



MER Windmolenpark Elzenburg - de Geer te Oss

Bijlage 11

Gemeentebrede energieverkenning

projectnummer 0408379.00
definitief
4 september 2017

MER Windmolenpark Elzenburg - de Geer te Oss

Bijlage 11

Gemeentebrede energieverkenning

projectnummer 0408379.00

definitief

4 september 2017

Leeswijzer

In dit bijlagerapport zijn de onderzoeken in het kader van de gemeentebrede energieverkenning opgenomen:

- Oss energieneutraal in 2050 (CE Delft, 2017): een onderzoek naar het huidige energiegebruik in de gemeente Oss en wat ervoor nodig is om Oss in 2050 energieneutraal te laten zijn.
- Ruimtelijke verkenning naar Duurzame Energie in Oss (Antea Group, 2017): een onderzoek naar de ruimtelijke mogelijkheden voor windenergie, zonne-energie, waterenergie, bodemenergie en bio-energie in Oss.
- Energie en ruimte, kansen voor opwekking van duurzame energie in Oss (Bosch Slabbers, 2017): een onderzoek naar de landschappelijke kansen en aandachtspunten voor duurzame energie: waar in Oss past het beste welke vorm van duurzame energie.

De resultaten hebben als basis gediend voor de beschrijving in hoofdstuk 19 in het MER.

datum vrijgave
04-9-2017

beschrijving revisie
definitief

goedkeuring
Bastian van Dijk

vrijgave
Johan van de Heijning



Oss energieneutraal in 2050



CE Delft

Committed to the Environment

Oss energieneutraal in 2050

Dit rapport is geschreven door:

Lonneke Wielders

Thijs Scholten

Delft, CE Delft, januari 2017

Publicatienummer: 17.3J48.08

Gemeenten / Energiebeleid / Energiebesparing / Beleidsinstrumenten / Wet milieubeheer

Opdrachtgever: Gemeente Oss, afdeling SRO, projectmanager Mark van 't Hof.

Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Lonneke Wielders (CE Delft).

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 35 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



Inhoud

	Samenvatting	3
1	Inleiding	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Doel en onderzoeksvragen	5
1.3	Leeswijzer	5
1.4	Disclaimer	5
2	Huidige stand van zaken	6
2.1	Nulmeting	6
3	Besparingsmogelijkheden	8
3.1	Inleiding	8
3.2	Wonen	8
3.3	Werken	12
3.4	Verkeer	15
3.5	Totale energiebesparing	16
3.6	Conclusies energiebesparing	19
4	Opgave hernieuwbare energie	21
4.1	Inleiding	21
4.2	Hernieuwbare elektriciteit	21
4.3	Hernieuwbare warmte	22
4.4	Conclusies hernieuwbare energie	25
5	Bibliografie	26
Bijlage A	Omrekenfactoren	27
Bijlage B	Ontwikkeling energieverbruik	28
Bijlage C	Indeling categorieën	30
Bijlage D	Wet milieubeheer	31
D.1	Wet milieubeheer en Activiteitenbesluit in Nederland	31
D.2	Convenant MJA3 en MEE	32
D.3	‘Energiebesparing en Winst’ en uniforme leidraad energiebesparing	33
D.4	Uitvoeringspraktijk	34



Samenvatting

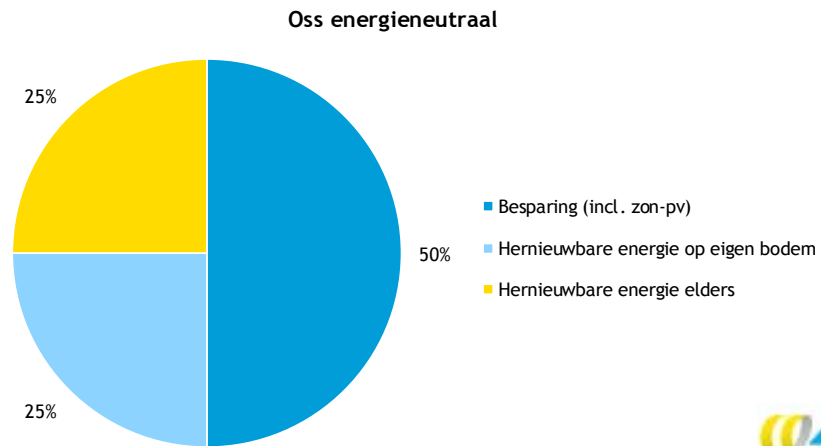
De gemeente Oss heeft uitgesproken dat ze een energieneutrale gemeente wil zijn in 2050. Dit is een grote opgave waarbij sterk ingezet zal moeten worden op energiebesparing en het opwekken van hernieuwbare energie.

In dit rapport wordt deze opgave inzichtelijk gemaakt. Wat kan worden bereikt met energiebesparing binnen de gemeente, en wat moet er dan nog ingevuld worden met hernieuwbare energie? En als je dan in gaat zetten op hernieuwbare energie, wat zijn dan de meeste voor de hand liggende opties, zowel voor de warmte- als voor de elektriciteitsvoorziening?

Uit de berekeningen blijkt dat technisch gezien ruim 60% aan energie bespaard kan worden (waaronder ongeveer 16% door de benutting van het dakoppervlak in de gemeente Oss voor zonne-energie). Niet alle energiebesparingsmaatregelen die technisch mogelijk zijn, zijn ook rendabel (zoals label A voor woningen). De gemeente Oss kiest er daarom voor om ervan uit te gaan dat 50% besparing (incl. zonne-energie op daken) realistischer is. Voor de berekeningen voor de opgave van hernieuwbare energie gaan we dan ook uit van 50% besparing op de totale energievraag en 50% die dan nog ingevuld moet worden met hernieuwbare energie. En hierbij geldt dus: alles wat niet bespaard wordt, moet uiteindelijk duurzaam worden opgewekt.

Voor de hernieuwbare energievraag ter grootte van de overige 50% heeft de gemeente de pragmatische aanname gemaakt om de helft hiervan op eigen bodem op te wekken, en de helft buiten de gemeentegrenzen (zie Figuur 1).

Figuur 1 Overzicht Oss energieneutraal (totale energieverbruik +/- 7.640 TJ)



In totaal gaat het dan (na 50% besparing incl. zon-PV op daken) om 1.910 TJ aan energie die binnen de gemeentegrenzen opgewekt moet worden (deels in de vorm van hernieuwbare elektriciteit en deels in de vorm van hernieuwbare warmte):

- Indien de energievraag van 1.910 TJ volledig opgewekt wordt middels zon-PV is er 5,3 km² aan zonnenvelden nodig (excl. de zon-PV op de daken die onder besparing valt).
- Als volledig ingezet wordt op windenergie zijn er ongeveer 80 moderne grote windmolens van 3+ MW nodig om 1.910 TJ te produceren.
- Een eerste inschatting laat zien dat van de totale energievraag van 1.910 TJ ongeveer 1.020 TJ opgewekt kan worden middels hernieuwbare warmte binnen de gemeente Oss (geothermie, WKO, groen gas, etc.).
- Als de mogelijkheden voor duurzame warmte maximaal benut worden blijft er +/- 1.045 TJ over voor invulling met zon-PV of wind¹. Dit is 2,9 km² aan zon-PV of het zijn 44 windmolens van 3 MW.

¹ Dit is 1.910 TJ (hernieuwbare energie in Oss) - 1.020 TJ (maximale hernieuwbare warmte in Oss) + 155 TJ (extra opgewekt nodig door de inzet van elektrische warmtepompen).



1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De gemeente Oss heeft uitgesproken dat ze een energieneutrale gemeente wil zijn in 2050. Dit is een grote opgave waarbij sterk ingezet zal moeten worden op energiebesparing en de opwekking van hernieuwbare energie. In deze rapportage wordt meer duidelijk gegeven aan de opgave waar de gemeente Oss voor staat. Wat is er te halen met besparingen (per sector en per energiedrager)? Wat moet dan nog ingevuld worden met hernieuwbare energie en welke vormen van hernieuwbare energie zijn dan het meest voor de hand liggend?

1.2 Doel en onderzoeksvragen

Het doel van het onderzoek is om de opgave om een energieneutrale gemeente te worden helder in beeld te brengen. Hierbij geven we een overzicht en onderbouwing van de opgave waar de gemeente Oss voor staat. We gaan hierbij niet specifiek in op de (financiële) haalbaarheid van de verschillende maatregelen.

In deze rapportage worden de volgende onderzoeksvragen beantwoord:

1. Wat is de huidige stand van zaken? We geven een heldere weergave van cijfers zodat de verhoudingen tussen de energiedragers en de verschillende sectoren begrijpelijk in beeld komen.
2. Wat zijn de energiebesparingsmogelijkheden binnen de gemeente (voor warmte en elektriciteit)?
3. Welke mogelijkheden voor de invulling van hernieuwbare energie zijn er (voor warmte en elektriciteit)?

1.3 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 gaan we in op de eerste onderzoeksvraag en geven we inzicht in de huidige stand van zaken. In Hoofdstuk 3 werken we de energiebesparingsmogelijkheden uit en in Hoofdstuk 4 brengen we de mogelijkheden en consequenties voor hernieuwbare energie in kaart.

In Bijlage A van dit rapport hebben we een overzicht opgenomen van omrekenfactoren, eenheden en een indicatie van deze eenheden in termen van huishoudens. Dit overzicht kan als naslag gebruikt worden.

1.4 Disclaimer

Indien geen harde besparingscijfers aanwezig zijn in de literatuur worden in deze rapportage aannames gedaan. Deze aannames zijn in de tekst vermeld en zijn gebaseerd op de zogenaamde 'expert judgements' van CE Delft.



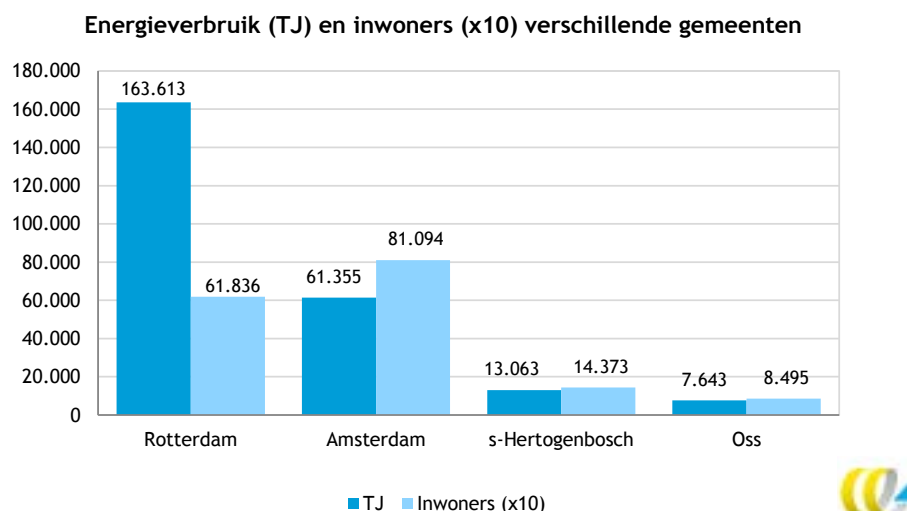
2 Huidige stand van zaken

In dit hoofdstuk wordt de huidige stand van zaken met betrekking tot het energiegebruik in de gemeente Oss gepresenteerd. Hierbij is uitgegaan van de cijfers van de Klimaatmonitor.

2.1 Nulmeting

Het energieverbruik van de gemeente Oss was in 2014 7.643 TJ (of 7,6 PJ)². In Figuur 2 is dit energieverbruik in perspectief geplaatst door het te vergelijken met een drietal andere gemeenten in Nederland; Rotterdam, Amsterdam en 's-Hertogenbosch. Rotterdam is een stad met veel industrie, hetgeen een relatief hoog energiegebruik geeft per inwoner (0,3 TJ/inwoner). Amsterdam is juist veel meer een 'dienstenstad', wat leidt tot een relatief laag energiegebruik per inwoner (0,08 TJ/inwoner). De gemeente 's-Hertogenbosch en Oss liggen met 0,09 TJ/inwoner ongeveer in lijn met Amsterdam.

Figuur 2 Energiegebruik van de gemeente Oss in perspectief (gegevens 2014)

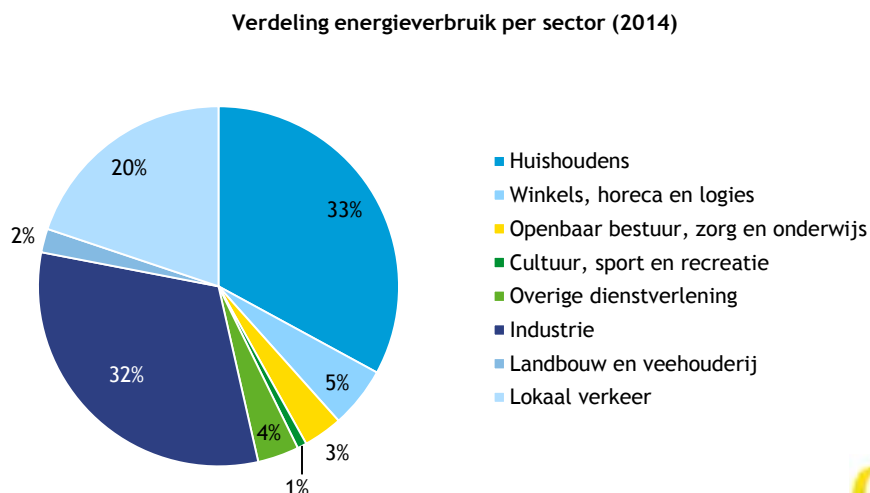


In Bijlage B is een overzicht gegeven van de ontwikkeling van het energieverbruik in Oss sinds 2010 in relatie tot het energieverbruik in Nederland.

In Figuur 3 is het energieverbruik in de gemeente Oss per sector weergegeven. Hieruit blijkt dat de categorieën huishoudens, industrie en lokaal verkeer de grootste verbruikers zijn in de gemeente. In Bijlage C is een tabel opgenomen waarin de categorie-indeling is toegelicht.

² In de Routekaart Duurzame Energie 2016-2018 is het energieverbruik uit 2012 gepresenteerd, welke iets hoger lag dan het totale verbruik in 2014. De cijfers over 2015 zijn nog niet bekend.

Figuur 3 Energiegebruik van de gemeente Oss per sector



In de verdere rapportage maken we onderscheid tussen de sectoren wonen (*huishoudens*), de sector werken en de sector verkeer (*lokaal verkeer*).

De sector werken bestaat uit:

- de commerciële dienstverlening (*winkels, horeca en logies*) en (*overige dienstverlening*);
- publieke dienstverlening (*openbaar bestuur, zorg en onderwijs*) en (*cultuur, sport en recreatie*);
- industrie (*industrie*);
- agrarische sector (*landbouw en visserij*)³.

In het volgende hoofdstuk worden de besparingsmogelijkheden in kaart gebracht voor de sector wonen, de sector werken en de sector verkeer. Vervolgens wordt in Hoofdstuk 4 ingegaan op de inspanning die dan nog nodig is om de resterende energievraag in te vullen met hernieuwbare energie.

³ De agrarische sector heeft een energiegebruik van minder dan 2% van de gehele gemeente. Deze sector wordt vanwege dit kleine aandeel buiten beschouwing van de analyse gelaten.



3 Besparingsmogelijkheden

3.1 Inleiding

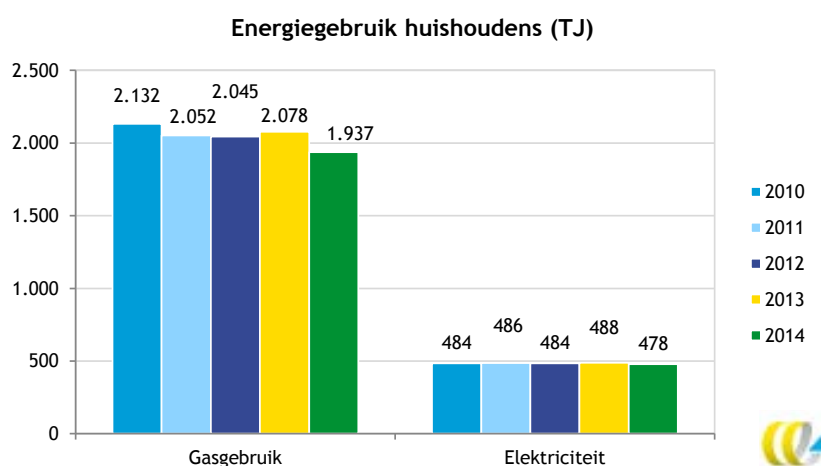
In het voorgaande hoofdstuk is de huidige stand van zaken voor de gemeente Oss weergegeven. Aan de hand van deze cijfers kan worden bepaald wat het besparingspotentieel is in de verschillende sectoren. In de komende paragrafen is dit uitgewerkt. Bij deze uitwerking wordt uitgegaan van de technische mogelijkheden die er zijn voor de sectoren. Hierbij heeft de gemeente aangegeven dat de zonne-energie op daken ook als besparing gezien wordt. Het gaat bij het besparingspotentieel niet per definitie om financieel rendabele besparingen, maar het laat enkel zien wat technisch mogelijk kan zijn. De uiteindelijke besparingsdoelstelling en de werkelijke besparingen zijn een product van de inzet van de belanghebbenden en de bereidheid verregaande maatregelen te treffen. Hierbij geldt: alles wat niet bespaard wordt, moet uiteindelijk duurzaam worden opgewekt.

In de volgende paragrafen wordt niet expliciet rekening gehouden met toekomstige demografische veranderingen in de gemeente. Enerzijds omdat aan deze veranderingen veel onzekerheden zitten. Anderzijds wordt aangenomen dat in het geval van uitbreiding van het woningbestand van de gemeente, dit conform de nieuwste bouwregelgeving plaatsvindt. Dat betekent dat vanaf 2020 alleen nog bijna-energie-neutrale-gebouwen (BENG) (zowel woningen als kantoren) gebouwd mogen worden⁴. Deze hebben een minimale tot geen impact op het energiegebruik van de gemeente.

3.2 Wonen

De huishoudens zijn goed voor ongeveer een derde van het totale energiegebruik in Oss. De energievraag bestaat voor het grootste deel uit een warmtevraag (de vraag naar aardgas).

Figuur 4 Ontwikkeling energiegebruik huishoudens naar energiedrager in Oss (TJ)



⁴ Dit is ongeveer gelijk aan een woning met een EPC van 0.

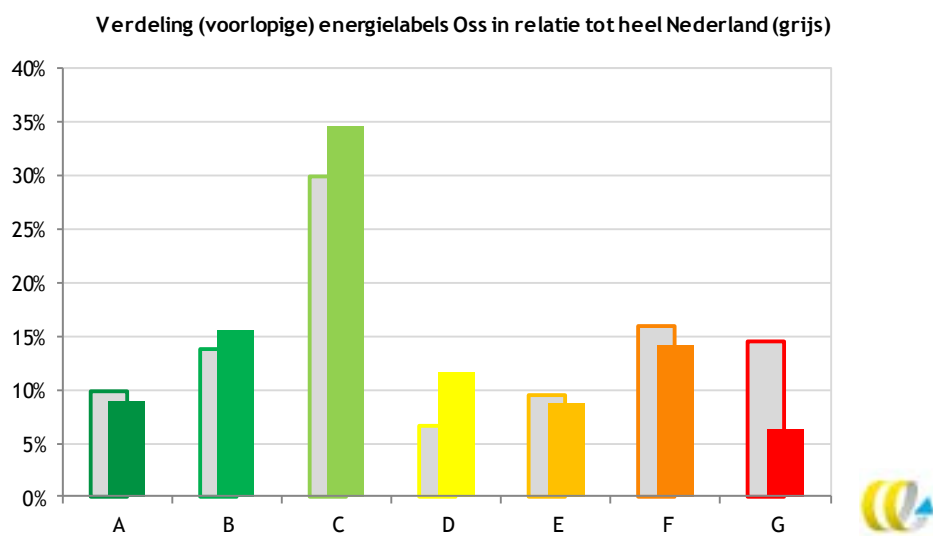
Warmtevraag

Zoals aangegeven is het grootste deel van de energievraag van huishoudens de vraag naar warmte. Veruit het grootste deel van deze warmtevraag bestaat uit aardgas voor de verwarming van woningen en het maken van warm tapwater. Met besparingen op de warmtevraag kan dan ook het meeste bereikt worden. De huidige warmtevraag van de huishoudens in Oss is 1.937 TJ (61 mln m³ aardgas)⁵. De belangrijkste maatregelen voor het reduceren van deze warmtevraag zijn isolatiemaatregelen, zuinige installaties en gedragsaanpassingen.

Isolatiemaatregelen

Op basis van de voorlopige energielabels van de woningen kan geconcludeerd worden dat er in Oss relatief veel label B, C en D staan en weinig label-G-woningen (zie Figuur 5). Desondanks betekent dit dat het isoleren van de woningen nog voldoende kansen biedt. Om echt grote stappen te zetten naar energieneutraal, gaat het daarbij niet om kleine, losse maatregelen als HR++ glas of dakisolatie, maar om samengestelde pakketten van maatregelen, waarbij de gehele schil (buitenkant) van de woning wordt verbeterd. Uit modelberekeningen van CE Delft (met het CEGOIA-model) blijkt dat als alle woningen hun schil verbeteren naar het niveau van een A-labelwoning, er gemiddeld 50% op de warmtevraag bespaard kan worden. Als alle woningen naar een schil van een B-label worden verbeterd, dan levert dat ± 35% besparing op⁶. Hierbij hebben we niet specifiek naar de woningvoorraad van Oss gekeken, maar werken we met gemiddelde waarden voor Nederland.

Figuur 5 Labelverdeling woningen in Oss en Nederland



Bron: Klimaatmonitor, 2016 & Energielabelatlas, 2016.

⁵ Daarnaast ook nog ruim 100 TJ middels houtkachels, maar dat is hier buiten beschouwing gelaten omdat dit reeds duurzaam opgewekte energie is.

⁶ De verbetering naar label A is kostbaar en niet rendabel te halen. De stap van een label B naar een label A is relatief duur. Echter, de verbeteringen naar een label B zijn ook vaak nog niet rendabel. De meeste rendabele verbeteringen zijn te halen in de laagste label-categorieën (dus bijvoorbeeld van G naar D).

Als er 50% op de warmtevraag bespaard wordt is dat hoofdzakelijk besparing op de vraag naar ruimteverwarming. De resterende vraag bestaat dan ook uit een fors lagere warmtevraag voor ruimteverwarming en een min of meer gelijk gebleven vraag voor warm tapwater.

Zuinige installaties

De meeste van de huidige woningen zijn uitgerust met een HR-ketel voor de warmtevoorziening. Een zuinigere techniek die in die woningen toegepast kan worden is de hybride warmtepomp. Hierbij wordt een traditionele HR-ketel gecombineerd met een elektrische warmtepomp. Hierdoor wordt het totale rendement van deze verwarmingsinstallatie nog hoger en kan worden bespaard op de hoeveelheid energie die nodig is voor het verwarmen van een woning. Omdat deze technieken nog midden in de ontwikkeling zitten, is het nog niet mogelijk om aan te geven wat het potentieel hiervan is.

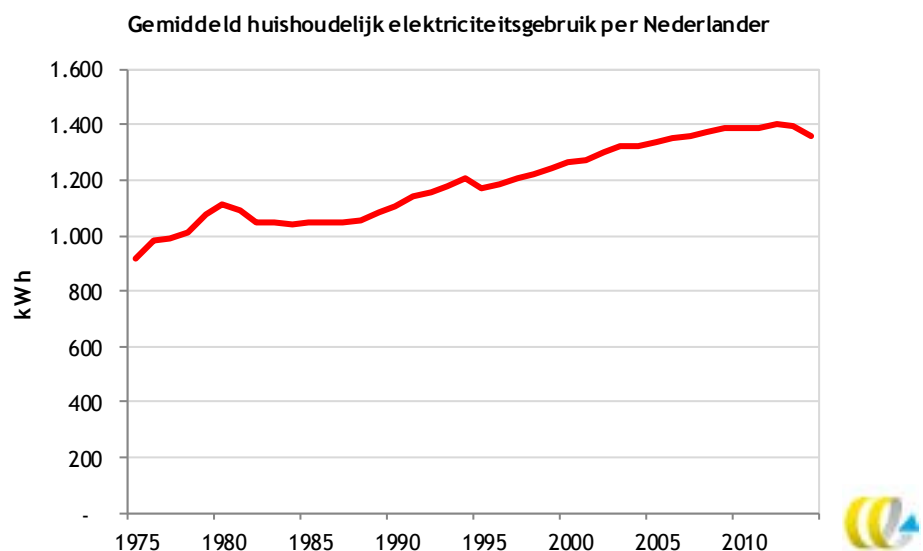
Gedrag

Het gedrag van mensen is sterk van invloed op de warmtevraag van woningen. De temperatuurstelling van de thermostaat, het uitschakelen van de verwarming bij afwezigheid, korter douchen of het instellen van een nachtverlaging hebben allen een effect op het energiegebruik voor warmte. Door het gedrag aan te passen kan hierop worden bespaard. Er zijn geen eenduidige cijfers beschikbaar over het besparingspotentieel van gerichte voorlichting, maar in het algemeen kan aangenomen worden dat er ongeveer 10% bespaard kan worden.

Elektriciteitsvraag

Voor het elektriciteitsgebruik zijn diverse trends zichtbaar in enerzijds zuinigere apparatuur en anderzijds meer apparatuur en gebruik daarvan. Deze ontwikkelingen leiden tot een gestaag stijgende lijn van het elektriciteitsgebruik per persoon in Nederland (zie Figuur 6). De verwachting is dat deze lijn zich voortzet, als er niets verandert in het gedrag van de mensen, ondanks de zuinig wordende apparaten.

Figuur 6 Gemiddeld huishoudelijk elektriciteitsverbruik per Nederlander



Bron: CBS, 2016.



Het aantal mogelijkheden om echt te besparen op elektriciteit is dan ook relatief beperkt, maar één van de mogelijkheden is het aanspreken van de gedragscomponent van de inwoners. Hierbij wordt zowel ingezet op het bewust omgaan met het gebruik (uitschakelen van apparaten die niet gebruikt worden) als het vervangen van verspillende apparaten door zuinige varianten, zoals bijvoorbeeld LED-verlichting. Ook hier geldt dat er geen eenduidige cijfers beschikbaar zijn, maar dat aangenomen kan worden dat ongeveer 10% van de huidige elektriciteitsvraag bespaard kan worden.

Deze besparing op elektriciteit wordt echter wel direct ‘teggengewerkt’ door andere ontwikkelingen die de vraag naar elektriciteit laten toenemen, zoals elektrische warmtepompen (zie Paragraaf 4.3) en elektrisch vervoer (zie Paragraaf 3.4).

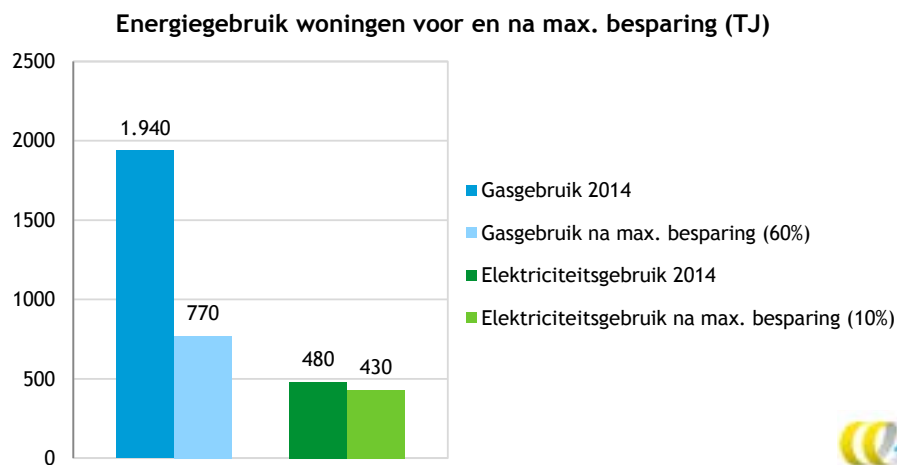
Totale besparingen wonen

Tabel 1 en Figuur 7 geven het totale besparingspotentieel voor wonen weer. Op de warmtevraag kan technisch gezien ongeveer 60% worden bespaard, op de elektriciteitsvraag 10%.

Tabel 1 Overzicht besparingspotentieel in de sector wonen

	Wonen	
	Gas	Elektriciteit
Isolatie	50%	
Zuinige technieken	Nb	Nb
Gedrag	10%	10%
Totaal	60%	10%

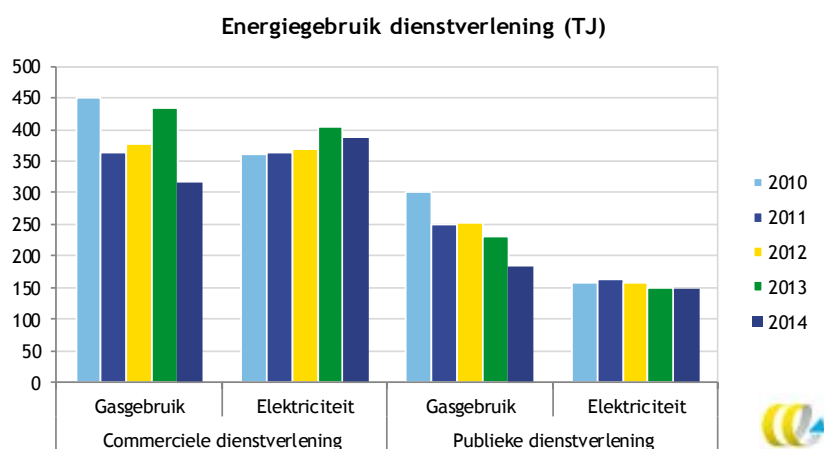
Figuur 7 Energiegebruik en energiebesparing woningen in Oss



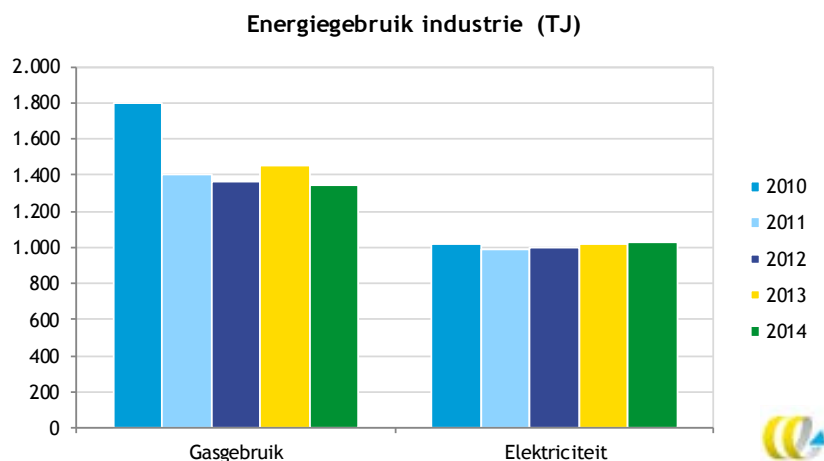
3.3 Werken

De sector werken bestaat uit de commerciële en publieke dienstverlening, industrie en de agrarische sector⁷. De commerciële dienstverlening bestaat uit de categorieën winkels, horeca en logies en overige dienstverlening. Publieke dienstverlening bestaat uit de categorieën openbaar bestuur, zorg en onderwijs en cultuur, sport en recreatie. Dit zijn de sectoren waar de gemeente vrijwel direct invloed op kan hebben vanwege de eigendoms-verhoudingen. De dienstverlenende sectoren zijn samen goed voor 13% van het huidige energiegebruik en de industrie voor 32%. Bij de commerciële dienstverlening is de vraag naar aardgas voor warmte en naar elektriciteit ongeveer gelijk, bij de publieke dienstverlening en industrie is de vraag naar aardgas iets meer dan de helft van de totale energievraag.

Figuur 8 Energiegebruik dienstverlening in Oss



Figuur 9 Energiegebruik industrie⁸ in Oss



⁷ De agrarische sector heeft een energiegebruik van minder dan 2% van de gehele gemeente. Deze sector wordt vanwege dit kleine aandeel buiten beschouwing van de analyse gelaten.

⁸ Rond 2011-2012 zijn twee sluitingen geweest; een productielijn van poedersoep van Unox en een tapijtenfabriek Ossfloor. Dit is hoogstwaarschijnlijk de reden van het dalende gasverbruik van 2011 op 2012.

Besparing in de sector werken kan worden behaald door isolatie, zuinige technieken, gedrag en procesoptimalisatie. Voor isolatie in de commerciële en publieke dienstverlening gaan we uit van dezelfde waarden als voor de woningbouw.

Isolatie

Het isoleren heeft met name zin bij de commerciële en publieke dienstverlening. Als alle bestaande gebouwen waar nu kantoren, scholen, winkels, verzorgingsdiensten of andere activiteiten worden ontplooid, worden verbeterd naar een schil van een A-labelgebouw, dan levert dat hier ook een besparing op de aardgasvraag van 50%⁹. In het geval van een B-labelschil wordt het 35% besparing. Deze besparing is te behalen door het toepassen van een uitgebreid maatregelpakket, zoals HR++ glas, gevel-, dak- en vloerisolatie, ventilatiesystemen, et cetera. Bij de industrie wordt aangenomen dat op een soortgelijke wijze een lagere besparing van +/- 35% behaald kan worden.

Zuinige technieken

In de sector werken wordt relatief meer elektriciteit gebruikt dan in de sector wonen. Het besparingspotentieel van zuinige technieken is in deze sector dan ook hoger. Voor elektriciteit gaat het bijvoorbeeld om zuinige verlichting. Door te kiezen voor LED-verlichting kan een aanzienlijk deel van de elektriciteitsvraag worden gereduceerd. En dat geldt niet alleen voor de verlichting in gebouwen, maar ook voor de openbare verlichting door de gemeente¹⁰. Daarnaast kunnen zuinige computers en serverparken worden aangeschaft of zuinige airco's voor gebouwen. Ook voor de warmtevraag kan gekozen worden voor zuinigere klimaatinstallaties, beter gedimensioneerde verwarmingsinstallaties, et cetera. Veel van deze zuinige technieken zijn binnen een korte tijd terug te verdienen en een groot aantal daarvan valt dan ook onder de verplichte maatregelen die onder Wet milieubeheer (Wm) vallen (Kenniscentrum InfoMil, 2016-). Op basis van kentallen die binnen de Wm gebruikt worden, wordt het besparingspotentieel van deze zuinige technieken op 10% bij dienstverlening geschat en 20% bij de industrie (beide voor zowel elektriciteit als warmte). In Bijlage D gaan we kort in op het wettelijk kader rondom de bedrijven die onder de Wm vallen en daarna bespreken we de eerste resultaten bij de DCMR Rijnmond en in 's-Hertogenbosch waar al controles zijn uitgevoerd in het kader van de Wm.

Gedrag

Net als thuis, kunnen werknemers op het werk ook hun gedrag aanpassen om energie te besparen. Al dan niet gesteund door technische maatregelen (aanwezigheidsdetectoren, timers, et cetera) kan zo bespaard worden op elektriciteit en warmte. Dit geldt met name voor de commerciële en publieke dienstverlening. Aangenomen wordt dat zowel op elektriciteit als warmte 5% bespaard kan worden door gedragsaanpassingen op het werk voor de sector dienstverlening.

⁹ De verbetering naar label A is kostbaar en niet rendabel te halen. De stap van een label B naar een label A is relatief duur. Echter, de verbeteringen naar een label B zijn ook vaak nog niet rendabel. De meeste rendabele verbeteringen zijn te halen in de laagste label-categorieën (dus bijvoorbeeld van G naar D).

¹⁰ De openbare verlichting brandt 4.150 uur per jaar of 47% van de tijd. Door het toevoegen van meerdere dorpskernen aan de gemeente Oss is het aantal lichtmasten toegenomen. Het totale energieverbruik van de complete installatie is echter nagenoeg gelijk gebleven, het gemiddeld verbruik per lichtmast is met ca 45% afgenomen (Gemeente Oss, 2015).



Procesoptimalisatie

Gemiddeld kan er in de industrie nog veel energie worden bespaard door de productieprocessen te optimaliseren. Om een specifieke indicatie te geven van de mogelijkheden hiervan moeten de relevante industriële processen worden doorgelicht. Een generieke indicatie van de besparingsmogelijkheden bij de productieprocessen wordt aangenomen op 10% voor zowel elektriciteit als warmte.

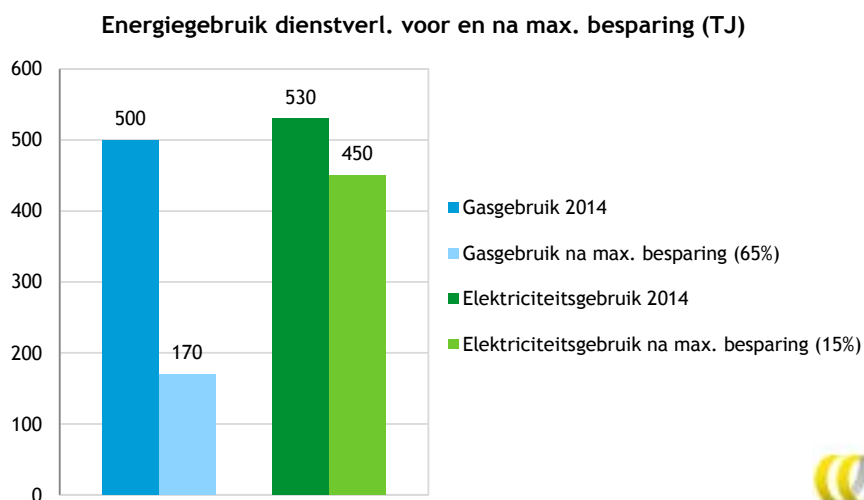
Totale besparing werken

Tabel 2, Figuur 10 en Figuur 11 geven de totale besparingen voor de sector werken weer, waarbij we onderscheid maken tussen de dienstverlening (zowel commercieel als publiek) en de industrie. Op de warmtevraag kan ongeveer 65% worden bespaard (zowel voor de dienstverlening als de industrie). Dit zijn niet allemaal maatregelen die binnen vijf jaar terug te verdienen zijn, dus het aandeel dat onder de Wet milieubeheer gerealiseerd kan worden ligt lager (op ong. 15%) (zie zuinige technieken). Op de elektriciteitsvraag kan gemiddeld iets meer minder dan 20% bespaard worden (15% in de dienstverlening en 30% in de industrie).

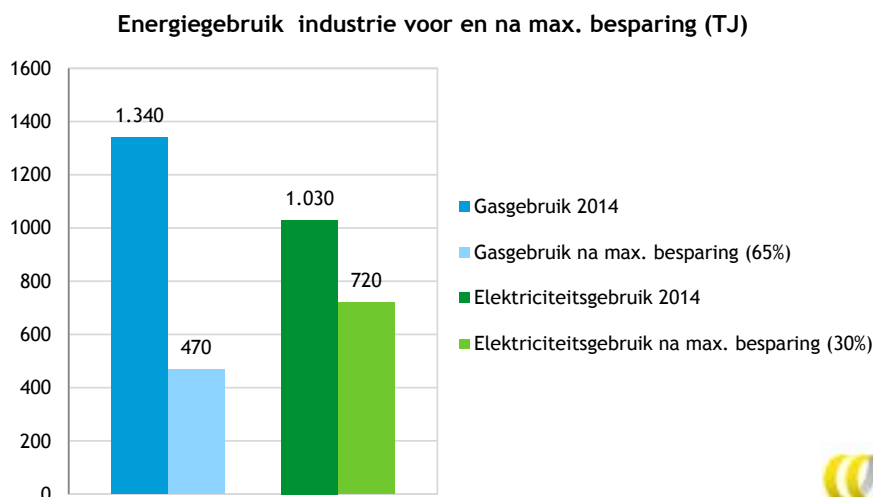
Tabel 2 Overzicht besparingspotentieel per sector

	Dienstverlening		Industrie	
	Gas	Elektriciteit	Gas	Elektriciteit
Isolatie	50%		35%	
Zuinige technieken	10%	10%	20%	20%
Gedrag	5%	5%		
Procesoptimalisatie			10%	10%
Totaal	65%	15%	65%	30%

Figuur 10 Energiegebruik en energiebesparing in de dienstverlening in Oss



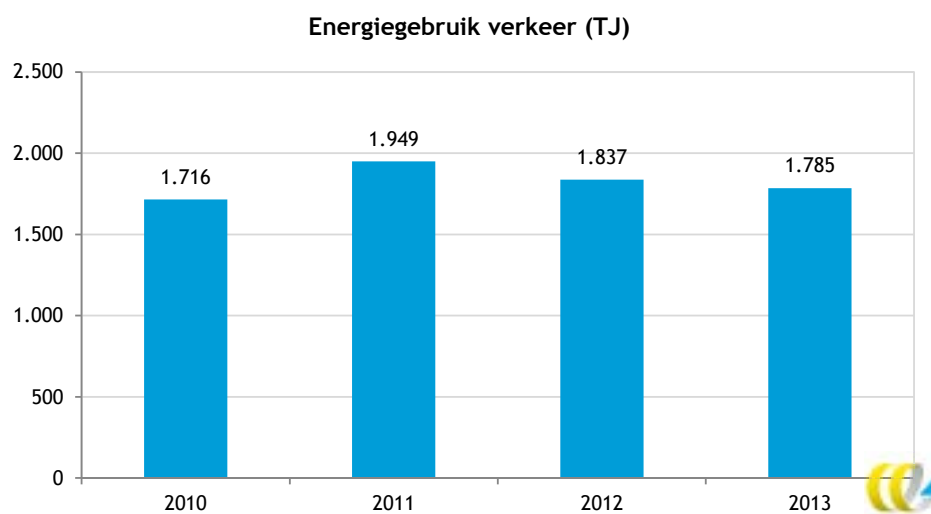
Figuur 11 Energiegebruik en energiebesparing in de industrie in Oss



3.4 Verkeer

Het lokale, gemotoriseerde verkeer is verantwoordelijk voor ongeveer 20% van het totale energiegebruik van Oss¹¹.

Figuur 12 Ontwikkeling energiegebruik verkeer in Oss



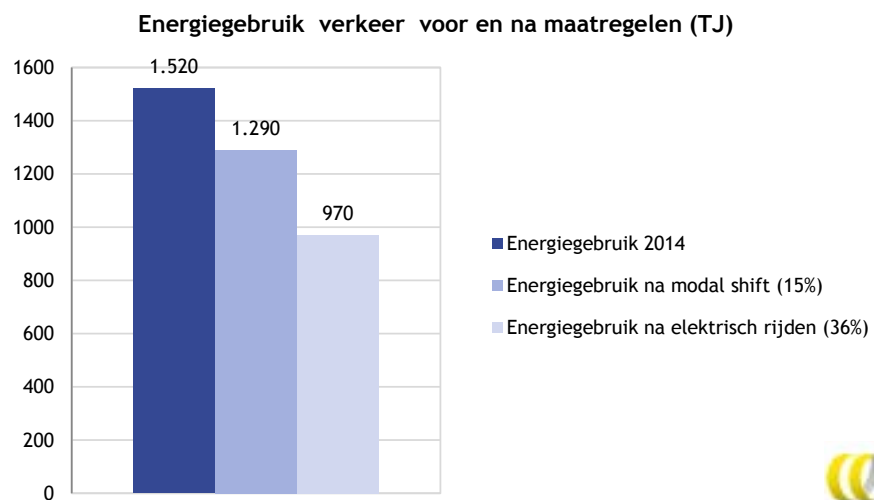
De mogelijkheden die er binnen de gemeente zijn om op het energiegebruik bij verkeer te besparen zijn relatief beperkt. Belangrijke opties zijn het stimuleren van een *modal shift*, het verschuiven tussen modaliteiten. Hierbij kan bijvoorbeeld het fietsgebruik of OV worden gestimuleerd. Dit kan onder andere worden gedaan door de fietsinfrastructuur te verbeteren, delen van de gemeente autoluw te maken, goede frequentie en aansluitingen tussen OV-opties. Van deze totale set met lokale maatregelen wordt aangenomen dat de potentiële besparingen in de orde grootte van 10-15% liggen.

¹¹ In de studie zijn de Rijkswegen buiten beschouwing gelaten, omdat deze buiten de handelingsruimte van de gemeente liggen. Zie voor verdere afbakening Bijlage C.



Een andere, belangrijke besparingsoptie is het elektrisch vervoer. Niet alleen zijn elektrische voertuigen efficiënter, maar stoten zij ook geen schadelijke stoffen uit en kunnen op termijn op volledige hernieuwbare elektriciteit rijden. Er zijn verschillende scenario's over de ontwikkeling van het elektrisch vervoer in Nederland. Voor deze studie wordt echter de pragmatische aanname gedaan dat in 2050 een kwart van alle gereden kilometers in Oss met een elektrisch voertuig gebeurt. Dit betekent enerzijds dat een kwart minder fossiele motorbrandstoffen wordt gebruikt (ongeveer 320 TJ), maar anderzijds ook dat de elektriciteitsvraag bij Wonen en/of Werken toeneemt met 130 TJ (afhankelijk waar deze voertuigen worden opgeladen) (Zie Tabel 3). Per MJ brandstof die wordt uitgespaard wordt namelijk ongeveer 0,4 MJ elektriciteit gebruikt (Delft, 2014).

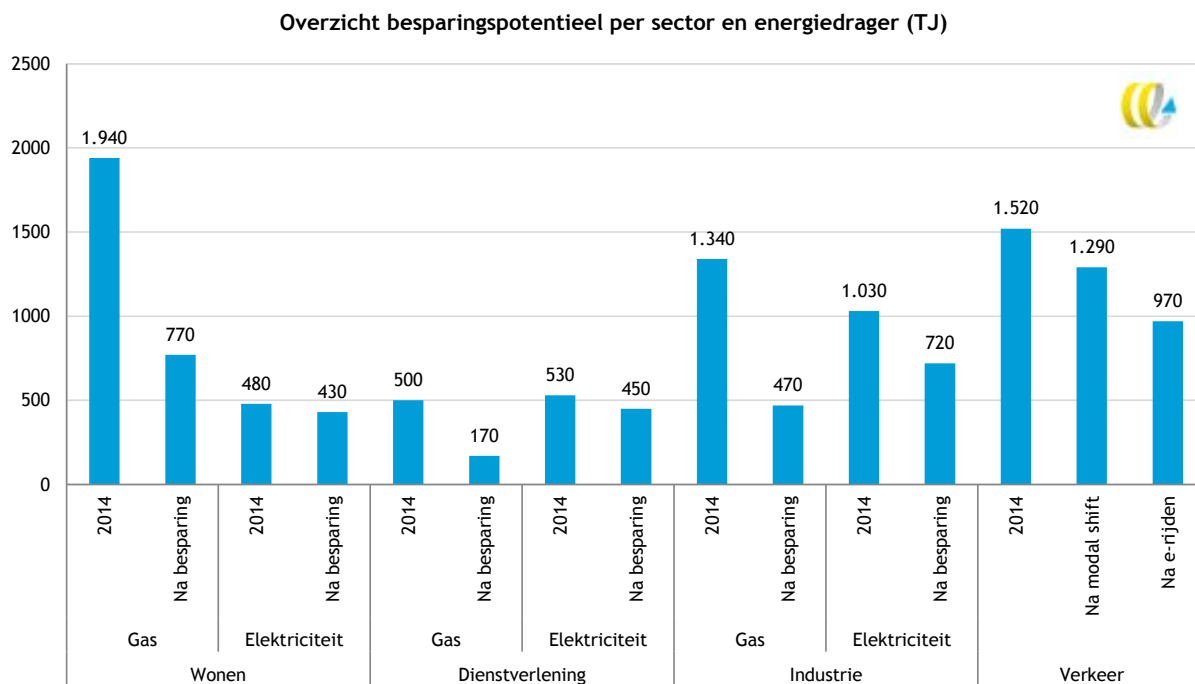
Figuur 13 Energiegebruik en energiebesparing in de sector verkeer in Oss



3.5 Totale energiebesparing

In Figuur 14 en Tabel 2 wordt het totaaloverzicht van de besparingspotentiën gegeven voor de sectoren wonen, werken en verkeer. In Figuur 15 zijn de absolute waarden uit de laatste kolom van Tabel 3 weergegeven. Hierbij is de besparing van zonne-energie op daken nog niet meegenomen. Er kan worden geconcludeerd dat er (zonder zonne-energie op daken) een besparingspotentieel is van ongeveer 44% van de huidige energievraag. Het grootste deel hiervan is te behalen door isolatie (gasbesparing) en zuinige technieken in de dienstverlening en in de industrie.

Figuur 14 Overzicht besparingspotentieel per sector¹²



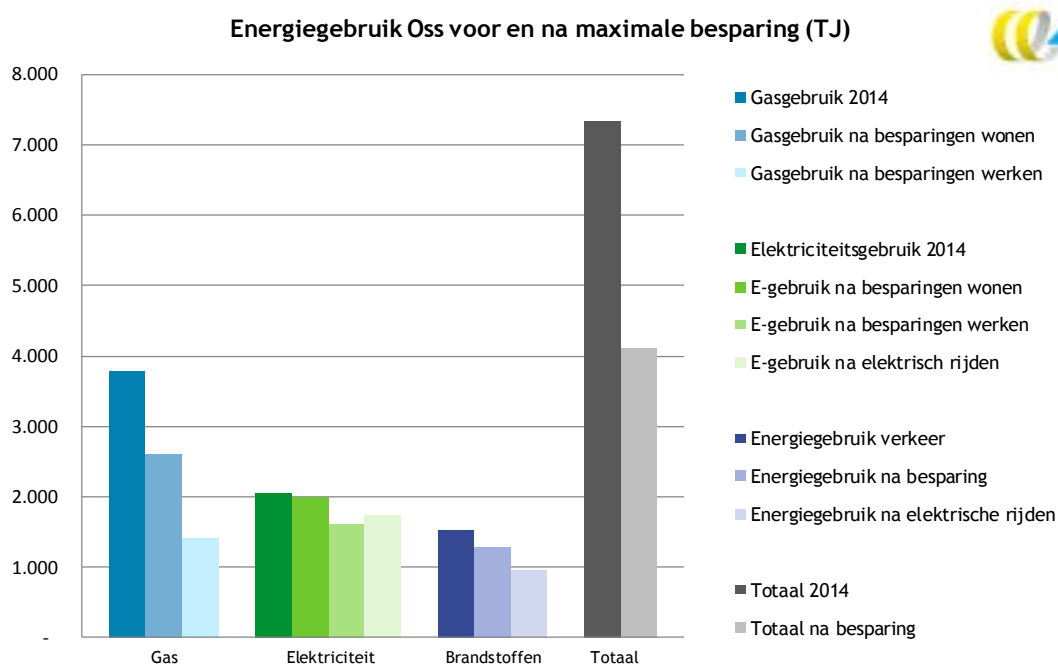
Tabel 3 Overzicht besparingspotentieel per sector

	Wonen	Dienst- verlening	Industrie	Verkeer	Totaal
Gas (TJ)					
2014	1.940	500	1.340		3.780
Na besparing	770	170	470		1.410
Absolute besparing	1.170	330	870		2.370
Relatieve besparing	60%	65%	65%		63%
Elektriciteit (TJ)					
2014	480	530	1.030		2.040
Na besparing	430	450	720		1.600
Absolute besparing	50	80	310		440
Toename elektr. rijden				130	130
Relatieve besparing	10%	15%	30%		15%
Brandstof (TJ)					
2014				1.520	1.520
Na besparing				970	970
Absolute besparing				550	550
Relatieve besparing				36%	36%
Totaal					
2014 optelling ¹³					7.340
2014 incl. agr. sector en houtk.					7.640
Na besparing					4.310
Absolute besparing					46%

¹² De toename van 130 TJ elektriciteit door elektrisch verkeer is hier nog niet in weergegeven.

¹³ De agrarische sector (bijna 200 TJ) is niet meegenomen in de analyse en ontbreekt daarom in de optelsom. Daarnaast is het verbruik van houtkachels (ruim 100 TJ) niet meegeteld in het totaal van wonen aangezien dit al duurzame energie is.

Figuur 15 Energiegebruik Oss voor en na maximale besparing



Naast de bepaalde besparingsmogelijkheden uit voorgaande paragrafen telt de gemeente Oss zonne-energie op daken ook mee als besparing.

Om een inschatting te maken van het geschikte dakoppervlak gebruiken we de landelijke cijfers uit het 3D-simulatiemodel van de Zonatlas. Hieruit volgt dat Nederland meer dan 675 miljoen m² geschikt dakoppervlak heeft (huizen, openbare gebouwen en bedrijven) die in aanmerking komen voor het opwekken van zonne-energie. Als we dit op basis van inwoneraantal toedelen aan Oss, zou Oss ongeveer 3,4 miljoen m² geschikt dakoppervlak hebben¹⁴. Het plaatsten van zon-PV op dit dakoppervlak geeft een maximale opbrengst van 340 GWh (elektriciteit). Dit staat gelijk aan ongeveer 1.200 TJ. Als we dat meenemen in Tabel 4 en Figuur 16 geeft dat het volgende beeld:

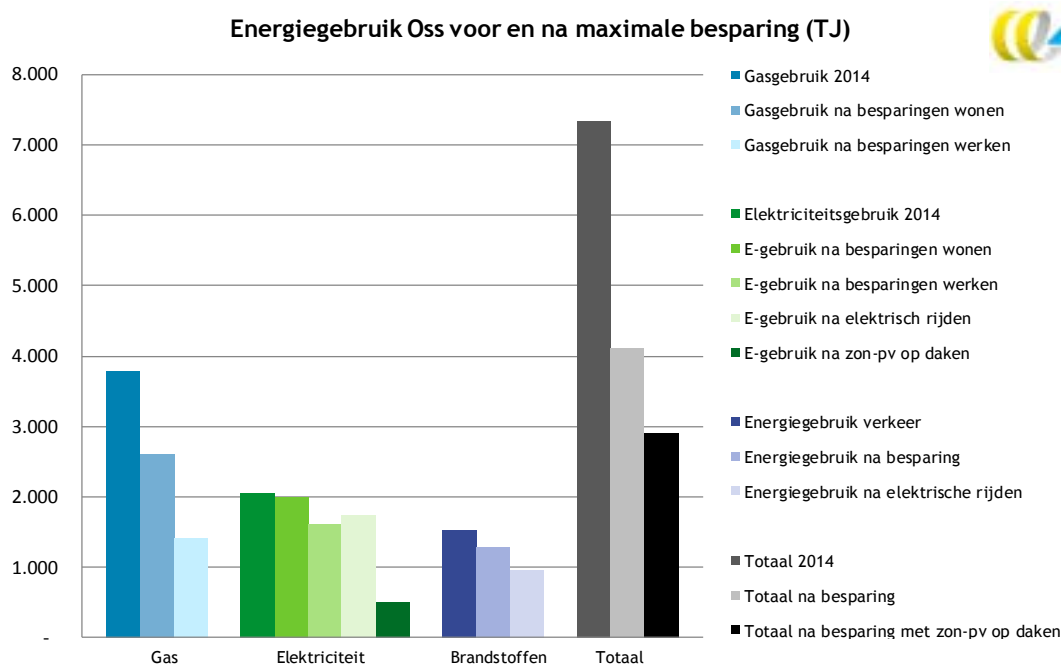
Tabel 4 Overzicht besparingspotentieel per sector

Totaal	TJ
2014 ¹⁵	7.340
2014 incl. agrarische sector en houtk.	7.640
Na besparing	4.120
Na besparing met zon-PV op daken	2.890
Absolute besparing met zon-PV op daken	62%

¹⁴ Geschikt dakoppervlak is oppervlak waarbij geen obstakels zijn (zoals schoorstenen, e.d.), en waarbij voldoende zoninstraling mogelijk is, dus geen slagschaduw van hoge gebouwen. Dit is een indicatie en maximaal potentieel.

¹⁵ De agrarische sector (bijna 200 TJ) is niet meegenomen in de analyse en ontbreekt daarom in de optelsom van bovenstaande sectoren. Daarnaast is het verbruik van houtkachels (ruim 100 TJ) niet meegeteld in het totaal van wonen aangezien dit al duurzame energie is.

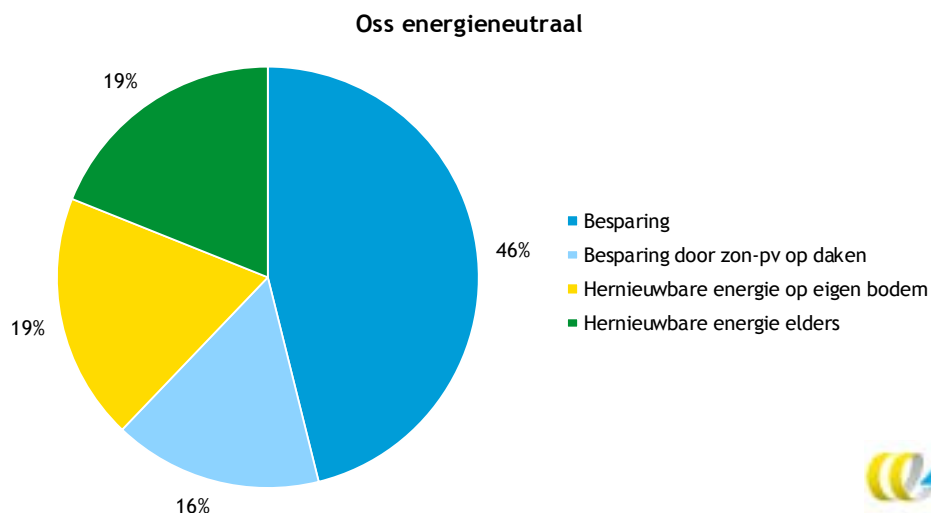
Figuur 16 Energiegebruik Oss voor en na maximale besparing per brandstof



3.6 Conclusies energiebesparing

Dit hoofdstuk heeft laten zien dat in Oss technisch gezien ruim 60% van de huidige energievraag kan worden bespaard (inclusief de inzet van zon-PV op alle daken, zie Figuur 17).

Figuur 17 Overzicht Oss energieneutraal (totaal 7.640 TJ)



Dit is echter inclusief onrendabele maatregelen zoals label A voor woningen. De gemeente Oss kiest er daarom voor om ervan uit te gaan dat 50% besparing (incl. zonne-energie op daken) realistischer is. Voor de berekeningen voor de opgave van hernieuwbare energie gaan we dan ook uit van 50% besparing op de energievraag en 50% die dan nog ingevuld moet worden met hernieuwbare energie. En hierbij geldt dus weer: alles wat niet bespaard wordt, moet uiteindelijk duurzaam worden opgewekt.

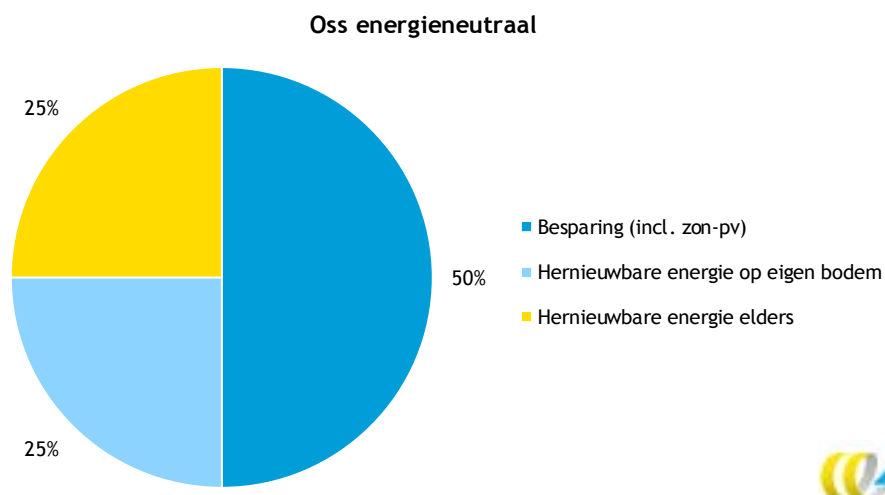


4 Opgave hernieuwbare energie

4.1 Inleiding

In de komende paragrafen wordt uitgewerkt wat de consequenties zijn voor de gemeente Oss om de resterende energievraag met hernieuwbare energie in te vullen. Hierbij volgen we de werkaanname die binnen de gemeente Oss gemaakt wordt dat Oss 50% van de hernieuwbare energie buiten de gemeentegrenzen opwekt en dat ze 50% hiervan op eigen bodem opwekt. In totaal gaat het dus om ± 1.190 TJ (25% van totale opgave van 7.640 TJ) dat met hernieuwbare energie in Oss zelf opgewekt moet worden (naast de 1.200 TJ uit zonnepanelen op daken). In Figuur 18 is de verdeling grafisch weergegeven.

Figuur 18 Overzicht Oss energieneutraal (totaal 7.640 TJ)



4.2 Hernieuwbare elektriciteit

Voor hernieuwbare elektriciteit focussen we ons op de opties voor zon-PV en windenergie om de eenvoudige reden dat deze technieken al op grote schaal toegepast kunnen worden. Nieuwe innovatieve technieken kunnen nog niet op korte termijn grootschalig uitgerold worden waardoor energieneutraal in 2050 met andere technieken nog niet te realiseren is.

Zon-PV

Hernieuwbare energie van de zon is al lang geen exclusieve mogelijkheid meer. Hoewel de geïnstalleerde capaciteit van zon-PV de afgelopen jaren zeer sterk gegroeid is, is de absolute bijdrage van elektriciteit uit zon-PV nog erg beperkt in de totale energievoorziening. Indien we de energievraag van ongeveer 1.910 TJ (die bestaat uit elektriciteit, gas, en transportbrandstoffen) op Oss-grondgebied volledig invullen met zon-PV welke niet op de daken geïnstalleerd is, is er nog ruim 5,3 km² aan zonnenvelden nodig.

Windenergie

Ook windenergie wordt veelvuldig toegepast en is een techniek die op dit moment geïmplementeerd kan worden door de gemeente Oss. Om de energievraag van 1.910 TJ volledig in te vullen met windenergie zijn ongeveer 80 moderne, grote windmolens van 3+ MW nodig. Deze moderne windmolens hebben een vermogen van meer dan 3 MW en een tiphoogte van 180 meter of meer.

Biomassa

Het gebruik van biomassa kan zowel worden ingezet voor de productie van warmte als elektriciteit. Elektriciteit kan opgewekt worden middels gasvormige biomassa (biogas of groen gas) in warmtekrachtkoppelingen (WKK). Aan het gebruik van biomassa zitten echter complexe problemen gekoppeld: duurzaamheid, ontbossing, transportbewegingen, fijnstofemissies, beschikbaarheid en concurrentie van andere sectoren. Dit leidt ertoe dat rondom de inzet van biomassa nog veel onduidelijkheden zijn. Om dit zo veel mogelijk te voorkomen, is het raadzaam om in eerste instantie vooral uit te gaan van de lokaal gewonnen biomassa en beperkt rekening te houden met biomassa van buiten de gemeentegrenzen (met uitzondering van biogas of groen gas dat via het gasnet de gemeente binnen kan komen). Dit heeft tot gevolg dat biomassa maar een klein aandeel kan hebben in de productie hernieuwbare energie, en dat het met name ingezet zal worden voor de warmteproductie (zie de volgende paragraaf). Een aanvullende functie van biomassa is de rol bij biobrandstoffen voor verkeer. Dit valt echter buiten de beïnvloedingsfeer van de gemeente en wordt daarom niet meegenomen in deze studie.

4.3 Hernieuwbare warmte

Hoewel er met isolatie veel warmtevraag bespaard kan worden, blijft er een aanzienlijke warmtevraag over, die hernieuwbaar ingevuld moet worden. Hiervoor zijn verschillende mogelijkheden. Het belangrijkste onderscheid tussen die mogelijkheden is of zij collectief of individueel zijn:

- Collectieve warmteopties kenmerken zich door de aanwezigheid van een warmtenet. Door dit warmtenet kan ofwel warm water van relatief hoge temperatuur stromen uit bijvoorbeeld een geothermiebron (diepe aardwarmte >1.500 m diep). Ofwel warm water van lage temperatuur, zoals bij warmte/koudeopslag of restwarmte van bijvoorbeeld een datacenter. Het verschil in temperatuur bepaalt in grote mate de eigenschappen van het warmtenet en het afgiftesysteem bij de gebouwen. Bij hoge temperatuur kan gebruik worden gemaakt van de standaard radiatoren. Bij lage temperatuur moeten speciale radiatoren of vloerverwarming worden geplaatst.
- Een belangrijke randvoorwaarde voor collectieve systemen is de minimale omvang en warmtevraagdichtheid die nodig is om het systeem rendabel te krijgen. Voor restwarmte en geothermie gaat het daarbij vaak om minimaal een paar 1.000 woningen en hoge dichtheid. Bij WKO om minimaal 100 woningen of een groot kantoor. In het geval van een groot collectief warmtenet zou daarom ook buiten de gemeentegrenzen gekeken kunnen worden. Bij WKO is het noodzakelijk dat de ondergrond hiervoor geschikt is.
- Een individuele optie is de zonneboiler. Hiermee wordt met name warmte geproduceerd voor warm tapwater (en niet voor ruimteverwarming). Hiermee wordt dus vooral aardgas uitgespaard.
- Individuele, hernieuwbare warmteopties maken veelal gebruik van elektriciteit of biomassa. Met name de elektrische warmtepompen



(die gebruik maken van hernieuwbare elektriciteit) bieden goede mogelijkheden bij woningen (mits deze goed geïsoleerd zijn!), juist op die plekken waar collectieve opties minder geschikt zijn. Het gaat daarbij met name om grondgebonden woningen waarbij een warmtepomp met een bodemwarmtewisselaar geplaatst kan worden. Hierbij gebruikt de warmtepomp de warmte uit de ondiepe ondergrond (20-200 m diepte) als bron. Als alternatief zijn er ook opties die gebruik maken van de buitenlucht als bron, maar deze hebben een lager rendement. Een voordeel van de warmtepompen is de mogelijkheid tot koelen in de zomer.

- Een belangrijke randvoorwaarde bij warmtepompen is echter wel dat het gebouw een lagetemperatuurafgiftesysteem moet hebben in de vorm van vloerverwarming of speciale radiatoren. Daarnaast dient bij grootschalige toepassing het elektriciteitsnet verzwakt te worden.
- Woningen waarbij geen warmtepomp mogelijk is, of waarbij niet vergaand geïsoleerd kan worden (bijvoorbeeld monumenten), blijft een gasvormige energiedrager, zoals groen gas, een goede optie voor een hernieuwbare warmtevoorziening. Groen gas is in Nederland echter maar beperkt beschikbaar.

Op voorhand is niet te zeggen welke optie het meest toegepast gaat worden, omdat ze allemaal hun voor- en nadelen hebben en allen specifieke eigenschappen waardoor het in de ene situatie wel kan en in de andere niet. Om toch een indicatie te geven van de mogelijkheden van hernieuwbare warmte is aan de hand van een aantal generieke vuistregels van CE Delft een beeld gemaakt van de mogelijke invulling van de hernieuwbare warmtevoorziening. In Tabel 5 wordt dit aangegeven. Dit betreft alleen het verduurzamen van de warmtevraag voor ruimteverwarming bij wonen en werken. De warmtevraag voor processen bij de industrie valt hier buiten. De warmtevraag voor processen is veelal warmte van hoge temperatuur en daarvoor is een beperkt aantal opwekkingsmogelijkheden om die te produceren. Over het algemeen wordt aangenomen dat in de toekomst biomassa hier een belangrijke rol gaat spelen.

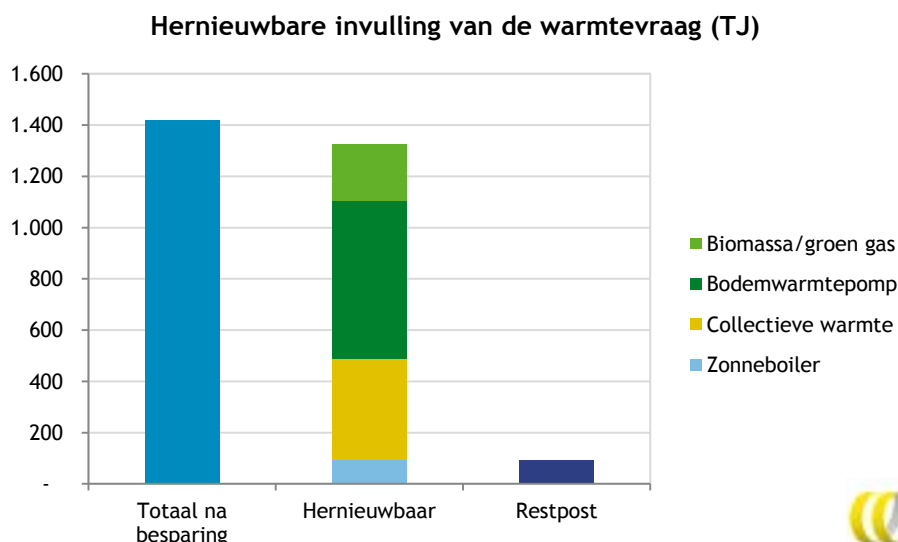
Tabel 5 Indicatie van de hernieuwbare warmtevoorziening van Oss

	Wonen	Werken
Collectieve warmte	Alle gestapelde bouw wordt aangesloten.	50% van de bedrijven wordt aangesloten.
Warmtepompen (individueel)	75% van de grondgebonden woningen wordt voorzien van een warmtepomp.	25% van de bedrijven en krijgt een warmtepomp.
Zonneboilers*	Ongeveer 5% van het aardgasgebruik van woningen kan bespaard worden middels zonneboiler.	-
Groen gas/vaste biomassa (individueel)	25% van de grondgebonden woningen krijgt warmte uit biomassa.	25% van de bedrijven en krijgt warmte uit biomassa.

* Qua ruimtebeslag concurreren zonneboilers met zon-PV.

In Figuur 19 wordt het overzicht van de hernieuwbare warmteopties weer-gegeven. Na de absolute besparing op warmte van 2.370 TJ binnen bestaand stedelijk gebied is er nog een warmtevraag van meer dan 1.410 TJ over (45 mln m³ aardgas, zie Tabel 3). In Figuur 19 is weergegeven hoe deze warmtevraag op basis van de vuistregels uit Tabel 5 ingevuld kan worden met hernieuwbare energie. Het restant dat niet wordt ingevuld door de genoemde hernieuwbare warmteopties is een klein deel van de warmtevraag vanuit de industrie.

Figuur 19 Totaaloverzicht hernieuwbare warmte



Binnen de gemeente Oss wordt de werkaanname gehanteerd dat 50% van de hernieuwbare energie van binnen de gemeentegrenzen komt, en dat 50% van buiten Oss komt. Voor de invulling van hernieuwbare warmte is dit voor een aantal opties niet aan de orde. Zo zijn de zonneboilers en de bodemwarmtepompen gebouwgebonden installaties en ze liggen daarmee per definitie op het grondgebied van Oss. Een deel van de collectieve warmte (op basis van biomassa, WKO of geothermie) en de biomassa roen gas inzet voor individuele warmte kan wel van buiten Oss komen. Voor deze opties hanteren we dan ook wel de werkaanname van 50% binnen Oss en 50% van buiten Oss. Hierbij blijft wel gelden dat voor de inzet van biomassa de voorkeur gegeven wordt aan biomassa van binnen de gemeentegrenzen vanwege onder andere de duurzaamheidsaspecten zoals genoemd in de voorgaande paragraaf.

Op basis van bovenstaande uitgangspunten kan ongeveer 1.325 TJ van de warmtevraag met hernieuwbare bronnen ingevuld worden, waarvan +/- 1.020 TJ uit Oss komt.

Een belangrijk aspect van de inzet van elektrische warmtepompen (bodemwarmtepompen), is dat dit (net als elektrisch vervoer) leidt tot een toename van de elektriciteitsvraag van de gebouwen. Door de inzet van elektrische warmtepompen stijgt de elektriciteitsvraag bij wonen en werken met 155 TJ. Om dit weer in te vullen met hernieuwbare elektriciteit is ongeveer 0,4 km² extra aan zonnepanelen nodig. Of zijn er zes extra windmolens van 3 MW nodig.

4.4 Conclusies hernieuwbare energie

De gemeente Oss hanteert de aanname dat de helft van de hernieuwbare energie van buiten de gemeentegrenzen komt. Daarmee blijft er, na de forse inzet op maximale besparing (volgens de werkaanname van 50% besparen), 1.910 TJ over om zelf, naast de zonne-energie op daken, op het eigen grondgebied op te wekken:

- Indien de energievraag van 1.910 TJ volledig opgewekt wordt middels zon-PV is er 5,3 km² aan zonnenvelden nodig (excl. de zon-PV op de daken die onder besparing valt).
- Als volledig ingezet wordt op windenergie zijn er ongeveer 80 moderne grote windmolens van 3+ MW nodig om 1.910 TJ te produceren.
- Een eerste inschatting laat zien dat van de totale energievraag van 1.910 TJ ongeveer 1.020 TJ opgewekt kan worden middels hernieuwbare warmte binnen de gemeente Oss (geothermie, WKO, groen gas, etc.).
- Als de mogelijkheden voor duurzame warmte maximaal benut worden blijft er +/- 1.045 TJ over voor invulling met zon-PV of wind¹⁶. Dit is 2,9 km² aan zon-PV of het zijn 44 windmolens van 3 MW.

¹⁶ Dit is 1.910 TJ (hernieuwbare energie in Oss) - 1.020 TJ (maximale hernieuwbare warmte in Oss) + 155 TJ (extra opgewekt nodig door de inzet van elektrische warmtepompen).



5 Bibliografie

Agentschap NL, 2013. *Resultatenbrochure convenanten Meerjarenafspraken energie-efficiëntie 2012*, sl: Agentschap NL.

CBS, 2016. *Energiebalans; kerncijfers*. [Online]
Available at:
<http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=37281&D1=19-21&D2=0&D3=128,133,138,143,148,l&HDR=G1,T&STB=G2&VW=T>
[Geopend 2016].

Delft, C., 2014. *STREAM Personenvervoer 2014 versie 1.1.*, Delft: CE Delft.

Gemeente Oss, 2015. *Beleidsnota openbare verlichting gemeente Oss; Kosteneffectief verduurzamen*, Oss: Gemeente Oss.

Kenniscentrum InfoMil, 2016-. *Energie : Bijlage 10 bij de Activiteitenregeling*. [Online] Available at:
www.infomil.nl/onderwerpen/duurzame/energie/handreiking-erkende/energiebesparing-wet/bijlage-10/
[Geopend 2016].

Ministerie I&M, 2016-. *Activiteitenbesluit milieubeheer*, Den Haag: Rijksoverheid.

Ossstat, 2016. *Ossstat, oppervlaktes totaal (km2)*. [Online] Available at:
<http://www.ossstat.buurtmonitor.nl/>
[Geopend 2016].

VROM Inspectie; CE Delft, 2010. *Energie in vergunningverlening en handhaving: Uitvoering Gelijkwaardig Alternatief door gemeenten*, Den Haag/Delft: VROM; CE Delft.



Bijlage A Omrekenfactoren

	Eenheid	Energie	CO ₂
Elektriciteit *	1 kWh	3,60 MJ/kWh 7,4 MJ _{primaire} /kWh	0,50 kg/kWh
Aardgas (onderwaarde)	1 m ³	31,65 MJ/m ³	1,79 kg/m ³
Aardgas (bovenwaarde)	1 m ³	35,17 MJ/m ³	1,61 kg/m ³
Benzine	1 liter	32,00 MJ/liter	72,0 kg/GJ
Diesel	1 liter	37,50 MJ/liter	74,3 kg/GJ
LPG	1 liter	27,00 MJ/liter	66,7 kg/GJ

Bron: (Delft, 2014).

1 KiloJoule (kJ) = 1.000 Joule
 1 MegaJoule (MJ) = 1.000.000 Joule
 1 GigaJoule (GJ) = 1.000.000.000 Joule
 1 TeraJoule (TJ) = 1.000.000.000.000 Joule
 1 PetaJoule (PJ) = 1.000.000.000.000.000 Joule

100 TJ = 3,2 mln m³ aardgas ≈ verbruik 2.000 huishoudens
 = 27,7 mln kWh elektriciteit ≈ verbruik 8.000 huishoudens

1 mln m³ aardgas = 31,65 TJ
 1 mln kWh elektriciteit = 3,6 TJ

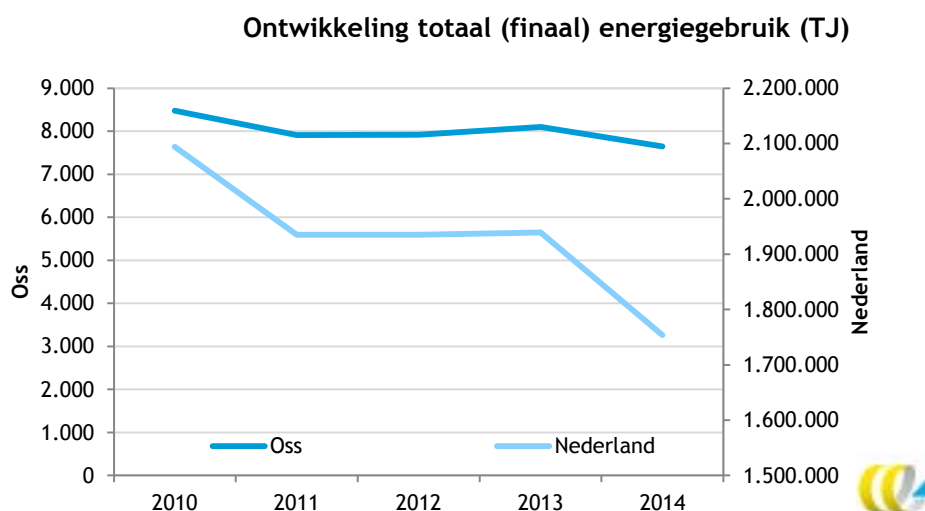
* Eén kWh is 3,6 MJ. Echter om 1 kWh te ‘produceren’ is gemiddeld 7,4 MJ aan primaire energie nodig. De primaire energie is de energie in hun natuurlijke vorm vóór technische omzetting (dus bijvoorbeeld steenkool of gas). Het gemiddelde rendement van de elektriciteitscentrales in Nederland is 48,9%. Dat wil zeggen dat van de 7,1 MJ die de centrale ingaat er 3,6 MJ overblijft (dus 1 kWh). De rest van de energie komt vrij in de vorm van warmte.



Bijlage B Ontwikkeling energieverbruik

Als we het totale verbruik van de gemeente Oss uitzetten over de jaren vanaf 2010 en vergelijken met het energieverbruik in Nederland ontstaat het volgende beeld (zie Figuur 20).

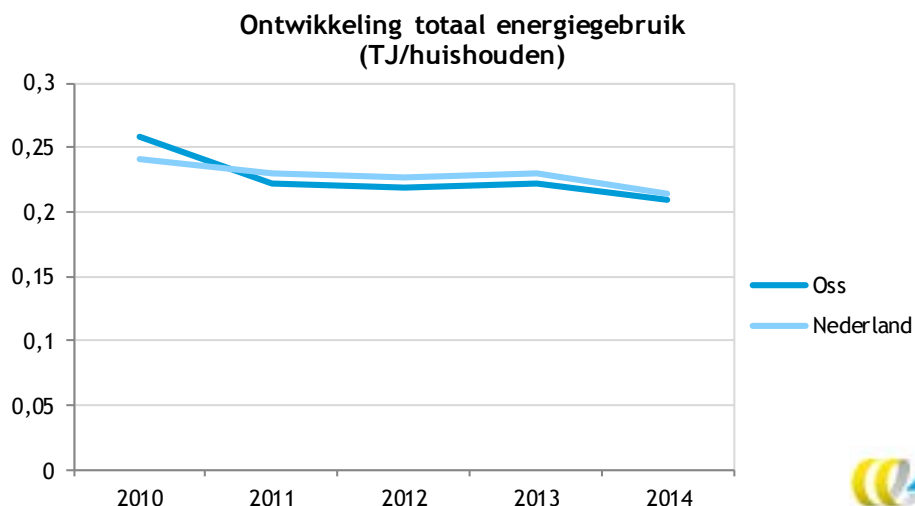
Figuur 20 Ontwikkeling van het totale finale energiegebruik¹⁷ in de gemeente Oss in vergelijking met Nederland



De daling in het finale energieverbruik in Nederland en in Oss wordt voor een deel verklaard door de warme winter in 2014 waardoor er minder gas verbruikt is. De dalende trend in Nederland vanaf 2010 heeft te maken met een afname van economische activiteiten. Het is inmiddels ook bekend dat 2015 weer een lichte stijging laat zien van het finale energiegebruik in Nederland bron (CBS, 2016). In vergelijking met Nederland is het totale energiegebruik per huishouden in Oss de laatste jaren lager dan voor Nederland.

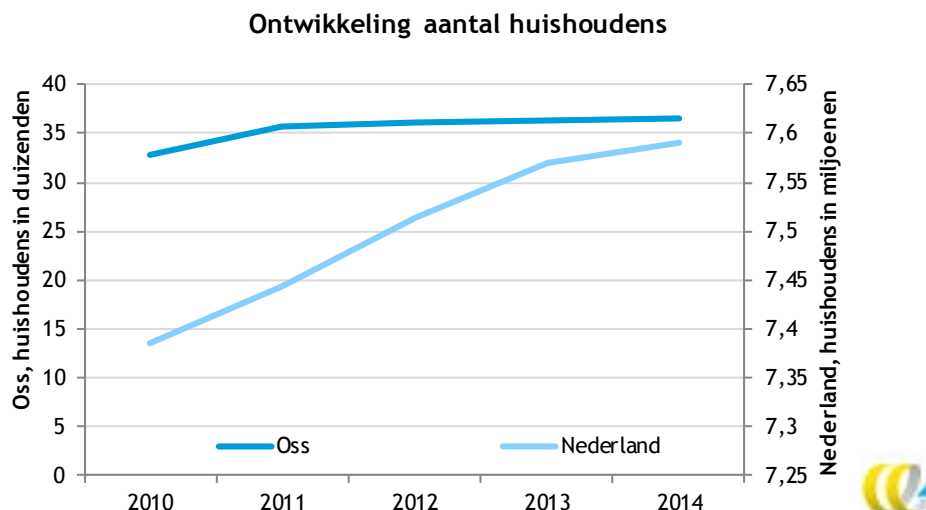
¹⁷ Finaal verbruik is het eindverbruik van energie. Het finaal verbruik is de energie die energieafnemers benutten voor energetische doeleinden. Niet-energetisch gebruik is hier niet meegenomen. Dat is het gebruik van een energiedrager voor het maken van een product dat geen energiedrager is. Een voorbeeld van niet-energetisch gebruik is dat in de petrochemische industrie bijvoorbeeld kunststoffen worden vervaardigd uit aardolieproducten.

Figuur 21 Ontwikkeling van het totale energiegebruik per huishouden in de gemeente Oss in vergelijking met Nederland



Oss had in 2014 ruim 36,500 huishoudens, Figuur 22 laat de ontwikkeling van het aantal huishoudens in Oss en Nederland in de afgelopen jaren zien. Het totale energiegebruik in Nederland en Oss daalt dus ondanks dat het aantal huishoudens stijgt. Nu moet wel bedacht worden dat het aantal huishoudens slechts een maat is om het totale energiegebruik tussen Nederland en Oss te vergelijken, uiteraard bevat het totale energiegebruik meer dan alleen het energiegebruik van huishoudens.

Figuur 22 Ontwikkeling aantal huishoudens in Oss en in Nederland als geheel



Bijlage C Indeling categorieën

Categorie	SBI	SBI-categoriennaam	Eventuele toelichting
Huishoudens	-	-	Bevat het volgende uit de Klimaatmonitor: – energiegebruik Woningen (gas, elektriciteit en warmte); – houtkachels woningen.
Lokaal verkeer	-	-	Bevat het volgende uit de Klimaatmonitor: – energiegebruik mobiele werktuigen (diesel, benzine en LPG); – energiegebruik binnen- en recreatievaart (diesel en benzine); – energiegebruik wegverkeer excl. snelwegen (diesel, benzine en LPG).
Landbouw en veehouderij	A	Landbouw, bosbouw en visserij	Landbouw, jacht, teelt, bosbouw, visserij, kwekerij, fokkerij, veehouderij.
Industrie	B	Winning van delfstoffen	
	C	Industrie	
	D	Productie en distributie van en handel in elektriciteit, aardgas, stoom en gekoelde lucht	
	E	Winning en distributie van water; afval- en afvalwaterbeheer en sanering	
	F	Bouwnijverheid	
Winkels, horeca en logies	G	Groot- en detailhandel, reparatie van auto's	
	I	Logies-, maaltijd- en drankverstrekking	Hotels, kamperen, cafés, restaurants.
Overige dienstverlening	H	Vervoer en opslag	Vervoer over land, water en lucht. Opslag en distributie van goederen incl. post(pakketten).
	J	Informatie en communicatie	Bioscopen, geluid-, film- en televisieproductie, distributie hiervan, radio-, tv-omroepen, uitgeverijen, databanken, telecommunicatie, software.
	K	Financiële activiteiten en verzekeringen	
	L	Verhuur van en handel in onroerend goed	
	M	Advisering, onderzoek en overige specialistische zakelijke dienstverlening	Advies, onderzoek, accountancy, administratie, notarissen, octrooien, PR, holdings, architecten, keuring en controle, reclame en marktonderzoek, fotografie, industrieel ontwerp, speur- en ontwikkelingswerk, veterinaire dienstverlening.
	N	Verhuur van roerende goederen en overige zakelijke dienstverlening	Verhuur, lease, arbeidsbemiddeling, uitzendbureaus, reisebemiddeling, beveiliging, opsporing, facilitair management, schoonmaken, landschapsverzorging, callcenters, krediet- en incasso, veiling.
Cultuur, sport en recreatie	R	Cultuur, sport en recreatie	Incl. loterijen en kansspelen.
Openbaar bestuur, zorg en onderwijs	O	Openbaar bestuur, overheidsdiensten en verplichte sociale verzekeringen	
	P	Onderwijs	Incl. sport- en dansscholen, bedrijfstrainingen.
	Q	Gezondheids- en welzijnszorg	
	S	Overige dienstverlening publieke sector	Levensbeschouwelijke en politieke organisaties, belangen- en ideële organisaties, hobbyclubs, reparatie van computers en consumentenartikelen, wellness, uitvaartbranche.
	U	Extraterritoriale organisaties en lichamen	Bijv. ambassades.



Bijlage D Wet milieubeheer

In deze bijlage wordt eerst kort het wettelijk kader rondom de bedrijven die onder de Wm vallen geschetst en daarna gaan we kort in op het besparingspotentieel en de eerste resultaten bij de DCMR Rijnmond en in 's-Hertogenbosch.

D.1 Wet milieubeheer en Activiteitenbesluit in Nederland

Een groot aantal bedrijven en instellingen valt onder de Wm, in totaal zijn dit er meer dan 300.000 in Nederland. Bedrijven en instellingen met een 'lagere' milieubelasting vallen daarbij doorgaans onder het Activiteitenbesluit Wm. Dit besluit geeft standardeisen waaraan voldaan moet worden, en bedrijven moeten via een melding aangeven dat ze hieraan voldoen¹⁸. Bedrijven met een hogere belasting vallen buiten het Activiteitenbesluit. Deze moeten een vergunning aanvragen. In beide situaties gelden er eisen ten aanzien van energiebesparing.

Activiteitenbesluit

Het grootste deel van de bedrijven valt onder het Activiteitenbesluit (Ministerie I&M, 2016-). Dit zijn onder andere het overgrote deel van de dienstensector, bedrijven in agrarische sectoren en kleinere industriële bedrijven. In het Activiteitenbesluit is opgenomen (art. 2.15) dat deze bedrijven energiebesparende maatregelen moeten nemen, voor zover deze een terugverdientijd hebben van kleiner dan of gelijk aan vijf jaar. Hierbij geldt een ondergrens van energiegebruik: 25.000 m³ gas per jaar, of 50.000 kWh elektriciteit. Voor bedrijven met een gebruik hoger dan 75.000 m³ gas of 200.000 kWh elektriciteit kan daarbij een energiebesparingsonderzoek worden opgelegd.

Milieuvergunning

Bedrijven met een 'zwaardere' milieubelasting vallen buiten het Activiteitenbesluit. Dit zijn onder andere grotere industriële bedrijven, grotere agrarische bedrijven en grotere instellingen in de dienstensector. Voor deze bedrijven zijn direct de eisen uit de Wm van toepassing. Deze komen de facto ook neer op het nemen van rendabele maatregelen met een terugverdientijd van vijf jaar of minder. Ook hier geldt dat bij bedrijven met een gebruik hoger dan 75.000 m³ gas of 200.000 kWh elektriciteit een energiebesparingsonderzoek opgelegd kan worden.

EU ETS

Een uitzondering zijn de bedrijven die vallen onder het EU ETS, het Europese handelssysteem voor CO₂-emissies. Voor deze bedrijven is sinds 2005 in de Wm vastgelegd dat in de Milieuvergunning geen eisen opgelegd mogen worden ten aanzien van energie-efficiency^{19, 20}.

¹⁸ Instellingen met een geringe milieubelasting, de zgn. categorie 'A'-inrichtingen, moeten wel aan de eisen uit het Activiteitenbesluit voldoen, maar hoeven geen melding in te dienen.

¹⁹ Dit is geen verplichting vanuit het EU ETS. Nederland wijkt hiermee af van omliggende landen.

²⁰ Achtergrond hiervan is het voorkomen dat bedrijven zowel in het kader van de Wm als in het kader van het EU ETS maatregelen op het vlak van energie-efficiency zouden moeten nemen.



Tabel 6 Wettelijk kader energie-eisen Wm in Nederland

Wettelijk kader	Activiteitenbesluit	Vergunningplichtig	EU ETS
Bedrijven	Ca. 300.000 bedrijven en instellingen met 'lichtere' milieubelasting	Bedrijven met zwaardere milieubelasting	Bedrijven die onder het EU ETS vallen (o.a. energetisch vermogen > 20 MW)
Bijvoorbeeld	<i>Scholen, kantoren, drukkerijen, auto-spuiterijen, agrarische bedrijven</i>	<i>Voedingsmiddelen-industrie, metaal-industrie, rubber- en kunststofindustrie, ziekenhuizen</i>	<i>Raffinaderijen, chemische industrie, staalindustrie steenfabrieken</i>
Totaal energiegebruik	Onbekend. Schatting > 400 PJ	Onbekend. Schatting: > 250 PJ	630 PJ
Vereisten Wm/Activiteitenbesluit	Maatregelen t.v.t. = < 5 jaar	Maatregelen t.v.t. = < 5 jaar	Geen

D.2 Convenant MJA3 en MEE

In dit plaatje is verder het convenant MJA3 van belang. Dit convenant is opgesteld voor bedrijven die buiten het EU ETS vallen, en heeft als centraal doel dat in de periode 2005-2020 20% energie-efficiencyverbetering wordt gerealiseerd. Bedrijven stellen daartoe elke vier jaar een Energie-efficiencyplan (EEP) op, waarbij onder andere als uitgangspunt geldt dat maatregelen met een terugverdientijd kleiner dan of gelijk aan vijf jaar worden genomen. Het bevoegde gezag beoordeelt met Agentschap NL dit plan. De procedure hiervoor is dat een bedrijf het EEP indient bij Agentschap NL en het bevoegde gezag. Agentschap NL geeft tegelijk een advies aan het bevoegde gezag en aan het bedrijf, en daarna geeft het bevoegde gezag haar oordeel over het plan.

Aan dit MJA3-convenant nemen in totaal 32, merendeels industriële bedrijfstakken deel²¹. Het totale energiegebruik van de MJA-deelnemers ligt op 237 PJ (Agentschap NL, 2013).

Voor de niet-deelnemers aan het convenant is niet goed bekend wat het energiegebruik is. Wij schatten het in op ca. 50-75 PJ²². Bij de niet-deelnemers is de centrale vraag wat het aanwezige rendabele potentieel is.

Voor bedrijven die onder het EU ETS vallen is er een vergelijkbaar convenant, namelijk het MEE-convenant. Eén en ander is samengevat in het overzicht op de volgende pagina.

²¹ Daarnaast vallen vier dienstensectoren onder de MJA3: financiële dienstverleners, hoger beroepsonderwijs, universiteiten en universitaire medische centra. De eerste twee sectoren zullen deels onder het activiteitenbesluit vallen, universiteiten en UMC's zullen doorgaans vergunningplichtig zijn.

²² Deze raming is als volgt opgebouwd: een MJA-sector kan alleen toetreden tot het convenant als de deelnemers van tenminste 80% van het totale energiegebruik vertegenwoordigen, zodat per MJA-sector maximaal 20% van het energiegebruik ligt bij niet-deelnemers. Dit komt neer op max. 50 PJ. Daarnaast is er het energiegebruik van bedrijven in bedrijfstakken die niet deelnemen aan het convenant. Dit zijn relatief minder energie-intensieve bedrijfstakken. Dit schatten we ook in op max. 50 PJ.



Tabel 7 Kader convenanten

	MJA3		MEE
	Deelnemers	Niet deelnemers MJA3	
Bedrijven	Bedrijven uit 27 sectoren in de industrie (incl. voedings- en genotmiddelen) industrie, 4 in de dienstensector en 1 in de vervoerssector	+ Bedrijven in MJA-sectoren die niet aan het convenant deelnemen + Sectoren die buiten de MJA vallen	Bedrijven die onder het EU ETS vallen, o.a. met een energetisch vermogen > 20 MW
Bijvoorbeeld	Tapijtindustrie, koffiebranderijen, zuivelindustrie, rubber- en kunststof	Diervoeder industrie, broodbakkerijen, hout-/meubelindustrie	Raffinaderijen, hoogovens, steenfabrieken
Totaal energiegebruik	237 PJ	Schatting: ca. 50-75 PJ	626 PJ
Doelstelling convenant	20% e-efficiency verbetering 2005-2020 (en 10% in de keten), opstellen EEP met maatregelen met t.v.t. = < 5 jaar		Significante verbetering energie-efficiency, opstellen EEP met maatregelen met t.v.t. = < 5 jaar

D.3 ‘Energiebesparing en Winst’ en uniforme leidraad energiebesparing

Infomil heeft hulpmiddelen voor gemeenten ontwikkeld voor de uitvoering van energiebesparing via de Wm, en draagt zorg voor uitwisseling van kennis en ervaringen. De twee belangrijkste hulpmiddelen zijn de maatregelenlijst ‘Energiebesparing en Winst’, en de ‘Uniforme leidraad energiebesparing’.

Maatregelenlijst ‘Energiebesparing en Winst’

De maatregelenlijst van ‘Energiebesparing en Winst’ geeft voor veertien branches een beschrijving van mogelijke energiebesparende maatregelen, inclusief de te verwachten terugverdientijden. Gemeenten en milieudiensten kunnen deze maatregelenlijst gebruiken bij controlebezoeken aan bedrijven om zo te toetsen of energiebesparende maatregelen al dan niet getroffen zijn.

Uniforme leidraad energiebesparing

Een tweede hulpmiddel is de uniforme leidraad energiebesparing. Dit geeft aan hoe lokale overheden een handvat om bij een bedrijf of instelling om kunnen gaan met energiebesparing via de Wm. Daarbij maakt de leidraad een onderscheid tussen klein-, midden- en grootverbruikers²³. Voor de middenverbruikers gelden de maatregelen uit ‘Energiebesparing en Winst’ als belangrijk hulpmiddel. Voor de grootverbruikers is er ook de optie van het opleggen van een energiebesparingsonderzoek.

²³ Middenverbruikers hebben een verbruik groter dan 25.000 m³ of 50.000 kWh elektriciteit/jaar; bij grootverbruiker ligt dit boven 75.000 m³ gas of 200.000 kWh elektriciteit.



D.4 Uitvoeringspraktijk

In het onderzoek 'Energie in vergunningverlening en handhaving' hebben CE Delft en de VROM Inspectie in 2010 in kaart gebracht hoe gemeenten in de praktijk bij vergunningverlening en handhaving invulling geven aan energiebesparing (VROM Inspectie; CE Delft, 2010). Uit het onderzoek volgt dat gemeenten in de gewone (zgn. 'reguliere') controles vrijwel nooit kijken naar aanwezigheid van energiebesparende maatregelen. Voor zover gemeenten in deze controles aandacht schenken aan energiebesparing, richt dit zich op het registreren van het energiegebruik en, voor zover van toepassing, controle of een energiebesparingsonderzoek is uitgevoerd. Achterliggende verklaring hiervoor is dat reguliere controles in beginsel onaangekondigd plaatsvinden, en zich richten op alle milieuaspecten. Daarbij heeft de inspecteur meestal niet de specialistische expertise in huis om te beoordelen of de voor het betreffende bedrijf mogelijke energiebesparende maatregelen zijn genomen. Een extra complicatie is dat bij een onverwacht bezoek de juiste personen van het bedrijf vaak niet aanwezig zijn.

Sinds de uitvoering van dit onderzoek is het onderwerp 'energiebesparing in milieucontroles' meer op de agenda komen te staan bij gemeenten. Het blijkt gemeenten en milieudiensten in toenemende mate brancheprojecten uitvoeren. Hierbij worden bedrijven doorgelicht aan de hand van Energiebesparing en Winst. Voor zover bekend bij de opstellers van dit rapport zijn onder andere projecten uitgevoerd bij DCMR Milieudienst Rijnmond, Milieudienst Amsterdam, gemeente Utrecht, Milieudienst IJmond, SRE Eindhoven, Omgevingsdienst Zuid-Holland Zuid, Milieudienst West-Holland en gemeente 's-Hertogenbosch. Daarnaast zijn projecten in voorbereiding in Ede, Leeuwarden en Zeist.

Hieronder gaan we kort verder in op de casus van de DCMR Milieudienst Rijnmond en de gemeente 's-Hertogenbosch. Deze resultaten zijn echter wel van ruim twee jaar geleden, dus de huidige omvang en status kunnen veranderd zijn.

DCMR Milieudienst Rijnmond

In 2008 is DCMR Milieudienst Rijnmond gestart met controleprojecten gericht op energiebesparing via de Wm. Dit gebeurt branchegewijs aan de hand van de maatregelenlijst van 'Energiebesparing en Winst'. Bij de sectoren zijn verschillende checklists gebruikt, toegespitst op de belangrijkste mogelijke maatregelen binnen de sector. Per controle is aan de hand van de maatregelenlijst bekeken welke besparende maatregelen aanwezig zijn. Voor de ontbrekende maatregelen moet het gecontroleerde bedrijf/instelling aangeven wanneer ze deze maatregelen gaat treffen.

Resultaten

Uit de bedrijfscontroles volgt per bedrijf welke maatregelen wel en niet zijn geïmplementeerd. DCMR duidt bedrijven die de meeste mogelijke maatregelen hebben doorgevoerd aan als 'koploper', en bedrijven waar nog veel maatregelen niet zijn getroffen als 'achterblijver'. Bij het merendeel van de gecontroleerde bedrijven blijkt een substantieel aantal besparende maatregelen niet genomen. Vooral in de sectoren voortgezet onderwijs, zorginstellingen en kantoren zijn er weinig 'koplopers', bij de bouwmarkten ligt dit



hoger²⁴. De gunstige resultaten voor de bouwmarkten worden door DCMR verklaard uit het hoge bewustzijn dat deze bedrijven hebben ten aanzien van energiebesparende maatregelen. Ter illustratie geeft Tabel 8 een overzicht van belangrijke ontbrekende energiebesparende maatregelen in deze vier sectoren. In veel gevallen ontbreken daglichtafhankelijke verlichting, hoogfrequente verlichting en bewegingssensoren.

Tabel 8 Ontbrekende energiebesparende maatregelen

	Onderwijs	Zorg- instellingen	Kantoren	Bouw- markten ²⁵
Verlichting daglichtafhankelijk geregeld	93%	85%	85%	
Hoogfrequente verlichting	82%	73%	68%	28%
Bewegingssensor	80%	73%	64%	36%
Monitoring energiegebruik	65%	51%	47%	46%
CV-leidingen en appendage geïsoleerd	62%	62%	8%	8%
Powermanagement op PC's	36%		26%	
Afzuiging warmte-overschot bij de bron ²⁶	36%		53%	
Frequentiegeïsoleerde CV-pompen	26%	36%	25%	
HR-ketel	41%	30%	15%	
Automatische schuifdeuren juist gebruikt				31%
Energiezuinige buitenverlichting				36%

De tabel geeft aan bij hoeveel % van de bedrijven de maatregel *nog niet* aanwezig is.

Op basis van de aanwezigheid van maatregelen is met de zogenaamde EM-WM-tool de potentiële besparingen berekend. Deze resultaten zijn opgenomen in Tabel 9²⁷.

Tabel 9 Resultaten brancheprojecten energiebesparing DCMR Milieudienst Rijnmond

Sector	Aantal bedrijven	Besparing (%)				Berekening
		Gas	Elektriciteit	Energie	CO ₂	
Voortgezet onderwijs	200	19,7	20,3	20,0	20,0	EM-Wm tool
Kantoren	60	16,7	16,7	16,7	16,7	EM-Wm tool
Zorginstellingen	133	13,8	21,6	17,7	18,0	EM-Wm tool
Supermarkten	151	15,6	28,0	25,4	25,8	EM-Wm tool
Bouwmarkten	39	-	10,0	4,1	3,2	Eigen berekening

²⁴ Percentages koploper: zorginstellingen: 8%, voortgezet onderwijs: 7%, kantoren: 16%, bouwmarkten: 54%.

²⁵ Gegevens niet volledig beschikbaar, want niet ingevoerd in EM-WM-tool.

²⁶ Bijv. bij kopieerapparaten.

²⁷ De ramingen met de EM-WM-tool zijn niet opgenomen in de rapportages (de tool kwam later beschikbaar dan de rapportages).



Gemeente 's-Hertogenbosch: kantoren en bouwmarkten

De gemeente 's-Hertogenbosch is in 2011 gestart met een programma voor energiebesparing via de Wm bij grotere gebruikers van energie. Per augustus 2012 waren in totaal 254 bedrijven en instellingen doorgelicht, verdeeld over de sectoren kantoren, bouwmarkten/tuincentra/hypermarkten, scholen, horeca en zorginstellingen. De bedrijven en instellingen zijn in een angekondigd bezoek doorgelicht op aanwezigheid van besparende maatregelen, aan de hand van checklists op basis van 'Energiebesparing en Winst'. In de aanpak is veel aandacht besteed aan voorlichting over de projectaanpak en mogelijke maatregelen. Resultaten voor de sector kantoren zijn gerapporteerd in een interne notitie. Volgens de rapportage werkt de aanpak over het algemeen goed. Daarnaast heeft de gemeente 's-Hertogenbosch voor de sector bouwmarkten/tuincentra/hypermarkten eerste resultaten over de implementatie van energiebesparende maatregelen beschikbaar gesteld. Voor de sectoren horeca en zorginstelling zijn geen gegevens beschikbaar.

Figuur 23 Werkwijze energiebesparingsproject gemeente 's-Hertogenbosch

Werkwijze:

1. Afspraak maken en schriftelijk bevestigen
2. Eerste bezoek, bespreken maatregelen checklist en bekijken CV-ruimte, serverruimte, klimaatbehandeling, verlichting, dak (airco's)
3. Brief met verzoek om indienen compleet ingevulde checklist of direct al plan van aanpak.
4. Invorderen (termijn 3 mnd) en beoordelen Plan van aanpak
 - a. Na ontvangst en beoordeling vastleggen Plan van aanpak met maatregelen en termijnen vastleggen, óf
 - b. Bij geen ontvangst Plan van aanpak, opleggen maatregelen met standaardtermijnen, óf
 - c. Als er te weinig duidelijkheid is verkregen tijdens eerste bezoek over haalbare maatregelen, alsnog opleggen uitvoeren energiebesparingsonderzoek.
5. Hercontrole na afloop termijnen
6. Handhaving als gebruikelijk

Bron: 's-Hertogenbosch, 2011.

Resultaten doorlichting Kantoren

In het project zijn in totaal 139 grote kantoren bezocht. Een aanzienlijk aantal kantoren had energiebesparende maatregelen van de checklist nog niet doorgevoerd. De implementatiegraad van maatregelen vertoont grote overeenkomst met de resultaten van de doorlichting van DCMR. Hieruit blijkt dat voor vijf maatregelen de implementatiegraad vrijwel gelijk is. Twee besparende maatregelen (HR-ketel en frequentiegeregelde CV-pompen) zijn in 's-Hertogenbosch bij minder kantoren aanwezig, terwijl bij juist meer kantoren afzuiging van warmte bij de bron is gerealiseerd. Het besparingspotentieel is niet doorgerekend met de EM-WM-tool²⁸. CE Delft schat in dat het besparingspotentieel vergelijkbaar zal zijn dan dat wat berekend is bij DCMR Milieudienst. Mogelijk ligt het iets hoger omdat de maatregel 'plaatsing van HR-ketels' een relatief grote impact heeft, en er op dit vlak in 's-Hertogenbosch nog relatief veel potentieel ligt. Het potentieel komt dan uit op circa 17-19%. In de rapportage doet de gemeente zelf een 'voorzichtige schatting' dat bij de kantoren 15% bespaard kan worden.

²⁸ De gemeente Den Bosch heeft deze tool nog niet in gebruik, en het was binnen het bestek van dit project niet haalbaar de resultaten alsnog in de tool in te voeren.



Resultaten doorlichting bouwmarkten/tuincentra/hypermarkten

De gemeente 's-Hertogenbosch heeft 25 bedrijven doorgelicht in de grote detailhandel: bouwmarkten, tuincentra en hypermarkten. Tabel 10 geeft de implementatiegraad van enkele typerende maatregelen. Ter vergelijking zijn daarbij de resultaten weergegeven van de doorlichting van bouwmarkten door DCMR. De implementatiegraad van enkele belangrijke maatregelen ligt wat lager dan bij DCMR.

Tabel 10 Ontbrekende energiebesparende maatregelen bij bouwmarkten/ tuincentra/ hypermarkten

	Bouwmarkten/tuincentra/hypermarkten
Hoogfrequente verlichting	46% (28%)
Bewegingssensor	58% (36%)
Monitoring energiegebruik	17% (46%)
CV-leidingen en appendages geïsoleerd	17% (8%)

De tabel geeft aan bij hoeveel % van de bedrijven de maatregel *nog niet* aanwezig.
Ter vergelijking (tussen haakjes) de resultaten bij het project van DCMR.





Ruimtelijke verkenning naar Duurzame Energie in Oss

Mogelijkheden voor het realiseren van de
ambitie energieneutraal Oss in 2050

projectnummer 411007
definitief
7 april 2017

Ruimtelijke verkenning naar Duurzame Energie in Oss

Mogelijkheden voor het realiseren van de ambitie energieneutraal Oss in 2050

projectnummer 411007

definitief
7 april 2017

Auteurs

Wilco Wolfs
Maarten de Vlugt
Luc Pellis

Opdrachtgever

Gemeente Oss
Postbus 5
5340 BA Oss

datum vrijgave	beschrijving revisie	goedkeuring	vrijgave
7/4/2017	definitief	drs. J.A.A. van de Heijning	ir. H.A.M. van de Wetering

Inhoudsopgave

Blz.

Samenvatting	3
1 Inleiding	5
1.1 Leeswijzer	5
2 Windenergie	6
2.1 Wat verstaan we onder windenergie?	6
2.2 Wat levert windenergie op?	6
2.3 Voorwaarden aan de omgeving: waar kan het wel en waar niet?	7
2.4 Voorwaarden die gebieden uitsluiten: waar mag het wel en waar niet?	7
2.5 Mogelijke locaties voor windenergie in Oss	9
2.6 De rol van windenergie in de Osse energietransitie	12
2.7 Innovaties & kleinschalige vormen van windenergie	12
2.8 Samenvatting windenergie	13
3 Zonne-energie	14
3.1 Wat verstaan we onder zonne-energie?	14
3.2 Wat levert zonne-energie op?	14
3.3 Voorwaarden aan de omgeving: waar kan het wel en waar niet?	15
3.4 Voorwaarden die gebieden uitsluiten: waar mag het we en waar niet?	16
3.5 Mogelijke locaties voor zonne-energie in Oss	16
3.6 De rol van zonne-energie in de Osse energietransitie	17
3.7 Innovaties & kleinschalige vormen van zonne-energie	18
3.8 Samenvatting zonne-energie	18
4 Waterkracht	19
4.1 Wat verstaan we onder waterkracht?	19
4.2 Wat levert waterkracht op?	19
4.3 Voorwaarden aan de omgeving: waar kan het wel en waar niet?	19
4.4 Voorwaarden die gebieden uitsluiten: waar mag het wel en waar niet?	20
4.5 Potentiële locaties voor waterkracht in Oss	20
4.6 De rol van waterkracht in de Osse energietransitie	21
4.7 Innovaties & kleinschalige vormen van waterkracht	21
4.8 Samenvatting waterkracht	21
5 Bodemenergie	22
5.1 Wat verstaan we onder bodemenergie?	22
5.2 Wat levert bodemenergie op?	23
5.3 Voorwaarden aan de omgeving: waar kan het wel en waar niet?	23
5.4 Voorwaarden die gebieden uitsluiten: waar mag het wel en waar niet?	24
5.5 Mogelijke locaties voor bodemenergie in Oss	25

5.6	De rol van bodemenergie in de Osse energietransitie	26
5.7	Innovaties & kleinschalige vormen van bodemenergie	27
5.8	Samenvatting bodemenergie	28
6	Bio-energie	29
6.1	Wat verstaan we onder bio-energie?	29
6.2	Wat levert bio-energie op?	29
6.3	Voorwaarden aan de omgeving: waar kan het wel en waar niet?	30
6.4	Voorwaarden die gebieden uitsluiten: waar mag het wel en waar niet?	30
6.5	Potentiele locaties voor bio-energie in Oss	31
6.6	De rol van bio-energie in de Osse energietransitie	32
6.7	Innovaties & kleinschalige vormen van bio-energie	33
6.8	Samenvatting bio-energie	34

Samenvatting

Gemeente Oss heeft de ambitie om in 2050 energieneutraal te zijn. Dat kan deels door op het huidige energieverbruik te besparen. Anderzijds kan dat doel worden gehaald door duurzaam opgewekte energie te gebruiken. Oss zet in op 50% besparing van de energieconsumptie in 2050, ten opzichte van nu. Daarnaast is Gemeente Oss van plan van de resterende energiebehoefte ongeveer de helft van buiten de gemeente te betrekken en wil men het resterende deel op eigen grondgebied opwekken. Onderzoek van CE Delft heeft inzichtelijk gemaakt dat het noodzakelijk is om in dat geval 1.910 Terajoule (TJ) binnen de gemeentegrenzen op te wekken.

Dit rapport bevat een verkenning naar vijf hoofdvormen van duurzame energie en de mogelijkheden daarvan voor Oss. Het is in de basis een ruimtelijke verkenning. Een verkenning gestoeld op randvoorwaarden die door de huidige wet- en regelgeving aan de diverse vormen van duurzame energie wordt gesteld. *Waar mag het?* Daarnaast wordt er aandacht aan randvoorwaarden die nodig zijn om de energievormen toe te kunnen passen. *Waar kan het?* Ook daar wordt in voorliggend rapport aandacht aan besteed. Hieruit volgt inzicht in de mogelijkheden van toepassing van de energievormen voor Oss en de rol die de energievormen kunnen spelen in de Osse energietransitie. *Wat kan het bijdragen aan duurzame energie voor Oss?* Per energievorm is dit vertaald in een kanskaart met toelichting.

Windenergie vraagt veel ruimte en heeft een impact in een wijde omtrek. Bij de inpassing van windenergie is diverse regelgeving van toepassing. Windenergie kan dus niet overal. Het Osse grondgebied is omvangrijk en kent grote open gebieden. Er is ruimte voor windenergie. Op enkele plekken is plaats voor kleine lijn- of clusteropstellingen. Een aantal gebieden binnen de gemeente biedt goede potentie voor de inpassing van grotere opstellingen van windturbines:

- ✓ het open agrarisch gebied aan de westzijde van de gemeente, tegen de grens met gemeente 's-Hertogenbosch;
- ✓ een gebied aan de noordoostzijde van de gemeente, aan de Maas;
- ✓ het gebied ten noordoosten van Oss, grofweg gelegen ten zuidoosten van het dorp Haren en ten noorden van de spoorlijn Oss-Nijmegen;
- ✓ het open gebied direct ten noordoosten van de kern Oss dat aansluit op bedrijventerrein Elzeburg-de Geer, met als mogelijkheid een directe verbinding met aanwezige bedrijfs- en industriële activiteiten als gebruikers.

Windenergie vraagt veel ruimte, maar is ook effectief. De grote windmolens wekken veel energie op. Met circa 90 grote windmolens kan worden voorzien in de hele Osse energiebehoefte in 2050.

Zonne-energie is flexibel, vraagt weinig van zijn omgeving en kan daardoor beperkte impact op de omgeving worden ingepast. Zonne-energie kan dus op veel plekken. Anders dan bij windenergie, kan uit veel meer locaties worden gekozen voor de toepassing van zonne-energie. Keuzes voor de landschappelijk en technisch meest optimale locaties liggen dan ook voor de hand. Zonne-energie biedt kansen voor dubbelgebruik van locaties, wanneer er een slimme koppeling met andere functies wordt gemaakt. Bijvoorbeeld dak opstellingen van grote bedrijfspanden of nabij windmolens. Zonne-energie biedt mogelijkheden om een substantiële bijdrage te leveren aan de Osse energiebehoefte in 2050. Er is wel een omvangrijk oppervlak met zonnepanelen voor nodig. Het exacte oppervlak is van allerlei factoren afhankelijk, met indicatief 6 - 9,5 km² kan in de volledige Osse ambitie van 1.900TJ worden voorzien.

Waterkracht biedt beperkte, nog onzekere, mogelijkheden voor een bijdrage aan de Osse energietransitie. Oss ligt niet aan of nabij zee, getijdenenergie of Osmose zijn daarmee geen

mogelijkheid. Wel zijn er waterstromen die de gemeente passeren of doorkruisen. Hierdoor bestaan mogelijkheden voor de productie van elektriciteit met stromend water, door een stuw of sluis. In de Maas wordt waterkracht al benut bij het Prinses Maximasluizencomplex. Een bestaand kunstwerk in een waterloop dat nog niet wordt benut voor het opwekken van energie zijn de schutsluizen bij Macharen in het burgemeester Delenkanaal. In aanleg is het mogelijk om daar elektriciteit uit waterkracht te winnen. De technische, economische en praktische haalbaarheid zal nader onderzocht moeten worden, net als de feitelijke omvang van de energie die kan worden gewonnen op de locatie.

Bodemenergie biedt goede mogelijkheden om de warmtevraag duurzaam in te vullen en wordt daardoor voor de toekomst beschouwd als een belangrijke vervanger aardgas. Warmte- en koudeopslag (WKO), waarbij temperatuurverschillen tussen lucht en de ondiepe ondergrond (tot 500 meter) worden benut, kan en mag op veel plekken. De techniek wordt al toegepast in (kantoor)panden en woonwijken van recente datum en leent zich voor verdere uitrol. Geothermie is grootschaliger, het gaat om het winnen van aardwarmte van grotere diepte (500 tot 3.500 meter). Geothermie kan niet overal en heeft impact op zijn omgeving. De opsporing en winning van aardwarmte dieper dan 500 meter valt onder de strenge Mijnbouwwet. Onderzoeksinstituut TNO heeft de potentie voor geothermie, gebaseerd op geschiktheid van de ondergrond, voor Nederland in beeld gebracht. Hieruit blijkt enkele locaties, vooral in het westelijk deel van het Osse grondgebied, potentie hebben voor het winnen van energie met geothermie.

Voor de haalbaarheid van bodemenergie is de combinatie van passende *vraag* en *aanbod* op een locatie maatgevend. Het distribueren van warmte over grotere afstand is technisch erg lastig, vanwege de omvangrijke infrastructuur die nodig is voor aan- en afvoer van water tussen de bron en gebruiker. De verwachting is dat technisch gezien een groot deel van de Osse warmtevraag in 2050 (ruim 1.020 TJ) ingevuld kan worden met bodem warmte-installaties. Er zijn specifieke installaties, radiatoren en/of vloerverwarming nodig voor bodemenergie. Daarnaast vraagt het om grootschalige aanleg van distributie netten. Voor het op grote schaal benutten van bodemenergie zijn dus grote technische en economische inspanning nodig.

Bio-energie toont de meeste vergelijking met conventionele (kolen of gas) energie. Simpel gezegd, is enkel de brandstof verschillend. Bio-energie is er gebaseerd op uiteenlopende reststromen bijvoorbeeld vanuit mest, hout- en gft afval, rioolslib en akkerbouw. Deze worden tot in verschillende processen tot verschillende producten verwerkt, zoals biogas, groengas en elektriciteit.

Een voordeel ten opzichte van andere duurzame energievormen is dat bio-energie installaties regelbaar zijn. Ze kunnen productie en vraag op elkaar afstemmen. Daarnaast is bio-energie geconcentreerd; met één installatie kan veel energie worden opgewekt. De locatie van installatie die werken op verplaatsbare reststromen (hout, gft, landbouwresidu) kan worden gekozen. De vragen *waar kan het* en *waar mag het* zijn daarom niet van primair belang om de bijdrage van bio-energie aan de Osse energietransitie te bepalen. De bijdrage van bio-energie is sterk afhankelijk van de omvang van beschikbare reststromen. De gemeente Oss levert momenteel 25.000 ton biomassa aan een bio-energiecentrale buiten de gemeente. Wanneer deze biomassa hiermee kan, in een gunstig geval, in circa 10% van de energiebehoefte worden voorzien. Door een intensiever gebruik van beschikbare reststromen, bijvoorbeeld op de RWZI Oijen, kan het aandeel mogelijk worden verhoogd. Bio-energie projecten zijn technisch en daardoor economisch complex vergeleken met zon- en windenergie.

1 Inleiding

Gemeente Oss heeft als ambitie om in 2050 energieneutraal te zijn. Dat kan deels door op het huidige energieverbruik te besparen. Anderzijds kan dat doel worden gehaald door duurzame energie te gebruiken. Deels door duurzame energie op te wekken binnen de gemeentegrenzen van Oss en deels door duurzame energie van elders te gebruiken, bijvoorbeeld van windmolens op de Noordzee. Gemeente Oss kiest er voor om globaal 25% van de totale energiebehoefte in 2050 binnen de eigen gemeentegrenzen op te wekken. Die keuze betekent dat er veel energie lokaal opgewekt gaat worden. Grootschalig vormen van duurzame energie binnen de gemeentegrenzen van Oss zijn daarvoor noodzakelijk.

Een ruimtelijke verkenning naar alle duurzame energiesoorten is nodig om de verschillende mogelijkheden voor Oss in beeld te brengen. Dit rapport bevat deze verkenning. Een verkenning gebaseerd op randvoorwaarden die door de huidige wet- en regelgeving aan de diverse vormen van duurzame energie wordt gesteld. Omgekeerd stellen duurzame vormen van energie randvoorwaarden aan de omgeving en aan een optimaal gebruik. Ook daar wordt in voorliggend rapport aandacht aan besteed.

1.1 Leeswijzer

Dit rapport is opgebouwd langs vijf hoofdvormen van duurzame energie. Van elk van deze vormen wordt een beschrijving gegeven van de mogelijkheden van toepassing er van in Oss. Per energievorm is dit vertaald in een kanskaart met toelichting. De hierna volgende hoofdstukken zijn als volgt opgebouwd:

1. Een omschrijving van de duurzame energievorm: *Waar praten we nu eigenlijk over?*
2. De randvoorwaarden die de energievorm aan de omgeving stelt. *Wat is er nodig om de betreffende technologie te kunnen toepassen, waar kan het?*
3. De mogelijke opbrengst van de energievorm. *Wat levert het op aan duurzame energie?*
4. Welke voorwaarden stelt de energievorm aan de omgeving. *Waar kan het?*
5. Welke voorwaarden stelt de omgeving¹ aan de energievorm. *Waar mag het?*
6. Als resultaat van de verkenning: welke mogelijkheden, vanuit ruimtelijk oogpunt, bieden de verschillende energievormen voor Oss?
7. Inzicht in kansen en kansrijke locaties van de betreffende energievorm voor Oss en een doorkijkje naar het aandeel die de duurzame energievorm kan gaan spelen in de Osse energietransitie.
8. Afsluiting met een korte inkijk in kleinschalig gebruik, (verwachte) ontwikkelingen en een samenvatting per energievorm.

De ruimtelijke toepassing van duurzame energievormen in Oss kunnen afzonderlijk en gezamenlijk in een digitale kanskaart worden beoordeeld. Een interactieve digitale dashboard toepassing geeft daarvoor de kansen voor een mix van energievormen ruimtelijk weer. Hierdoor wordt de kwantitatieve opgave (25% van het energieverbruik) verbonden met de ruimtelijke mogelijkheden van een mix van duurzame energievormen.

¹ Nabij de gemeentegrens moet vanzelfsprekend rekening met beperkingen aan de andere kant van de grens worden gehouden. Daarom is voor de mogelijkheden voor duurzame energie in Oss ook een gebied van 3 km rondom de gemeentegrens van Oss betrokken.

2 Windenergie

2.1 Wat verstaan we onder windenergie?

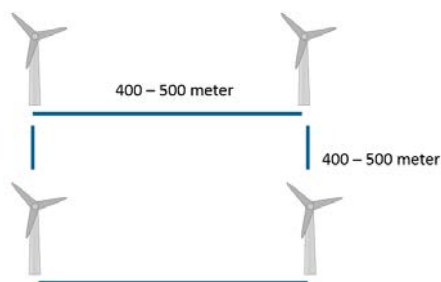
Windenergie is energie die opgewekt wordt door de bewegingsenergie van stromende lucht, wind, te benutten. Die energie wordt door het aandrijven van een generator in een windmolen omgezet in elektriciteit. Windmolens zijn er van klein, voor op het dak van een woning of op een erf, tot groot, met een tiphoogte van meer dan 200 meter. Met windenergie wordt hier het benutten van windkracht met grondgebonden windmolens van grote omvang en vermogen bedoeld.

Windturbine

Een windturbine met een tiphoogte tussen circa 150 meter en circa 210 meter en een geïnstalleerd vermogen van meer dan 2MW.

Windpark

Een opstelling van drie of meer windturbines met een tiphoogte tussen circa 150 meter en circa 210 meter en een geïnstalleerd vermogen van meer dan 2MW per stuk. De opstelling kan op verschillende manieren worden vorm gegeven. In de praktijk komen naast lijnopstellingen ook raster- en wolkopstellingen voor. Een rasteropstelling geeft het grootste aantal windturbines per km² en dus ook de meeste opbrengst van elektriciteit per km². In figuur 2.1 is een voorbeeld van een kleine rasteropstelling te zien.



Figuur 2.1: raster als mogelijke parkopstelling windturbines

2.2 Wat levert windenergie op?

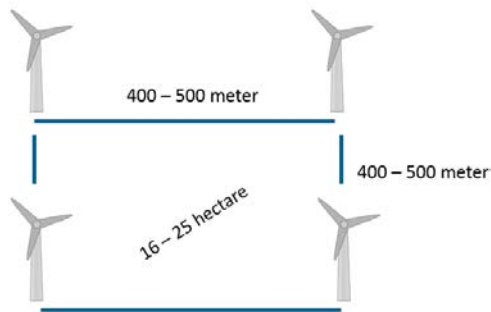
- **Energieopbrengst per windturbine**

Een moderne windturbine met een ashoogte van circa 120 meter en rotordiameter van circa 120 meter produceert op een locatie in het binnenland indicatief circa 7.500 -10.000 MWh per jaar. De exacte productie is afhankelijk van verschillende factoren, zoals het windaanbod op locatie, opstelling van de turbine (alleen of in een park) en de exacte hoogte en rotordiameter. Maar ook van duur van de stilstand vanwege onderhoud of om hindereffecten op bijvoorbeeld vogels te beperken.

- **Energieopbrengst per hectare**

Windturbines worden om uiteenlopende redenen veelal in *parkopstelling*, dat wil zeggen met meerdere windmolens in slimme samenhang met elkaar, geplaatst. Een windpark in een rasteropstelling van vier turbines met een onderlinge afstand van 400-500 meter claimt een

gebied met een oppervlakte van 0,16 - 0,25km² (16 - 25 hectare). Dit is schematisch weergegeven in figuur 2.2. De opbrengst per hectare is daarmee gemiddeld op circa 1,5 GWh per hectare per jaar. Het gebied tussen de windturbines blijft bruikbaar voor andere functies. Agrarische, recreatieve, en een beperkt aantal bedrijfsmatige functies zijn goed verenigbaar met een windpark.



Figuur 2.2: oppervlakte gebruik windmolenpark

2.3 Voorwaarden aan de omgeving: waar kan het wel en waar niet?

Voor windenergie is ten eerste windaanbod van belang. Het windaanbod varieert, ook binnen Nederland, per locatie, in de tijd en met hoogte. Daarnaast hebben windmolens relatief veel ruimte nodig. Ruimte ten opzichte van andere infrastructuur en ruimte vanwege een minimale onderlinge plaatsingsafstand.

- **Onderlinge afstand: plaatsingsruimte**

Het feitelijke grondgebruik van een individuele windturbine en bijbehorende infrastructuur, zoals kabels, transformator en schakelstation, is beperkt. De omvang en het ontwerp van de infrastructuur van het gehele park is afhankelijk van type windmolen, locatie en situering. Ook de bodemgesteldheid ter plaatse is van belang. De bekabeling voor de afvoer van de geproduceerde elektriciteit wordt ondergronds aangelegd. Daarnaast is er een ronde fundatie van de turbine met een gemiddelde diameter van 15 à 20 meter, een toegangsweg en een kraanopstelplaats van gemiddeld circa 30 bij 40 meter. Het grondgebruik van een individuele turbine inclusief alle bijbehoren zal in de regel maximaal 10.000M² (1 hectare) beslaan.

Windturbines dienen op een onderlinge afstand van circa viermaal de rotordiameter te worden geplaatst. Deze tussenafstand is nodig vanwege turbulentie van de luchtstroom die de wieken veroorzaken. Wanneer de windturbines op een te korte afstand van elkaar worden geplaatst heeft dit een negatief effect op de omvang van de elektriciteitsproductie, waarmee de opbrengst als totaal vermindert. Daarnaast leidt te veel turbulentie tot te hoge dynamische krachten op de constructie waardoor de levensduur beperkt wordt. Bij windturbines met een rotordiameter in de range van 100-120 meter is er daarom een onderlinge afstand van 400-500 meter gebruikelijk.

2.4 Voorwaarden die gebieden uitsluiten: waar mag het wel en waar niet?

Naast beleid is er ook wet- en regelgeving van invloed op de keuze van de locaties waar windturbines kunnen worden geplaatst. Door regelgeving voor geluid, slagschaduw, veiligheid en radarverstoring gelden minimale afstanden voor windturbines tot bepaalde objecten of zelfs uitsluiting van bepaalde gebieden. De gehanteerde vuistregel afstanden voor de kanskaart windenergie zijn in tabel 2.1 samengevat weergegeven. De feitelijke afstanden zijn project specifiek en afhankelijk van locatie, type en omvang van turbine. Daarom zijn hier gemiddelde

vuistregel waarden gehanteerd. Overigens neemt de omvang van de gehanteerde afstanden niet evenredig toe met de grootte van de windturbine.

Tabel 2.1: gehanteerde vuistregelafstanden windturbines t.b.v. kansencarten

	minimaal	maximaal
gevoelige objecten	350	500
Hoogspanning- en buisleidingen	130 meter	180 meter
auto-, spoor-, en waterwegen	-	60 meter
kwetsbare objecten	130 meter	180 meter
beperkt kwetsbare objecten	40 meter	60 meter

- **Afstand tot geluid gevoelige objecten**

Woningen, scholen en ziekenhuizen zijn door het gebruik gevoelige objecten voor geluid- en slagschaduw. In het Activiteitenbesluit zijn normen gesteld aan de emissie die een windturbine mag hebben van geluid² en slagschaduw³. Geluidemissie is maatgevend voor de afstand van windturbines tot gevoelige objecten, slagschaduw is relatief eenvoudig en tegen beperkte productieverliezen te beperken. De geluidemissie van een windturbine of een windpark is van diverse factoren afhankelijk, zoals de ruwheid van de omgeving, de lokale windcondities, de parkopstelling, het turbinetype en eventuele getroffen beperkende maatregelen. Op basis van ervaring stellen wij dat het niet reëel is een windturbine met de afmeting als genoemd in paragraaf 2.1 op kortere afstand dan 350 meter van een gevoelig object te plaatsen. Eventuele geluid beperkende maatregelen hebben dan zodanig effect op de productie van de turbine, dat deze niet meer economisch interessant is. Op een afstand van meer dan 500 meter zijn geen, of zeer beperkt, beperkende maatregelen nodig. Geluidsemissie is turbine afhankelijk, onder andere van het toerental en van de aerodynamica. Grotere turbines hebben een lager toerental en moderne turbines een steeds betere aerodynamica, waardoor grotere turbines dus niet evenredig meer geluid produceren.

- **Afstand tot hoogspanning- en buisleidingen**

Tennet, de beheerder van het hoogspanning(elektriciteit)netwerk in Nederland, hanteert voor de minimale afstand van windturbines tot de leidingen in haar beheer de werpafstand bij nominaal toerental (WANom) om de leveringszekerheid te garanderen. De werpafstand bij nominaal toerental is de maximale afstand waarop een windmolen wiek terecht kan komen wanneer deze wordt afgeworpen bij maximaal toerental. Plaatsing binnen deze afstand is alleen mogelijk na instemming van Tennet. Ook Gasunie hanteert voor haar ondergrondse gasleidingen een werpafstand bij nominaal toerental (WANom) als minimale plaatsingsafstand voor windturbines. Plaatsing binnen deze afstand is alleen mogelijk na overleg met Gasunie. Op basis van ervaring stellen wij dat maximale werpafstand tot elektriciteit- en gasleidingen bij nominaal toerental van een windturbine met de afmeting als genoemd in paragraaf 2.1 varieert tussen 130-180 meter.

- **Afstand tot auto-, spoor-, en waterwegen**

Zonder vergunning van de betreffende beheerder van de infrastructuur mogen de bladen van een windturbine niet over auto, spoor- en waterweg draaien. Voor een windturbine met de afmeting als genoemd in paragraaf 2.1 varieert de overdraai tussen circa 40 en 60 meter. Deze

² Artikel 3.14^a Activiteitenbesluit: ten hoogste 47 dB L_{den} en 41 dB L_{night} Op de gevel van gevoelige gebouwen

³ Artikel 3.12 Activiteitenregeling: niet meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten per dag slagschaduw op licht doorlatende delen van de gevel.

afstand is gelijk aan de afstand van de mast van de windmolen tot de rand van de weg. We hanteren daarom een afstand van 60 meter tot weg, spoor- en waterwegen als zachte belemmering. Wegen vormen een zachte belemmering omdat het 'nee tenzij' principe van toepassing is. De wegbeheerder kan toestemming verlenen voor het overdraaien van turbinebladen over zijn weg, indien voldoende is aangetoond dat de veiligheidssituatie daardoor niet onaanvaardbaar verslechterd.

- **Afstand tot kwetsbare objecten**

Kwetsbare objecten zijn woningen (bedrijfswoningen uitgezonderd), kantoren > 1.500m² vloeroppervlak en "*objecten bestemd voor meer dan 50 personen gedurende langere aaneengesloten tijd*". Binnen de PR 10⁻⁶ contour⁴ van de windturbines zijn geen kwetsbare objecten toegestaan. Deze contour is de straal van een denkbeeldige cirkel rondom de windturbine, gemeten vanaf de mast. Op basis van ervaring stellen wij dat voor een windturbine met de afmeting als genoemd in paragraaf 2.1 de PR 10⁻⁶ contour ligt tussen 130 en 180 meter. Vanwege veiligheidsregelgeving moet deze minimale afstand tot kwetsbare objecten worden aangehouden. Door het lagere toerental van grotere windturbines is de werpafstand bij nominaal toerental en de PR 10⁻⁶ contour niet of nauwelijks groter dan van kleinere turbines.

- **Afstand tot beperkt kwetsbare objecten**

Beperkt kwetsbare objecten zijn nagenoeg alle objecten die bestemd zijn voor menselijk verblijf, voor zover niet als kwetsbaar aangemerkt. Beperkt kwetsbare objecten zijn bijvoorbeeld kleine bedrijfskantoren, -loodsen en bedrijfswoningen. Binnen de PR 10⁻⁵ contour⁵ van de windturbines zijn geen beperkt kwetsbare objecten toegestaan. Voor een windturbine met de afmeting als genoemd in paragraaf 2.1 varieert de PR 10⁻⁵ contour tussen 40 en 60 meter. De omvang van de PR 10⁻⁵ contour is gelijk aan de lengte van de turbinebladen en neemt dus evenredig toe met de omvang daarvan.

- **Afstand tot radarinstallaties van defensie en luchtvaart**

Om het goed functioneren van defensie- en luchtvaartradar installaties te waarborgen zijn in de landelijke Regeling algemene regels ruimtelijke ordening (Rarro) toetsingsgebieden rond deze installaties vastgelegd. Bij voorgenomen ontwikkelingen, zoals het plaatsen van windturbines, dient door defensie te worden getoetst of deze de werking van de systemen niet onacceptabel nadelig beïnvloeden. Het zuidoostelijk deel van de gemeente Oss valt in de Controlled Traffic Region (CTR) zone van de MASS verkeersleidingradar op vliegveld Volkel. Voor de CTR-zone gelden voor radarverstoring strengere normen dan voor gebieden buiten deze zone. In de CTR-zone worden de plaatsingsmogelijkheden in aantal en omvang van windturbines aanzienlijk beperkt. Boven een bepaalde, locatiespecifieke, bouwhoogte is het laten uitvoeren van een toetsingsberekening op radar verstoring voor alle bouwwerken verplicht. Omdat de bouwhoogte in veel gebieden net boven de 100 meter ligt, krijgen bijna alle windparken in Nederland met deze toetsingsplicht te maken.

2.5 Mogelijke locaties voor windenergie in Oss

De gemeente Oss heeft een omvangrijk buitengebied dat intensief wordt benut voor agrarische activiteiten. De dichtheid van (agrarische bedrijfs-)woningen is in een groot deel van deze gebieden beperkt. Omdat afstand tot woningen, vanwege geluidregelgeving, een bepalende factor is voor de kansrijkheid van inpassing van windturbines bieden deze agrarische gebieden goede kansen voor het inpassen van windturbines.

⁴ Contour waarbinnen het risico te komen te overlijden als gevolg van de windturbine minimaal 10⁻⁶/jaar is.

⁵ Contour waarbinnen het risico te komen te overlijden als gevolg van de windturbine minimaal 10⁻⁵/jaar is.

Zoals te zien in figuur 2.3 is op enkele plekken plaats voor kleine lijn- of clusteropstellingen. Een aantal gebieden binnen de gemeente biedt goede potentie voor de inpassing van grotere opstellingen van windturbines:

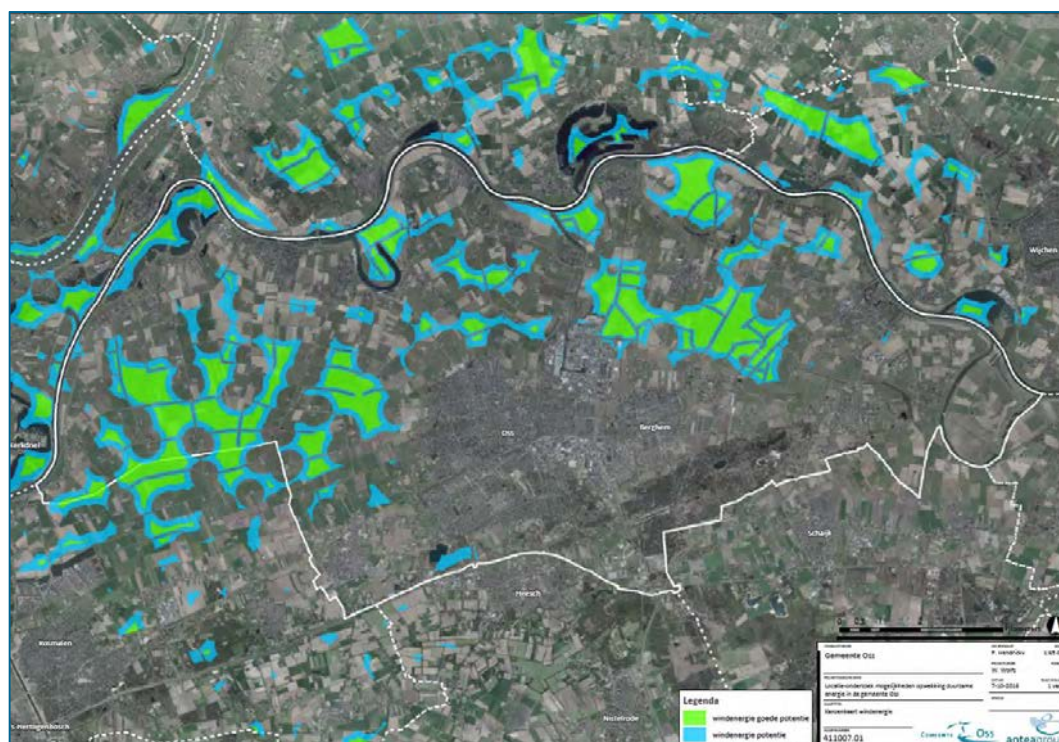
1. het open agrarisch gebied aan de westzijde van de gemeente, tegen de grens met gemeente 's-Hertogenbosch;
2. een gebied aan de noordoostzijde van de gemeente, aan de Maas;
3. het gebied ten noordoosten van Oss, grofweg gelegen ten zuidoosten van het dorp Haren en ten noorden van de spoorlijn Oss-Nijmegen;
4. het open gebied direct ten noordoosten van de kern Oss dat aansluit op bedrijventerrein Elzeburg-de Geer, met als mogelijkheid een directe verbinding met aanwezige bedrijfs- en industriële activiteiten als gebruikers.

Mogelijkheden voor vergroten van de plaatsingsgebieden: molenaarswoning en uitkoop

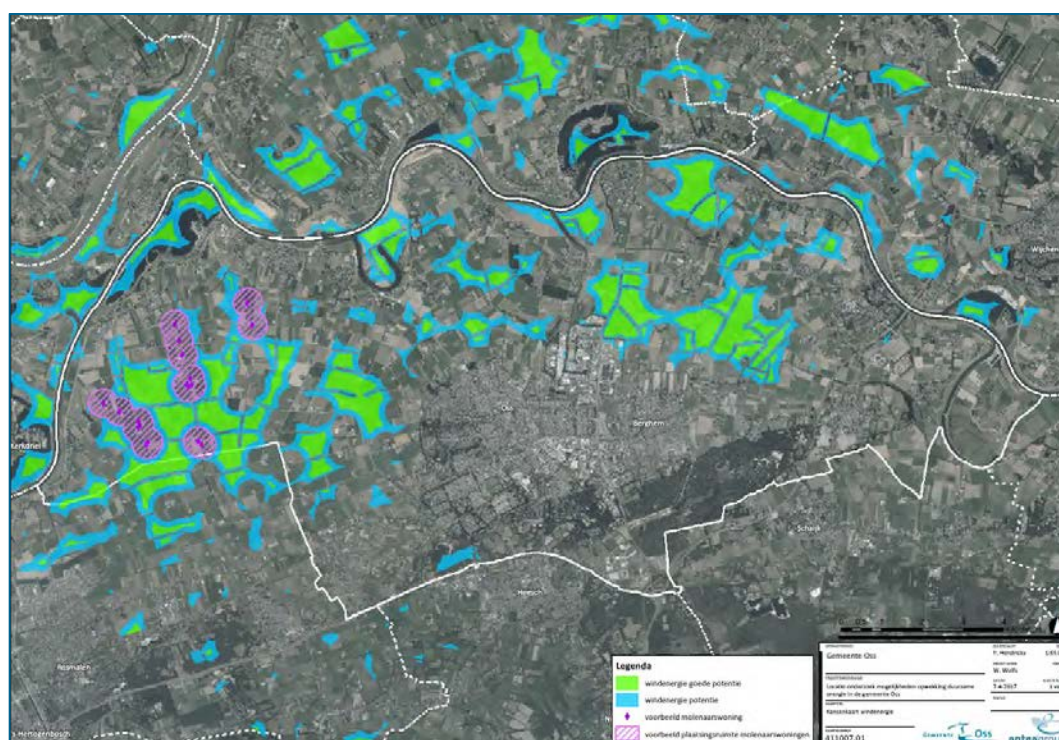
Samenwerking door en met agrarische ondernemers biedt de mogelijkheid voor het vergroten van de plaatsingsgebieden van windturbines. Bedrijfsmatige koppeling van de aanwezige agrarische bedrijven in het gebied met toekomstige windparken biedt kansen om activiteiten in het gebied te integreren en zo meer plaatsingsruimte te creëren voor windturbines. De woningen worden op deze wijze zogeheten '**molenaarswoningen**'; bedrijfswoningen van het windpark. In figuur 2.4 is hiervan een voorbeeld opgenomen. Figuur 2.4 illustreert in paars de extra plaatsingsruimte die ontstaat als bewoners van achttien verspreid liggende agrarische bedrijfswoningen als 'molenaars' fungeren.

Daarnaast kan door het **uitkopen** van woningen op strategische plekken de plaatsingsgebieden worden verruimd.

Nabij de gemeentegrens moet vanzelfsprekend rekening met beperkingen in de andere gemeente worden gehouden. Daarom is voor de mogelijkheden voor duurzame energie in Oss ook een gebied van drie kilometer rondom gemeente Oss onderzocht op mogelijke beperkingen.



Figuur 2.3: Kanskaart windenergie gemeente Oss



Figuur 2.4: Kanskaart windenergie inclusief extra plaatsingsruimte door molenaarswoningen (voorbeeld)

2.6 De rol van windenergie in de Osse energietransitie

In 2014 was windenergie de belangrijkste bron van hernieuwbare elektriciteit in Nederland, gevolgd door biomassa⁶. Dat komt vooral doordat windturbines een effectieve manier van het opwekken van duurzame energie zijn. Eén windturbine wekt ongeveer de energie van 30.000 zonnepanelen op (vergelijkbaar met 3.000 woningen, met elk 10 panelen). Zoals eerder aangegeven, is de milieu-ruimteclaim maatgevend voor de mogelijkheden van windenergie. In de gemeente Oss is er ruimte veel ruimte voor het plaatsen van windturbines. Het is dan ook te verwachten dat windenergie een significant deel kan bijdragen aan het opwekken van duurzame energie in Oss. Uit rapport van CE Delft⁷ blijkt een verwachte jaarlijkse energiebehoefte in Oss van 3.820 Terajoule (TJ) in 2050. De ambitie is daarvan binnen de eigen gemeentegrenzen 50% duurzaam op te wekken. Hiervoor moet er jaarlijks 1.910TJ worden opgewekt op eigen grondgebied. Voor een dergelijke productie zijn ongeveer 80 windturbines van de in paragraaf 2.1 gedefinieerde omvang nodig.

2.7 Innovaties & kleinschalige vormen van windenergie

- **Innovatie & ontwikkeling**

De ontwikkeling van windenergie technologie staat niet stil. De afgelopen jaren worden er steeds hogere turbines geplaatst met een groter rotoroppervlak. Hierdoor neemt de elektriciteitsproductie per windturbine toe. Anderzijds neemt de kostprijs van windenergie daarmee af. Tegenwoordig zijn turbines met een tiphoogte van minimaal 150 meter en meer gangbaar. De verwachting is dat deze trend naar grotere windturbines de toekomst doorzet. Bij windenergie op land zijn de investeringskosten de afgelopen jaren niet substantieel gewijzigd. Op het gebied van fundering, elektrische infrastructuur, netaansluiting, civiele infrastructuur en ontwikkelkosten waren de afgelopen jaren weinig veranderingen in de markt zichtbaar. Financiering kan in de huidige markt tegen gunstige voorwaarden worden aangetrokken. Ook is er een kleine daling in de vaste exploitatiekosten bij windenergie, voornamelijk op het gebied van goedkopere verzekeringen. Door de aangehaalde schaalvergroting van windturbines is er wel een dalende kostprijs per geproduceerde eenheid elektriciteit waarneembaar. Onder druk van recente kostprijsverlagingen voor windenergie op zee is de verwachting dat ook voor windenergie op land de komende jaren technische verbeteringen en kostprijs verlagingen gerealiseerd zullen worden. Als dat het geval is, zullen investeringskosten voor windenergie op land verder afnemen.

- **Mini windturbines**

Mini windturbines, ook wel stadsturbines genoemd, zijn kleine turbines die speciaal ontwikkeld zijn voor gebruik in de gebouwde omgeving. Een voordeel is dat deze turbines kunnen worden toegepast op en nabij gebouwen. Deze windturbines hebben een omvang variërend van circa 2 (wanneer geïnstalleerd op een gebouw) tot 15 meter. Door de kleine omvang is de techniek toegankelijk voor bedrijven en particuliere huishoudens. Mini windturbines produceren erg weinig elektriciteit, in vergelijking met normale windturbines. Hierdoor vraagt de techniek een aanzienlijk hogere investering per geproduceerde dan normale windturbines en zijn deze vanuit economisch oogpunt niet (voldoende) interessant.

⁶ Bron: CBS: Hernieuwbare energie in Nederland 2014

⁷ Rapportage CE Delft: Oss energieneutraal in 2050, januari 2017

2.8 Samenvatting windenergie

Windenergie vraagt veel ruimte en heeft een impact in een wijde omtrek.
Bij de inpassing van windenergie is diverse regelgeving van toepassing.
Windenergie kan dus niet overal.

De milieu-ruimteclaim (*'waar mag het'*) is maatgevend voor
geschikte gebieden voor windenergie.

Met windenergie kan worden voorzien in een substantieel deel van de
Osse elektriciteitsbehoefte in 2050.

3 Zonne-energie

3.1 Wat verstaan we onder zonne-energie?

De meeste vormen van energieopwekking op aarde zijn afgeleide vormen van zonne-energie. Denk hierbij aan windenergie, waterkracht en biomassa. De zon is verantwoordelijk voor de temperatuurverschillen op aarde. Door deze temperatuurverschillen ontstaat de wind. Ook zorgt zonnewarmte ervoor dat water verdampt waardoor neerslag ontstaat. Neerslag zorgt er in combinatie met zonlicht op de cellen van planten voor dat ze groeien. Wanneer planten sterven, zorgt neerslag en warmte voor een rottingsproces waardoor organisch, energie houdend, residu ontstaat. Naast deze afgeleide vormen van zonne-energie is er een aantal manieren om energie op te wekken direct vanuit zonnestraling. De meest gebruikte toepassing is door middel van zonnepanelen met **fotovoltaïsche cellen**. Deze zonnepanelen zetten licht direct om in elektriciteit. Dit hoofdstuk gaat over zonne-energie, en daarmee wordt het rechtstreeks opwekken van elektriciteit met zonnepanelen met fotovoltaïsche (PV) cellen bedoeld. Zonnepanelen kunnen in theorie overal geplaatst worden, maar worden vaak onderverdeeld in veldopstellingen en gebouw gebonden dakopstellingen.

Veldopstelling

Ook wel bekend als een zonneweide of zonneveld. De veldopstelling bestaat uit in serie geïnstalleerde en op één gedeelte netaansluiting verbonden zonnepanelen met een gezamenlijk geïnstalleerd vermogen in de range van 500 kWpiek (± 2.000 panelen). Het grootste zonneveld in Nederland levert 6 MWpiek, maar in het buitenland zijn er voorbeelden van grotere zonnevelden tot wel 120 MWpiek (± 450.000 panelen). Vaak wordt alle opgewekte elektriciteit aan het openbare net geleverd.

Dak opstelling bedrijfsmatig

Is een ruim aantal panelen geïnstalleerd op grote dakoppervlakten in bedrijfsmatig gebruik. In serie geïnstalleerde en op één gedeelte netaansluiting verbonden zonnepanelen met een gezamenlijk geïnstalleerd vermogen in de range van 15 kWpiek (± 60 panelen) tot enkele MWpiek (± 15.000 panelen). Vaak wordt een deel van de elektriciteit benut voor direct gebruik door het bedrijf in het pand waar de panelen op geplaatst zijn. Het overige deel wordt aan het openbare net geleverd.

Dak opstelling woning

Is een beperkt aantal panelen geïnstalleerd op dakoppervlakten van woningen. De panelen voorzien in de huishoudelijke behoefte. De elektriciteit wordt door het huishouden zelf gebruikt. Er zijn ongeveer 14 zonnepanelen nodig (3,7kWpiek) om het elektriciteitsverbruik van een gemiddeld huishouden op te wekken. In veel gevallen worden zonnepanelen in een serie van 10 stuks geïnstalleerd op woningen. Hiermee voorziet een gemiddeld huishouden in ongeveer 70% van haar elektriciteitsgebruik. Het saldo wordt in dat geval afgenomen van een energieleverancier via de reguliere aansluiting. Wanneer er op een bepaald moment meer wordt opgewekt dan verbruikt, wordt de elektriciteit aan het openbare net geleverd.

3.2 Wat levert zonne-energie op?

- **Energieopbrengst per paneel**

Een zonnepaneel is ongeveer 1,6 m² groot en heeft een vermogen van 280 Wattpiek. Dat betekent dat een zonnepaneel onder standaardomstandigheden een vermogen heeft van 280

watt. In Nederland levert een zonnepaneel ongeveer 250 kWh aan elektriciteit per jaar. Productie is afhankelijk van de plaats, zowel binnen Nederland als op het perceel, van het zonnepaneel. Het aantal zonne-uren in de kustgebieden is hoger dan in het binnenland. Daarnaast, als panelen op een plek liggen waar gedurende de dag een periode schaduw is door bijvoorbeeld bomen, beïnvloedt dit ook de opbrengst. Ook de oriëntatie en hellingshoek van het zonnepaneel ten opzichte van het zuiden en de horizon, en de mate van vervuiling die op het zonnepaneel een mat laagje vormt, beïnvloeden de elektriciteitsproductie.

- **Energieopbrengst per hectare**

De energieopbrengst per km² (hectare) is voornamelijk afhankelijk van de oriëntatie van de zonnepanelen. Wanneer de energieopbrengst per km² wordt geoptimaliseerd, worden de zonnepanelen in oost-westopstelling geplaatst. De jaarlijkse opbrengst per kWpiek geïnstalleerd vermogen is in deze opstelling ongeveer 800 kWh. Doordat de zonnepanelen onder een lage hoek van 10 graden geplaatst kunnen worden, is er nauwelijks schaduwvorming door de panelen. Daardoor kunnen de zonnepanelen dicht op elkaar geplaatst worden. In een oost-westopstelling kan er 130 MWpiek per km² (1.300 kWpiek per hectare) geïnstalleerd worden. Dit komt neer op een productie van ongeveer 100 GWh per km² (1.000 MWh per hectare) per jaar.

Wanneer de productie per zonnepaneel geoptimaliseerd wordt, dan worden de zonnepanelen in zuidelijke richting geplaatst onder een hoek van ongeveer 35 graden. In dit geval worden de zonnepanelen verder uit elkaar geplaatst, waardoor er minder zonnepanelen op een oppervlakte geplaatst kunnen worden. De zonnepanelen wekken per paneel wel meer elektriciteit op, namelijk gemiddeld 900 kWh per kWpiek geïnstalleerd vermogen. Door schaduwvorming moeten de zonnepanelen verder uit elkaar worden geplaatst. Er kan circa 70 MWpiek per km² (700 kWpiek per hectare) geïnstalleerd worden. Dit komt neer op een productie van ongeveer 65 GWh per km² (650 MWh per hectare) per jaar.

3.3 Voorwaarden aan de omgeving: waar kan het wel en waar niet?

In tegenstelling tot de onderlinge afstand voor windturbines kunnen zonnepanelen direct naast elkaar geplaatst worden. Een belangrijke voorwaarde voor het plaatsen van zonnepanelen in veldopstelling is de beschikbaarheid van een aaneengesloten open gebied; er is voldoende ruimte nodig om de gevraagde schaalgrootte zoals beschreven in de voorgaande paragraaf te kunnen realiseren. Daarnaast is het zoveel mogelijk vermijden van schaduw belangrijk.

- **Veldopstelling**

Het minimale vermogen van een veldopstelling (zonneweide) is vanwege benodigd schaalgrootte voor investeringen in de infrastructuur (bijvoorbeeld de aansluiting op het elektriciteitsnet), ongeveer 500 kWpiek. Wanneer de zonnepanelen in zuidelijke richting geplaatst worden, betekent dit dat er minimaal 0,65 hectare grond beschikbaar moet zijn. Door zonnepanelen in een oost-westopstelling te plaatsen, kunnen er meer panelen en dus meer vermogen geplaatst worden op een veld. De panelen produceren per stuk echter minder dan in een zuid opstelling, waardoor de opbrengst per MWpiek geïnstalleerd vermogen lager is.

- **Dak opstelling bedrijfsmatig**

Voor dakopstellingen op bedrijfspanden zijn zonnepanelen interessant vanaf circa 15 kWpiek geïnstalleerd vermogen. Dit vanwege de benodigde investering in infrastructuur en de mogelijkheid om SDE+ subsidie te krijgen. Het benodigde dakoppervlak is minimaal 125 m² voor het plaatsen van de zonnepanelen.

- **Dak opstelling woning**

Bij woningen zijn installaties vanaf zes zonnepanelen interessant. Met minder zonnepanelen wordt onvoldoende spanning opgewekt om de omvormer goed te laten werken. Hiervoor is er een dakoppervlak nodig van minimaal 13 m². In veel gevallen worden zonnepanelen in een serie van 10 stuks geïnstalleerd op woningen. Hiermee voorziet een gemiddeld huishouden in ongeveer 70% van haar elektriciteitsgebruik.

3.4 Voorwaarden die gebieden uitsluiten: waar mag het we en waar niet?

Aan het plaatsen van zonnepanelen zijn, afgezien van voorschriften vanuit gemeentelijk- en provinciaal beleid, geen wettelijke voorschriften verbonden. Belangrijk voor constructies waarbij verankering van de opstellingen (dieper) de bodem in gaat zijn bijvoorbeeld grondwaterkwaliteit of verwachte archeologische waarden. Voor het plaatsen op daken kunnen monumentale waarden van het gebouw een belemmering zijn.

3.5 Mogelijke locaties voor zonne-energie in Oss

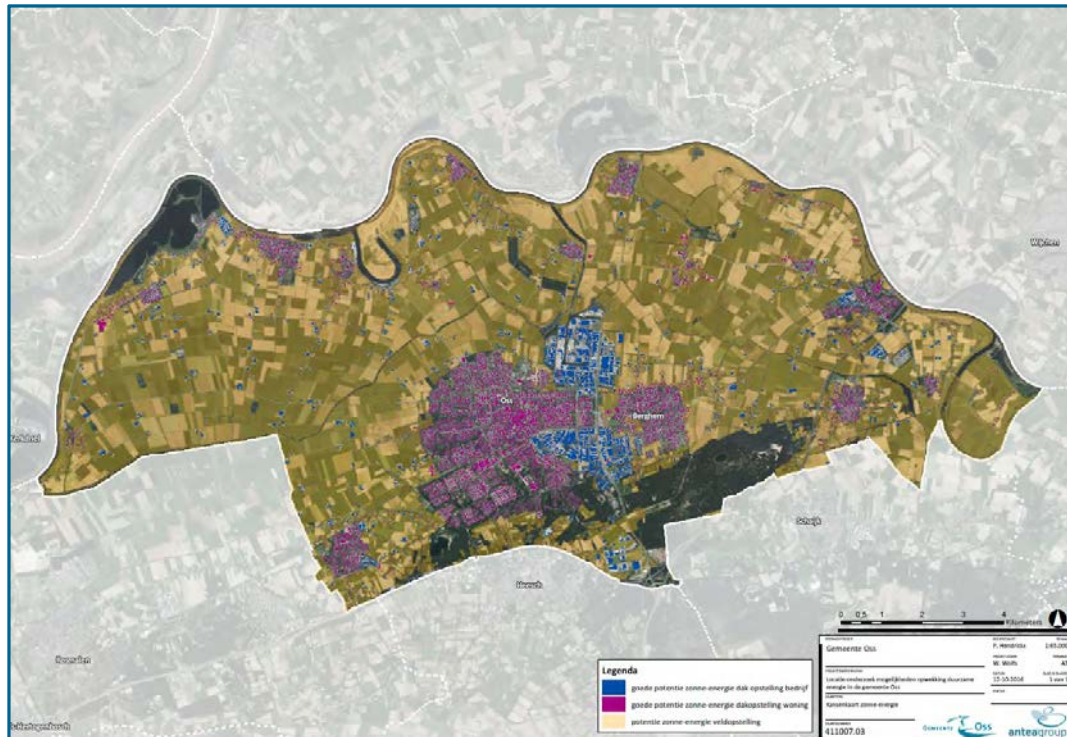
Installaties voor de productie van zonne-energie kunnen relatief goed worden ingepast. Een enkel zonnepaneel vergt slechts beperkte fysieke ruimte, circa 1,6-1,8m². Het opwekken van zonne-energie vraagt weinig, afgezien van lichtinstraling en heeft beperkt invloed op de directe omgeving. Anders dan bij windenergie, waarvoor slechts beperkt locaties geschikt zijn, kan voor zonne-energie uit veel locaties een keuze worden gemaakt.

Omdat zonne-energie op veel plekken kan, ligt het voor de hand te kiezen voor locaties waar installaties meest optimaal kunnen worden ingepast. Optimaal kent in deze context twee perspectieven. Ten eerste 'landschappelijk optimaal', waarbij wordt gekozen voor locaties waar zonne-energie past bij reeds aanwezige activiteiten en begroeiing in de omgeving. Ten tweede 'technisch- en economisch optimaal', waarbij geschiktheid van locaties wordt bepaald door koppelkansen met aanwezige activiteiten of gebruiksdoelen, zoals een windmolenpark, van een locatie. Beide benaderingen kunnen goed worden gecombineerd. Zo kan in een kleinschalige omgeving met veeteelt, akkerbouw en bos op percelen een zonneveldopstelling goed worden ingepast. Dit kan een passende aanvulling vormen op lopende bedrijfsactiviteiten van agrariërs.

Dit leidt tot een aantal locaties met goede potentie voor de inpassing van zonne-energie in Oss. Om te beginnen het benutten van dakoppervlak in de gemeente. Daken van woningen bieden de ruimte voor het toepassen van kleinschalige installaties. Bij een gemiddelde woning kan hiermee in een deel van de energiebehoefte van het huishouden worden voorzien. Gebouwen voor bedrijfsmatig gebruik bieden ruimte voor grotere installaties. Afhankelijk van omvang en gebruik kan hiermee in de eigen behoefte worden voorzien of zelfs worden geleverd aan het openbare net. Het benutten van dakoppervlak heeft goede mogelijkheden omdat het zowel vanuit stedelijk oogpunt (*panelen passen relatief goed in de gebouwde omgeving*) als technisch-economisch oogpunt (*benutten van tot nu toe ongebruikt oppervlak en nabijheid van grote gebruikers en het elektriciteitsnet*) optimaal is.

Locaties waar een passende aansluiting, met voldoende capaciteit voor extra invoeding, op het elektriciteitsnet aanwezig is bieden extra kansen voor het realiseren voor een veldopstelling. Hierdoor zijn de investeringen in de aansluiting op het elektriciteitsnet, een aanzienlijk deel van de totale investering, het meest optimaal. Mede om deze reden, bieden de locaties in de gemeente Oss met potentie voor windenergie ook goede potentie voor de inpassing van veldopstellingen van zonne-energie. De koppeling aan dezelfde infrastructuur tussen deze twee vormen van duurzame energieproductie ligt voor de hand. Plaatsing van windturbines heeft een

aanzienlijke impact op het landschap. Windturbines moeten daarnaast om technische reden op enkele honderden meters onderlinge afstand worden geplaatst. Door het inpassen van zonnevelden tussen de windturbines wordt het gebied optimaal benut voor de productie van duurzame energie en ontstaat er een specifiek en herkenbaar 'energielandschap'. De clustering van energievormen biedt de mogelijkheid om (elektrische) infrastructuur te combineren en zo optimaal te benutten. Echter ook zonder aanwezigheid van windturbines hebben agrarische gebieden mogelijkheden voor de plaatsing van veldopstellingen voor zonne-energie.



Figuur 3.1: Kansenkaart zonne-energie gemeente Oss

3.6 De rol van zonne-energie in de Osse energietransitie

Zonne-energie kan op grote schaal bijdragen aan de duurzame energiewinning in de gemeente Oss. Uit rapport van CE Delft⁸ blijkt een verwachte jaarlijkse energievraag in Oss van 3.820TJ in 2050. De ambitie is daarvan binnen de eigen gemeentegrenzen 50% duurzaam op te wekken. Hiervoor moet er jaarlijks 1.910TJ aan energie worden opgewekt op eigen grondgebied. Om deze hoeveelheid elektriciteit op te wekken is, afhankelijk van de toegepaste opstellingen, tussen circa 6,1 km² en 9,5 km² grond of dakoppervlak aan zonnepanelen nodig. Uit een eerste analyse van ECONNETIC blijkt dat er alleen al op de daken van bedrijventerreinen een potentieel is van 140 MWp. Dit komt overeen met circa 18-25% van de voor 2050 voorspelde energiebehoefte. Het is, onder andere vanwege het productieprofiel, niet realistisch om te verwachten dat de volledige vraag naar elektriciteit binnen de gemeente Oss met zonnepanelen wordt opgewekt. Er zit in zonne-energie echter wel potentie om een groot deel op te wekken. Vooral op plekken waar zonne-energie kan worden gecombineerd met een ander gebruik van de grond of ruimte, het zogeheten dubbel gebruik.

⁸ Rapportage CE Delft: Oss energieneutraal in 2050, augustus 2016

3.7 Innovaties & kleinschalige vormen van zonne-energie

- **Ontwikkeling**

De prijzen van PV-systemen zijn de afgelopen jaren sterk gedaald. Vooral in 2011 en 2012 was er sprake van sterke prijsdaling in PV-modules. In de afgelopen twee jaar is de daling gematigder geweest, maar heeft de daling zich wel doorgezet. Door uitbreiding van wereldwijde productie van PV-panelen is de verwachting dat ook de komende jaren de modules langzaam verder in prijs zullen dalen. Naast de prijs van de panelen zelf, is ook de prijzen van andere componenten, zoals omvormers, de afgelopen jaren gedaald. Zonnepanelen worden bovendien efficiënter, waardoor ze meer elektriciteit opwekken bij gelijkblijvend oppervlak. Op het gebied van zonne-energie zijn innovatieve ontwikkelingen gaande en komen er alternatieve vormen op de markt. Onderstaande zijn drie van deze innovaties kort uitgelicht.

- **Dunne-filmzonnecellen**

Dunne-filmzonnecellen zijn zonnecellen gemaakt van een alternatief materiaal dan de gangbare kristallijne zonnecellen. Een voordeel van de techniek is dat het minder temperatuurgevoelig is met een hogere schaduwtolerantie. Een ander voordeel is dat de zonnecellen in verschillende elementen te verwerken (kleding, zeilen etc.) is. Een nadeel zijn de (huidige) hoge investeringskosten in vergelijking met de gangbare zonnepanelen. De techniek heeft vooralsnog een lagere rendement per oppervlak en daardoor een hogere kostprijs.

- **Tweezijdige zonnepanelen**

Tweezijdige zonnepanelen hebben aan de achterkant geen witte of zwarte folie maar een glasplaat. Hierdoor worden de zonnecellen aan beide kanten blootgesteld aan zonlicht. Een voordeel is dat de panelen opstaand kunnen worden toegepast zoals in geluidswallen bij snelwegen. De reflectie van licht aan de achterzijde geeft het paneel een hoger rendement wat. Een nadeel vooralsnog zijn de hogere kosten vanwege de specifieke toepassingen.

- **Gebruik van 'concentrators'**

Hoog rendement zonnecellen met 'concentrators' zijn zonnecellen die een hoger rendement hebben dan de huidige gangbare zonnecellen. Met de 'concentrators' wordt het zonlicht opgevangen en gebundeld naar een relatief klein oppervlakte hoog rendement zonnecellen. Een voordeel is dat de 'concentrator' zorgt voor een hoger rendement van het oppervlakte dat wordt gebruikt voor het opvangen van zonlicht. Door gebruik van 'concentrators' wordt er meer energie uit een oppervlakte gehaald. Een nadeel is dat voor het produceren van ervan gebruik gemaakt wordt van schaarse materialen. De techniek is in ontwikkeling en nog niet marktrijp.

3.8 Samenvatting zonne-energie

Zonne-energie kan op veel plekken. Keuze voor de landschappelijk en technisch meest optimale locaties ligt voor de hand.

Zonne-energie kent zowel een beperkte milieu-ruimte claim (*waar mag het*) als randvoorwaarden (*waar kan het*).

Zonne-energie biedt kansen voor dubbelgebruik van locaties, wanneer er een slimme koppeling met andere functies (dak opstelling of nabij windmolens) wordt gemaakt.

Zonne-energie biedt kansen voor een substantiële bijdrage aan de Osse elektriciteitsbehoefte in 2050.

4 Waterkracht

4.1 Wat verstaan we onder waterkracht?

Oss ligt niet aan of nabij zee, getijdenenergie is daarmee geen mogelijkheid. Waterstromen zoals de Maas, de Hertogswetering en het burgemeester Delenkanaal passeren of doorkruisen wel de gemeente. Hierdoor bestaan mogelijkheden voor de productie van elektriciteit met stromend water, door een stuw of sluis. Waterkracht is voor het Osse grondgebied de productie van elektriciteit met stromend water door een turbine in een kunstwerk van beton in een rivier, kanaal of andere waterloop.

4.2 Wat levert waterkracht op?

In Nederland zijn drie middelgrote waterkrachtcentrales operationeel met een totaal vermogen van bijna 36 MW. De grootste hiervan is de centrale in het Prinses Maxima sluisencomplex in de Maas met een capaciteit van 14MW. Deze voorziet volgens opgave van exploitant NUON in de elektriciteitsbehoefte van circa 15.000 huishoudens (circa 50 GWh per jaar). Dit complex ligt tussen Lith op de zuidoever en Alphen op de noordoever, juist ten noorden van de Osse gemeentegrens in de gemeente West Maas en Waal. Volgens het CBS werd er in 2015 in Nederland 93.000 MWh opgewekt door waterkrachtcentrales. De productie van een waterkrachtcentrale is afhankelijk van het verval en het volume aan water. Een vergelijking naar ruimtegebruik in oppervlakte zoals voor wind- en zonne-energie is niet goed mogelijk. De sluizen en turbines nemen relatief beperkt ruimte in beslag. Er dient wel voldoende verval tussen de waterkrachtcentrales te zitten, waardoor er een beperking is in het aantal te plaatsen installaties in een waterloop. Minimale onderlinge afstanden tussen waterkrachtinstallaties kunnen, afhankelijk van het plaatselijke verval en massa, daarom groot zijn.

4.3 Voorwaarden aan de omgeving: waar kan het wel en waar niet?

Een waterloop moet om te beginnen voldoende verval (stroming) en volume en daarmee energiepotentieel bezitten. Energie in stromend rivierwater is verspreid over een groot oppervlak en groot volume. Bij kunstwerken in de rivier die leiden tot vernauwingen en stroomversnelling is de energie geconcentreerder en beter winbaar. Een voorwaarde aan het winnen van energie uit stromend water is dat de benodigde constructies andere functies van de watergang niet onacceptabel verstoren. De meest voor de hand liggende locaties voor het opwekken van energie met stromend water zijn daarom bestaande kunstwerken of nieuwe locaties waar dit met andere ontwikkelingen gecombineerd kan worden. De voorwaarden verbonden aan het opwekken van elektriciteit met waterkracht kunnen als volgt worden samengevat:

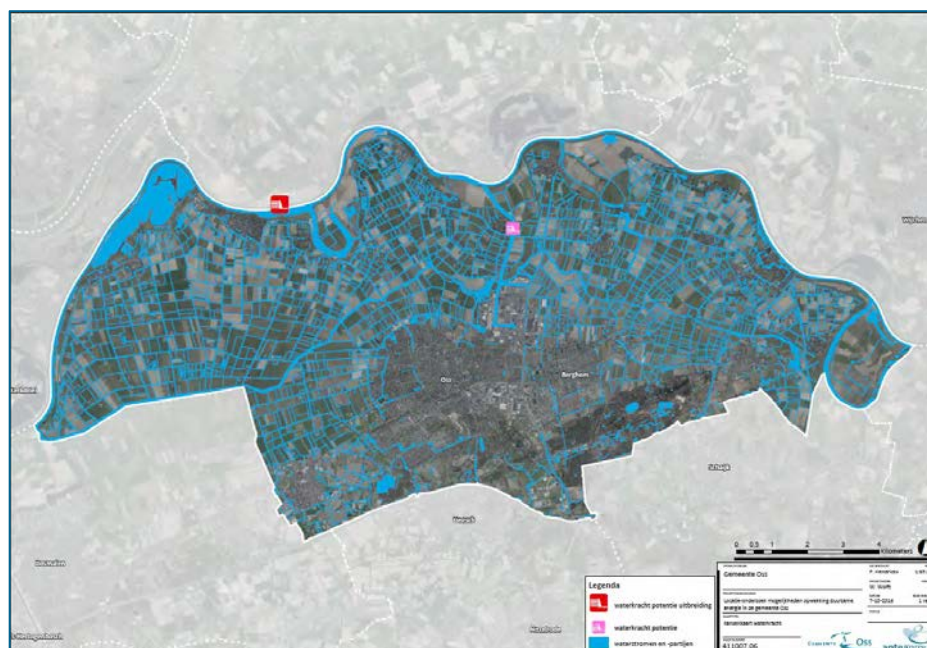
- Een (locatie aan een) waterloop met voldoende energiepotentieel: verval van hoogte en volume aan water
- Aanwezigheid van een kunstwerk (stuw en/of sluiscomplex)
- Fysieke ruimte voor installatie van een kunstwerk en waterkrachtcentrale aan de waterloop

4.4 Voorwaarden die gebieden uitsluiten: waar mag het wel en waar niet?

Aan het winnen van energie uit waterkracht zijn geen directe wettelijke voorschriften verbonden. Een algemene voorwaarde aan het winnen van energie uit stromend water is dat de benodigde constructies andere functies van de watergang niet onacceptabel verstoren. De scheepvaart zal geen onacceptabele hinder mogen ondervinden van de installatie. Vooral in de grote rivieren waar de scheepvaart intensief is vormt dit een beperking. Daarnaast is vissterfte een bekend nadelig gevolg bij het winnen van energie uit stromend rivierwater. Het voorkomen daarvan is een belangrijke voorwaarde en een uitdaging. Daarnaast zal bij de uitwerking van concrete projecten met locatie specifieke voorwaarden rekening moeten worden gehouden.

4.5 Potentiële locaties voor waterkracht in Oss

Voor de toepassing van waterkracht in Oss gaat het om productie van elektriciteit met stromend water door een turbine in een kunstwerk in een rivier, kanaal of andere waterloop. Aan het opwekken van waterkracht zijn uiteenlopende randvoorwaarden verbonden, geschikte locaties zijn dan ook slechts beperkt te vinden. Het grondgebied van Oss grenst aan of wordt doorsneden door diverse waterlopen met hierin op enkele locaties geschikte kunstwerken. Juist ten noorden van de gemeentegrens van Oss wordt zo'n locatie al benut voor het opwekken van waterkracht. De installatie in het Prinses Maxima sluizencomplex bij Lith in de Maas is de grootste waterkrachtcentrale van Nederland en produceert circa 45GWh per jaar. Een bestaand kunstwerk in een waterloop met enige omvang dat nog niet wordt benut voor het opwekken van energie zijn de schutsluizen bij Macharen in het burgemeester Delenkanaal. Deze locatie voldoet aan de belangrijkste voorwaarden voor het opwekken van waterkracht. Er is stromend water aanwezig in en rond een bestaand kunstwerk (sluizencomplex). Daarmee biedt het in potentie de mogelijkheid om elektriciteit uit waterkracht te winnen. De technische, economische en praktische haalbaarheid zal nader onderzocht moeten worden, net als de feitelijke omvang van de energie die er mogelijk kan worden gewonnen met een installatie op de locatie. De omvang bepaalt grotendeels het rendement van de investering.



Figuur 4: Kansenkaart waterkracht gemeente Oss

4.6 De rol van waterkracht in de Osse energietransitie

De rol en potentie van waterkracht in de gemeente Oss lijkt beperkt. Dit komt doordat er al een grote waterkrachtcentrale is gebouwd net buiten de grenzen van de gemeente en doordat er binnen de gemeenten zeer beperkt plekken zijn met enig energiepotentieel. Het is waarschijnlijk wel mogelijk om kleinere installaties te plaatsen. Deze installaties kunnen voor een beperkt deel een bijdrage leveren aan het verduurzamen van de energievoorziening in Oss. Ter vergelijking, de grootste waterkrachtcentrale in een rivier in Nederland levert jaarlijks minder dan 10% van de verwachte Osse elektriciteitsvraag in 2050. De verwachting is dat de kleinere waterkrachtinstallaties maximaal een paar procent van de duurzame elektriciteitsproductie kunnen invullen.

4.7 Innovaties & kleinschalige vormen van waterkracht

- **Ontwikkelingen**

De ontwikkeling op het gebied van waterkrachtcentrales is de laatste jaren vooral toegespitst op het visvriendelijker maken van de turbines. Dit heeft niet per definitie een positief effect op de productie en rendement van de centrales. De kostprijs voor elektriciteit uit waterkrachtcentrales was de afgelopen jaren stabiel.

Op het gebied van waterkracht vinden innovaties plaats. Onderstaande omvat puntsgewijs een aantal van deze interessante innovaties en alternatieve vormen:

- **Waterkracht bij kribben**

Het bedrijf Deepwater Energy is bezig om de waterkracht bij kribben van rivieren te benutten. Net buiten de vaarweg wordt een gedeelte van de kripkop verwijderd waar de installatie wordt geplaatst. Een voordeel is dat de installatie ongewenste turbulentie bij de kribben weghaalt wat aanzanding of erosie van de krib tegengaat. De techniek bevindt zich in de testfase en is nog niet marktrijp.

- **Waterkracht bij kanaalsluizen**

Rijkswaterstaat (RWS) heeft voor enkele van haar sluizen gekeken of er tijdens schutten energie opgewerkt kan worden. RWS werkt aan plannen om in Tilburg in het Wilhelminakanaal een sluis met vijzelgemaal te realiseren dat niet alleen water oppompt, maar ook energie opwerkt. Voordeel van de techniek is dat het energie terug kan leveren. Het plan bevindt zich in de haalbaarheidsfase.

4.8 Samenvatting waterkracht

De potentiële bijdrage van waterkracht aan de Osse elektriciteitsbehoefte is zeer beperkt.

Randvoorwaarden ('waar kan het') aan waterkracht zijn maatgevend. Slechts specifieke locaties zijn geschikt voor het opwekken van energie met waterkracht.

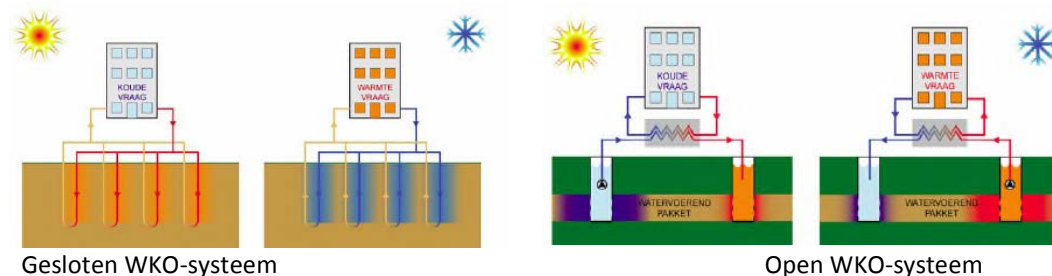
5 Bodemenergie

5.1 Wat verstaan we onder bodemenergie?

Met bodemenergie wordt het winnen van energie door gebruik te maken van temperatuurverschillen die in de bodem en de diepere ondergrond aanwezig zijn aangeduid. Bodemenergie levert duurzame warmte en is daarmee een potentiële vervanging van aardgas.

Warmte- en koudeopslag (WKO)

Het benutten van temperatuurverschillen tussen lucht en de ondiepe ondergrond wordt aangeduid met de term warmte en koudeopslag. Het gaat hierbij om het benutten van aardlagen tot maximaal 500 meter diepte. WKO-systemen vallen uiteen in twee groepen: systemen met open en gesloten bodemwarmtewisselaars.



Figuur 5.1: Schematische weergave van een gesloten- en open WKO-systeem

- **Gesloten WKO-systemen**

Systemen met gesloten bodemwarmtewisselaars bestaan uit één of meerdere lussen in de bodem met daarin een circulatievloeistof (koelvloeistof) die door de lus circuleert. De werking is vergelijkbaar met die van een koelkast. Er is geen direct contact, en dus ook geen interactie, tussen het grondwater en de koelvloeistof. Een dergelijk systeem heeft geen invloed op de grondwaterkwaliteit tenzij lekkage optreedt. Gesloten WKO-systemen kunnen al voor één woning op rendabele wijze worden toegepast. In figuur 5.1 is een schematische weergave van een gesloten WKO-systeem opgenomen.

- **Open WKO-systemen**

Open WKO-systemen staan in direct contact met het grondwater. In een watervoerend pakket worden minimaal twee bronnen geslagen. Uit de ene bron wordt water opgepompt waarmee in de winter het gebouw wordt verwarmd. In de andere bron wordt het water weer in de bodem geïnfiltrerd. Het onttrekken en infiltreren van grondwater kan invloed hebben op de grondwaterkwaliteit, bijvoorbeeld als grondwaterverontreinigingen zich in dezelfde watervoerende laag bevinden. Open WKO-systemen zijn rendabel vanaf grotere aantallen woningen of voor de utiliteitsbouw c.q. bedrijfspanden. In figuur 5.1 is een schematische weergave van een open WKO-systeem opgenomen.

Geothermie (500 - 3.500 meter diepte)

Bij het opwekken van energie met geothermie gaat het om het benutten van warmte aanwezig in aardlagen op een diepte van meer dan 500 meter. Om die warmte te kunnen winnen moet er geboord worden in de watervoerende lagen. In onze ondergrond liggen die op minimaal 500 meter diepte. Op 500 tot 3.500 meter diepte is het grondwater tussen de 70 en 100 graden

Celsius. Om dit water op te kunnen pompen worden er twee putten geboord. Het warme water komt naar boven via een productieput en gaat door een warmtewisselaar, deze brengt het koude water uit de bovengrondse verwarmingsbuizen op temperatuur. Dit warm geworden water gaat via het leidingennetwerk naar de afnemer. Het afgekoelde grondwater gaat via een injectieput weer terug de ondergrond in zodat de grondwaterdruk gelijk blijft. Afhankelijk van de warmtevraag wordt de diepte van het boren bepaald.

Diepe geothermie (> 3.500 meter diepte)

Bij diepe geothermie wordt er gebruik gemaakt van warmte in zeer diepe aardlagen die zich meer dan 3.500 meter onder het aardoppervlak bevinden. De temperaturen die diepe geothermie levert zijn mogelijk toepasbaar voor industriële processen of het opwekken van elektriciteit. Het toepassen van diepe geothermie is technisch zeer complex en kapitaalsintensief. In Nederland wordt diepe geothermie nog niet toegepast.

5.2 Wat levert bodemenergie op?

Bodemenergie vindt tot nu toe zijn toepassing in de warmte- en koude voorziening. Hiermee is het een duurzaam alternatief van vooral het gasverbruik voor verwarming. Bodemenergie levert, door de besparing van het gasverbruik die het vervangt, een aanmerkelijke CO²-reductie op. Bodemenergie wordt onder andere in de utiliteitsbouw ingezet om de energieprestatienorm te halen.

Warmte- en koudeopslag

De minimale omvang voor warmte- en koudeopslag is een systeem geschikt is voor circa 1.000m² bruto-vloeroppervlakte. Dit komt neer op ongeveer 5 kW koelvermogen en 50 kW verwarmingsvermogen. WKO-installaties kunnen ook voor grote gebouwen of zelfs woonwijken gebouwd worden. De maximale capaciteit van WKO-installaties ligt in de praktijk op ongeveer 10 MW, waarbij er gebruik wordt gemaakt van meerdere bronnen (doubletten). WKO-installaties kunnen in theorie voor 100% voorzien in warmte- en koude behoefte, maar door economische optimalisatie wordt er vaak gekozen voor een dimensionering waarbij 60%-70% van de warmtevraag door de WKO-installatie wordt geleverd.

Geothermie

Geothermiecentrales zijn vaak relatief grote installaties, aangezien de investering voor het boren een groot deel van de totale investering is. De capaciteit van geothermiecentrales in Nederland ligt tussen de 5 MW en 30 MW. Met gemiddeld 5.500 vollasturen levert dit tussen 100.000 en 600.000 GJ per jaar aan warmte op. Op dit moment zijn er in Nederland alleen geothermiecentrales die *warmte* leveren. Het is in theorie mogelijk om (een deel van) de warmte om te zetten in *elektriciteit*. Een vereiste is om een hoge temperatuur aanvoer te hebben. Door de diepe ligging van aardlagen met voldoende hoge temperatuur is dat in Nederland (nog) niet rendabel.

5.3 Voorwaarden aan de omgeving: waar kan het wel en waar niet?

Warmte- en koudeopslag kan op veel plaatsen in Nederland, afhankelijk van de diepte van het geschikte watervoerend pakket. Belangrijk is dat de systemen ver genoeg uit elkaar geplaatst worden om interferentie tussen de bronnen te voorkomen. Daarnaast is een lokale warmtevraag nodig, omdat het lastig en niet rendabel is om de warmte te verplaatsen. Geothermie is in Nederland minder algemeen toepasbaar dan WKO. Om de locatiespecifieke (on)mogelijkheden voor geothermie in kaart te brengen is (bodem)onderzoek nodig. De bepalende factoren voor de mogelijkheden van WKO en geothermie zijn:

- **Bodemgesteldheid**

Een belangrijke voorwaarde voor de kansen van bodemenergie is de lokale bodemgesteldheid. Gesloten WKO-systemen kunnen in vrijwel alle bodemtypen worden toegepast en in Oss vormt de bodem geen beperking voor deze vorm van WKO. Voor open WKO-systemen en geothermie moeten watervoerende lagen in de bodem aanwezig zijn waaruit water kan worden onttrokken en waarin het weer kan worden teruggebracht.

De potentie voor geothermie is afhankelijk van de mate waarin er watervoerende lagen binnen één of twee kilometer diepte aanwezig zijn, omdat anders de aanlegkosten van de winputten te hoog worden. Op de Geothermie potentiekaart van TNO is de geothermievorming voor Nederland weergegeven.

- **Interferentie van systemen**

Bodemenergiesystemen kunnen elkaar beïnvloeden als ze te dicht bij elkaar worden geplaatst. Dit wordt interferentie genoemd. Dit is vooral belangrijk in gebieden met veel ruimtelijke ontwikkelingen, zoals uitbreiding en vernieuwing van stedelijk gebied. Interferentie zorgt voor een lager rendement van het systeem. Nu speelt interferentie op de meeste plaatsen geen rol van betekenis omdat er nog maar weinig bodemenergiesystemen zijn gerealiseerd. Als het gebruik van bodemenergie toeneemt, kan interferentie een punt van aandacht worden. De gemeente kan beleid opstellen om interferentie te voorkomen. In de Beleidsvisie ondergrond geeft de Provincie op hoofdlijn richtlijnen over het optimaal benutten van potenties in de ondergrond.

- **Grondwaterverontreiniging**

Voor open WKO-systemen geldt als extra aandachtspunt dat er interferentie met grondwaterverontreinigingen kan optreden.

5.4 Voorwaarden die gebieden uitsluiten: waar mag het wel en waar niet?

Aan het benutten van warmte- en koudeopslag en geothermie worden voorwaarden gesteld. De opsporing en winning van aardwarmte dieper dan 500 m vallen onder de Mijnbouwwet waarvoor het Ministerie van Economische Zaken het bevoegd gezag is. Voorwaarden en voorschriften voor 'WKO' (open) en 'Bodemwarmtewisselaars' (gesloten) systemen zijn vastgelegd in het Wijzigingsbesluit bodemenergiesystemen. Grondwaterkwaliteit en voorkomen van interferentie van systemen zijn hierin speerpunten.

- **Verbodsgebieden**

Niet overal mag bodemenergie worden gewonnen. Binnen grondwaterbeschermingsgebieden ten behoeve van drinkwater geldt een verbod. Daarnaast heeft een aantal provincies, waaronder Noord-Brabant specifiek beleid opgesteld. Hierin zijn bepaalde locaties vanwege natuurwaarden uitgesloten voor open WKO-systemen dieper dan 80 meter onder maaiveld.

- **Aandachtsgebieden**

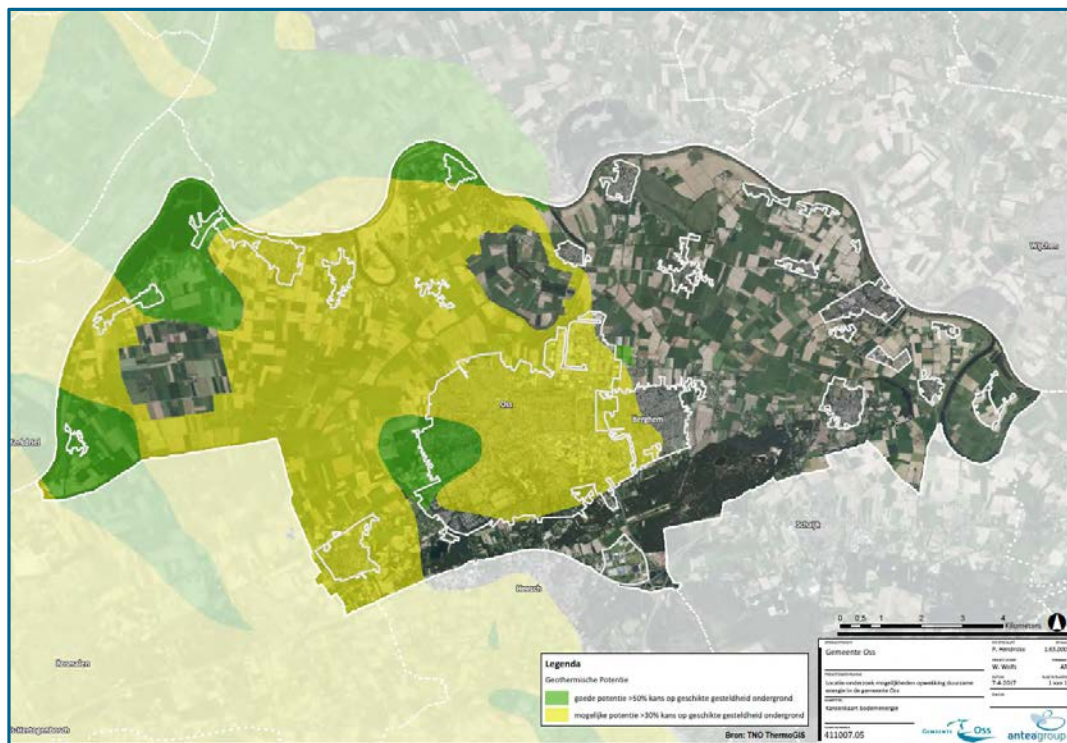
Naast de verbodsgebieden zijn er locatiespecifieke eigenschappen mogelijk, die beschermd zijn zoals natuur-, aardkundige- of archeologische waarden en bodemsaneringslocaties.

5.5 Mogelijke locaties voor bodemenergie in Oss

Voor de kansen van het winnen van bodemenergie is de lokale bodemgesteldheid van belang. De ondergrond moet watervoerende lagen bevatten en geschikt zijn om warmte of koude te winnen. Dit is op veel plekken het geval, vooral voor de WKO- techniek waarbij van de ondiepe ondergrond gebruik wordt gemaakt. Bodemenergie wordt benut voor het winnen van warmte en koude. De warmte of koude wordt aangewend voor het warmen en koelen van gebouwen of ingezet in industriële processen. Anders dan bij elektriciteit of hoogwaardige warmte is het transporteren over langer afstanden niet haalbaar bij de warmte of koude die met bodemenergie wordt gewonnen. Om deze reden hebben enkel locaties waar een geschikte bodemgesteldheid wordt gecombineerd met de aanwezigheid van afnemers goede potentie hebben voor het plaatsen van installaties voor bodemenergie. Zo zijn in de glastuinbouw gebieden in het Westland bodemenergie installaties in gebruik voor het verwarmen van kassen.

Voor WKO, waarbij van lagere temperatuurverschillen in de bodem gebruik wordt gemaakt, is de aanwezigheid van een passende afnemer maatgevend voor de haalbaarheid. Grotere panden waar veel mensen gebruik van maken (kantoorpanden, ziekenhuizen, scholen, etc.) zijn bij uitstek geschikt voor het toepassen van een WKO installatie voor warmen en koelen. Omdat hier een geconcentreerde vraag met omvang is naar gematigde temperaturen bieden deze locaties goede mogelijkheden voor WKO. Ook voor levering van warmte aan de glastuinbouw is WKO een geschikte optie. Ondanks dat de vraag minder geconcentreerd is hebben ook woonomgevingen potentie voor het toepassen van WKO. In het geval van bedrijven is de potentie afhankelijk van de aard van de bedrijvigheid. Geothermie kan bij behoefte aan hogere temperaturen in grote hoeveelheden een alternatief zijn voor WKO.

Onderzoeksinstituut TNO heeft de potentie voor geothermie, gebaseerd op geschiktheid van de ondergrond, voor Nederland in beeld gebracht. Zoals te zien aan de geel gekleurde gebieden op de kansenkaart in figuur 4 biedt het westelijk deel van het grondgebied van Oss potentie voor het winnen van energie met geothermie. In deze gebieden is de kans dat de eigenschappen van de ondergrond dermate zijn dat er geothermie kan worden gewonnen meer dan 30%. Een aantal gebieden biedt zelfs goede potentie; deze zijn in groen opgenomen. In deze gebieden is de kans dat de ondergrond geschikt is om geothermie te benutten meer dan 50%. Naast de technische winbaarheid is het voor bodemenergie van belang dat er een lokale afnemer van de te winnen warmte is. Voor geothermie geldt dat de aanwezigheid van en de afstand tot afnemers uiteindelijk bepalend is voor de feitelijke haalbaarheid. In het grondwaterbeschermingsgebied is het toepassen van geothermie bij voorbaat uitgesloten.



Figuur 5.2: Kansenkaart bodemenergie gemeente Oss (wit omlijnd het stedelijk gebied en woonkernen)

5.6 De rol van bodemenergie in de Osse energietransitie

Bodemenergie wordt onderverdeeld in WKO-installaties, geothermie en diepe geothermie. Bodemenergie levert vooral warmte op, en daarnaast koeling in de zomer. Bodemenergie kan daarom een belangrijke rol spelen in het verduurzamen van de warmte (en koude) voorziening in Oss, en daarmee het verbruik van aardgas voor warmte voorziening vervangen. De technisch- en economische haalbaarheid van toepassing van diepe geothermie worden in Nederland niet hoog ingeschat. Om die reden is de verwachting dat bodemenergie een substantiële bijdrage zal leveren aan de productie van elektriciteit niet reëel. In Oss zijn tien panden voorzien van een WKO-installatie, maar er zijn nog veel gebouwen met potentie waar nog geen gebruik wordt gemaakt van WKO. Uit rapport van CE Delft⁹ blijkt dat de huidige warmte vraag in Oss 1.937 TJ bedraagt. Rekening houdend met energiebesparingsmogelijkheden, voorziet CE Delft een totale jaarlijkse warmtevraag in Oss van 1.325 TJ in 2050. De verwachting is dat technisch gezien een groot deel hiervan (ruim 1.020 TJ) ingevuld kan worden met bodem warmte-installaties op Oss grondgebied. Aangezien er vaak specifieke installaties, radiatoren of vloerverwarming moet worden geplaatst, is WKO economisch gezien vooral aantrekkelijk voor toepassing in nieuwbouw.

Voor verwarming van bestaande woningen of gebouwen is, vanwege de temperatuurvraag tot maximaal 100 graden, geothermie een mogelijkheid. Geothermieprojecten zijn vaak groter van omvang (door de hogere investering) en er moet dus voldoende warmtevraag aanwezig zijn op de locatie van de warmtebron. Een gemiddelde geothermiecentrale levert jaarlijks 300TJ aan warmte. Voor de volledige Osse warmtevraag in 2050 zijn er twee a drie moderne geothermiecentrales nodig. Dit is praktisch gezien echter geen realistisch scenario, omdat de

⁹ Rapportage CE Delft: Oss energieneutraal in 2050, januari 2017

warmtevraag verspreid is over de gemeente en erg verschilt per afnemer. Het distribueren van warmte over grotere afstand is technisch erg lastig, vanwege de omvangrijke infrastructuur die nodig is voor aan- en afvoer van water tussen de bron en gebruiker. Ook zijn de warmteverliezen bij transport over grotere afstand, zowel verticaal als horizontaal aanzienlijk. Het realiseren van één of twee geothermieprojecten kan wel een significante bijdrage leveren aan de warmtevraag in Oss. Of dit haalbaar is, is afhankelijk van een groot aantal factoren. Geothermie is nog een relatief nieuwe vorm van energiewinning, om die reden zijn er rond de toepassing nog een aantal onderzoeksvragen. Bijvoorbeeld over de effecten van warmteputten in elkaars nabijheid op het warmteleverend vermogen.

5.7 Innovaties & kleinschalige vormen van bodemenergie

- **Ontwikkelingen**

Er wordt steeds meer ervaring opgedaan met geothermie in Nederland. Op dit moment zijn er tien centrales operationeel, die allemaal opereren op een diepte tussen 1.500 en 3.500 onder het aardoppervlak. Door deze ervaring is het investeringsbedrag afgelopen jaren licht gezakt en wordt er steeds meer ervaring opgedaan met de operationele kosten. Afgelopen jaar zijn er flink wat projecten in ontwikkeling gegaan, dus het is de verwachting dat het aantal geothermie projecten de komende jaren zal stijgen. De vooruitzichten van toepassing van diepe geothermie voor de opwek van elektriciteit zijn in Nederland zeer beperkt. Door onder andere de onzekerheid in de ontwikkelfase en de technische complexiteit van de installaties zijn de investeringen dermate dat deze momenteel niet concurrerend zijn met alternatieve duurzame technologieën. Op andere plekken in de wereld wordt wel gebruik gemaakt van diepe geothermie. Dit kan op die locatie omdat de aardlagen daar minder dik zijn. Technisch gezien zou het in Nederland ook toegepast kunnen worden, maar praktische en financiële haalbaarheid is twijfelachtig en in elk geval voor de nabije toekomst onwaarschijnlijk.

Ook op het gebied van bodemenergie vinden innovaties. Onderstaand zijn enkele van deze innovaties en alternatieve vormen kort uitgewerkt.

- **Aardwarmtesystemen in één boorgat**

De huidige aardwarmteprojecten in Nederland zijn doubletsystemen. Dit bestaat uit een productie – en injectiepunt in dezelfde watervoerende aardlaag waar de warmte aan wordt onttrokken. Een nieuwe ontwikkeling zijn systemen met één boorgat. Een voordeel is dat deze systemen in potentie goedkoper zijn, omdat er slechts gebruik wordt gemaakt van één boorgat. De techniek is nog niet volwassen en wordt momenteel nader onderzocht.

- **Innovatieve boortechnieken 'Geothermal directional drilling GDD'**

Warmte uit aardlagen worden normaal gewonnen op een diepte van 1.800 tot 2.500 meter. Er wordt gewerkt aan innovatieve technieken waarmee al warmte kan worden gewonnen op een beperktere diepte van 500 tot 1.500 meter. Een voordeel is dat minder diep boren aanzienlijk scheelt in de (aanleg)kosten. Ook zijn er door deze techniek in potentie meer boorlocaties beschikbaar.

5.8 Samenvatting bodemenergie

Bodemenergie biedt goede mogelijkheden om de warmtevraag in Oss duurzaam in te vullen. Echter, de kansrijkheid van het benutten van diepe geothermie voor de Osse elektriciteitsbehoefte is zeer beperkt.

WKO is kleinschalig, het *'mag op veel plekken'* en *'kan op veel plekken'*.

Geothermie is grootschalig, *het kan niet overal* en heeft impact op zijn omgeving (*'waar mag het'*).

Voor de potentie van het benutten van bodemenergie is de combinatie van passende vraag en aanbod op een locatie maatgevend.

6 Bio-energie

6.1 Wat verstaan we onder bio-energie?

Met bio-energie wordt het winnen van energie uit organische of plantaardig materiaal aangeduid.

Energie uit reststromen

Bij het opwekken van energie uit reststromen worden natuurlijke reststromen zoals slib-, gft-, agrarisch- en biologisch productie afval nuttig gebruikt voor het opwekken van energie.

Energie uit de teelt van biobrandstofgewassen

Bij het opwekken van energie met biobrandstofgewassen zijn ook natuurlijke grondstoffen de basis om gas of elektriciteit te produceren. Het verschil met energie uit reststromen is dat biobrandstofgewassen worden verbouwd met het specifieke doel om er energie mee op te wekken.

Energie kan worden opgewekt uit biomassa door middel van verbranding, vergassing of vergisting. Er zijn verschillende vormen van biomassa die in aanmerking komen voor **verbranding** of **vergassing**. De meest voor de hand liggende vormen van biomassa zijn snoei- en dunningshout, B-hout, houtpellets, plantaardige oliën en dierlijke vetten. De biomassa wordt verbrand waarbij de warmte rechtstreeks aan gebruikers geleverd wordt of (deels) wordt gebruikt voor het opwekken van elektriciteit. Bij **vergisting** wordt biomassa in een vergistingsinstallatie omgezet in biogas. Dit biogas kan worden gebruikt om elektriciteit en warmte van te maken. Ook kan het biogas worden opgewaardeerd tot groen gas. Bij opwaardering van biogas naar groen gas wordt de energie-inhoud verhoogd tot die gelijk is aan de energie-inhoud van aardgas. Daarnaast wordt het biogas gereinigd om lucht- en watervervuiling en beschadiging aan installaties die met het groengas worden gestookt te voorkomen. Veel vormen van biomassa zijn geschikt voor vergisting, zoals reststromen uit de industrie, rioolslib, gft, mest en mais. Biogas kan op verschillende manieren worden geproduceerd: monovergisting en co-vergisting. Bij monovergisting wordt een enkele reststroom uit de industrie of rioolslib, gft, mest of mais vergist. Bij co-vergisting wordt de installatie gevoed met minimaal 50% dierlijke mest en maximaal 50% andere reststromen (co-substraten).

6.2 Wat levert bio-energie op?

Energie uit reststromen

- **Verbranden & vergassen**

Hout is de meest voorkomende biomassa welke gebruikt wordt voor verbranding. De energie-inhoud van hout ligt tussen de 9 GJ/ton en 17 GJ/ton. Als hout verbrand wordt en er vervolgens elektriciteit mee opgewekt wordt, gebeurt dit met een rendement van ongeveer 20-25%. Dit betekent dat er per ton hout ongeveer 1 MWh elektriciteit kan worden opgewekt. Om de installaties verder te verduurzamen, kunnen technieken die worden toegepast voor CO² afvang bij conventionele energiecentrales worden toegepast.

- **Vergisten**

Bij vergisting komen meerdere reststromen van biomassa kijken. De hoeveelheid biomassa die nodig is om 1 m³ biogas op te wekken of 1 kWh elektriciteit op te wekken, is sterk afhankelijk van het type biomassa, het vochtigheidsgehalte en de kwaliteit van de biomassa. Vergisters hebben

in Nederland een elektrisch vermogen van 0,4 MWelektrisch tot 6 MWelektrisch. Naast elektriciteit kan het biogas ook opgewaardeerd worden naar groen gas. Gemiddeld levert 1 ton biomassa 100 m² groen gas op.

Energie uit de teelt van biobrandstof gewassen

Bij het gebruik van specifiek verbouwde gewassen voor gebruik in een bio-energieinstallatie zijn de groeitijd, beschikbaar oppervlak en energiewaarde van het gewas factoren die de energie opbrengst mede bepalen. In Nederland heeft het verbouwen van biobrandstoffen een geschatte potentie voor het opwekken van circa 1 watt per m² per jaar (dus 10kW per hectare). Energie opwekken uit biomassa met speciaal voor dat doel verbouwde gewassen wordt beschouwd als een laagwaardige toepassing van het gebruik van landbouwgrond omdat de gewassen beperkte energetisch rendement hebben. In Nederland komt het verbouwen van gewassen met als primair doel er energie mee op te wekken niet of nauwelijks voor maar wordt landbouwgrond meestal gebruikt voor het verbouwen van voedsel voor consumptie door mens of dier.

6.3 Voorwaarden aan de omgeving: waar kan het wel en waar niet?

Logistiek is in een bepalende factor om de mogelijke locaties te bepalen voor het vestigen van een installatie voor bio-energie. Dit geldt zowel voor de levering van geproduceerde warmte of gas als voor de aanvoer van de biobrandstof. Bij het verbranden van biomassa komt warmte vrij, bij het vergassen en vergisten van biomassa komt gas vrij. De meest kansrijke locaties voor bio-energie zijn locaties nabij afnemers van warmte- of gas, zodat de warmte of het gas op efficiënte manier kan worden geleverd. Daarnaast is de aanvoer van biomassastromen een factor die de potentie van een locatie bepaalt. Bij grote installaties gaat dit al snel om tientallen vrachtwagens per week. Plekken waarbij biomassastromen voornamelijk vrij- of samenkomen liggen voor de hand voor vestiging van installaties. Dit zijn bijvoorbeeld verzamelpunten binnen de gemeente voor snoeiafval (hout), bij RWZI's (slib) en bermgras. Maar ook nabij bedrijfslocaties met natuurlijke reststromen uit het productieproces en in agrarisch gebied bij veehouderijen (mest) en akkerbouw (reststromen gewassen). Voor het benutten van reststromen door en bij agrarische bedrijven zijn door provincie Noord-Brabant voorwaarden opgesteld. In het geval van het benutten van specifiek voor het opwekken van bio-energie verbouwde gewassen is er voldoende beschikbare landbouwgrond nodig. Deze vorm wordt hier buiten beschouwing gelaten, de gemeente Oss kiest voor verkenning van de mogelijkheden van biologische reststromen dat vrijkomt als afval binnen de eigen gemeentegrenzen.

6.4 Voorwaarden die gebieden uitsluiten: waar mag het wel en waar niet?

Naast beleid is ook wet- en regelgeving van invloed op de locaties waar bio-energie installaties kunnen worden geplaatst. Voor normen gesteld vanuit geur en veiligheid oogpunt gelden minimale afstanden voor installaties tot woningen. De gehanteerde afstanden voor de kansencarta bio-energie zijn in tabel 2 samengevat weergegeven. Exacte afstanden zijn afhankelijk van de soort en omvang van de installatie.

- **Geur & stof: afstand tot gevoelige objecten**

Geur- en stofwetgeving is op provinciaal niveau belegd en leidt tot installatie-specifieke normen en afstanden. In de omgevingsvergunning worden toegestane geur- en stof emissie en voorwaarden aan de te volgen werkwijze en procedures bij het bedienen van de (co-) vergistingsinstallatie gesteld om geur- en stofemissie en -hinder te beperken.

De stappen in het vergistingsproces om biogas te creëren worden in een gesloten systeem uitgevoerd. Exacte processtappen zijn afhankelijk van het soort installatie en eindproduct dat

wordt vervaardigd. Tot processtappen kunnen onder andere behoren de opslag van grondstoffen en digestaat. Digestaat is het restproduct dat overblijft na vergisting. Andere processtappen zijn de biogas opwerkunit en vergister, opslag en invoeding van biogas in het net en een warmtekrachtinstallatie. Maatgevende activiteit voor geuremissie is de aanvoer van mest en het via een pompput inbrengen in de vergister. De 'handreiking (co-)vergisting van mest' adviseert een voor de afstand tot geurigevoelige objecten aan te sluiten bij afstanden voor de opslag tot drijfmest. Dit betekent een afstand van de vergistingsinstallatie tot geurigevoelige objecten gelegen van 100 meter en 50 meter, respectievelijk binnen en buiten de bebouwde kom. De 'Handreiking bedrijven en milieuzonering' hanteert voor de co-vergisting, vergassing of verbranding van mest, slib, gft of reststromen uit de voedingsindustrie eveneens een richtafstand van 100 meter voor geluid. Voor stof wordt een richtafstand van 50 meter aanbevolen.

- **Veiligheid: Afstand tot kwetsbare objecten**

Kwetsbare objecten zijn woningen (bedrijfswoningen uitgezonderd), kantoren > 1.500m² vloeroppervlak en "*objecten bestemd voor meer dan 50 personen gedurende langere aaneengesloten tijd*". Vanwege veiligheidsregelgeving dient vanaf de vergistingsinstallatie tot kwetsbare objecten een minimale afstand worden aangehouden. Voor installaties met een compressor voor invoeding op het gasnet hanteert het (ontwerp)besluit kwaliteit leefomgeving een vuistregel een afstand van 100 meter. Voor installaties waarbij met bio-energie elektriciteit wordt geproduceerd en geen compressor nodig is hanteert het besluit een vuistregel afstand van 50 meter.

- **Geluid: afstand tot gevoelige objecten**

Een bio-energie installatie kent meerdere potentiële geluidsbronnen. Afhankelijk van de uitvoering kunnen dit onder andere een pomp- en aandrijf, warmtekracht- en een fakkelininstallatie zijn. Ook transportbewegingen dragen bij aan de geluidsbelasting en moeten in de beoordeling daarvan worden meegenomen. Er dient een locatie en installatiespecifieke geluidsnorm te worden vastgesteld. De 'Handreiking bedrijven en milieuzonering' hanteert voor de co-vergisting, vergassing of verbranding van mest, slib, gft of reststromen uit de voedingsindustrie een richtafstand van 100 meter tot woonconcentraties met een huidig beperkt geluidsniveau.

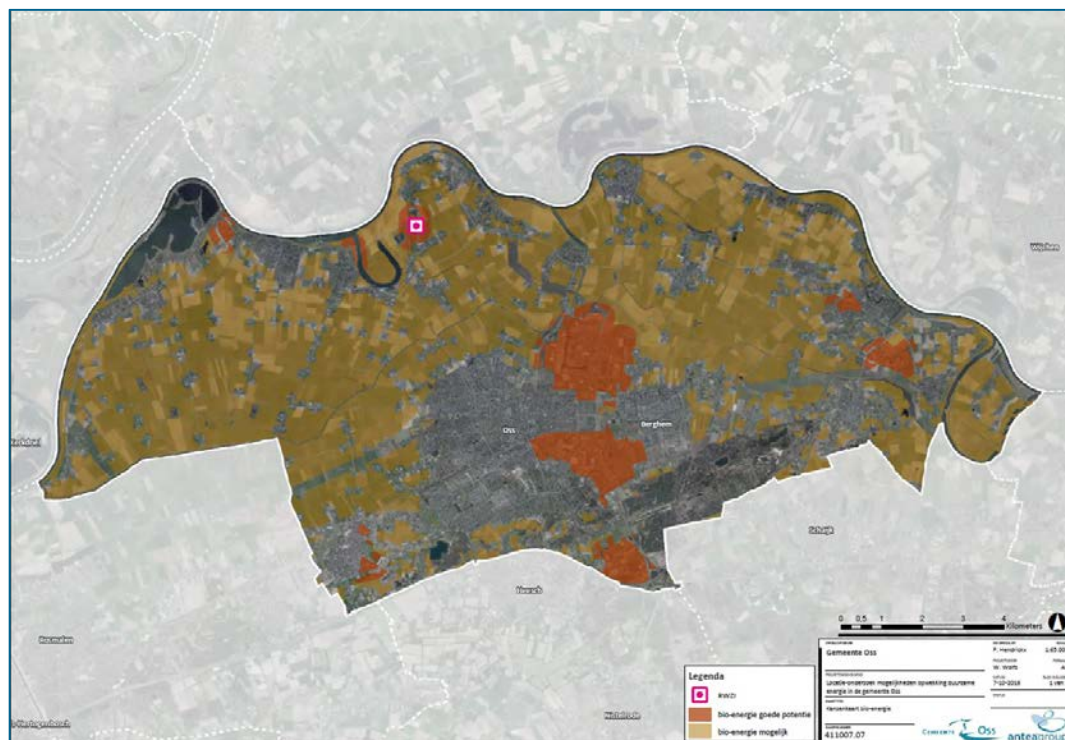
Tabel 2: gehanteerde vuistregelafstanden bio-energie t.b.v. kanssenkaarten

	minimaal	maximaal
gevoelige objecten (buitengebied)	50 meter	100 meter
gevoelige objecten (bebouwde kom)	100 meter	-
Kwetsbare objecten (inc. hoogspanning- en buisleidingen)	50 meter	100 meter

6.5 Potentiele locaties voor bio-energie in Oss

Installaties voor het opwekken van bio-energie kunnen op veel locaties worden ingepast, waarbij enige afstand tot gevoelige en kwetsbare objecten moet worden aangehouden. Op locaties waar de fysieke ruimte aanwezig is om deze afstanden te respecteren is inpassing in principe mogelijk. De potentie van een bepaalde locatie voor het realiseren van een bio-energie installatie wordt in belangrijke mate bepaald door de aanwezigheid van brandstof (reststromen) op de locatie. In Oss zijn om deze reden de bedrijventerreinen locaties met goede potentie voor het opwekken van bio-energie. Op bedrijventerreinen zijn mogelijk bruikbare reststromen uit de voedselindustrie beschikbaar. Oss beschikt over een aanzienlijke voedselindustrie die mogelijk geschikte

reststromen oplevert. Daarnaast bevinden zich op bedrijventerreinen verzamelpunten voor huishoudelijk en gemeentelijk snoei- en groenafval. Voor installaties waarmee elektriciteit én warmte wordt geproduceerd is de kans op aanwezigheid van passende afnemers van de warmte op en rond bedrijventerreinen groter. Op bedrijventerreinen is doorgaans infrastructuur in de nabijheid aanwezig om de bio-installatie op aan te sluiten: in het geval van de productie van biogas een gasleidingnet van passende druk en in geval van de productie van elektriciteit een midden-spanningsnet. Om redenen van netaansluiting en afnemers hebben zones in landelijk gebied aansluitend op bedrijventerreinen betere potentie voor vergisting van agrarische reststromen (zoals mest) dan verder weg in het buitengebied. Een specifieke locatie waar een geschikte reststroom vrijkomt, is de RWZI Ooijen. Deze locatie biedt daarom een goede potentie voor het opwekken van bio-energie ter plaatse.



Figuur 6: Kansenkaart bio-energie gemeente Oss

6.6 De rol van bio-energie in de Osse energietransitie

Bio-energie kan worden gebruikt voor de productie van elektriciteit en de productie van warmte. Bio-energie is daarom, op locaties waar warmte- en elektriciteitsbehoefte samenkomen, een zeer efficiënte manier van energieproductie. Voor de productie van warmte is biomassa vooral geschikt bij grote warmtenetten en industriële productie. De warmte is van hoge temperatuur en is daardoor bruikbaar voor industriële processen of transport over enige afstand. Bij elektriciteitsproductie met biomassa wordt deze mogelijk na eerste vergist te zijn, verbrand, waarbij de restwarmte ook nuttig gebruikt kan worden.

De bepalende factor voor de omvang waarin bio-energie kan worden toegepast is de hoeveelheid beschikbare reststromen in de gemeente. Om deze reden is het van belang inzicht te krijgen in beschikbare reststromen binnen de gemeente en de bijbehorende energiepotentie daarvan in de energieneutrale situatie.

Uit rapport van CE Delft¹⁰ blijkt een verwachte jaarlijkse energiebehoefte in Oss van 3.820TJ in 2050. De ambitie is daarvan binnen de eigen gemeentegrenzen 50% duurzaam op te wekken. Hiervoor moet er jaarlijks 1.910TJ aan energie worden opgewekt op eigen grondgebied. Hiervoor is indicatief 200.000ton hout nodig wanneer dit verbrand wordt. Bij vergisting is er indicatief een 1.000.000ton biomassa nodig. De exacte benodigde omvang van reststromen is afhankelijk van de samenstelling en de energiewaarde van de betreffende stromen. Voorgaande genoemde omvang van benodigde reststromen zijn grove, indicatieve schattingen. De gemeente Oss levert momenteel 25.000¹¹ ton biomassa per jaar (5.000 ton houtachtig, 9.000 ton GFT en 11.000 ton overige). Deze biomassa wordt verwerkt in een bio-energiecentrale in Odiliapeel. Wanneer deze biomassa wordt ingezet voor energieproductie binnen de eigen gemeente kan hiermee, in een gunstig geval, in circa 10% van de energiebehoefte worden voorzien.

Naast de beschikbaarheid van reststromen, moet er worden voldaan aan de technische- en logistieke randvoorwaarden voor warmte- of groengasdistributie. Een voorwaarde is een geschikt netwerk om de warmte te distribueren naar de eindgebruiker. In het geval van de productie van groengas gaat het om installaties om het geproduceerde gas in het gasleidingnet te injecteren. Afhankelijk van de situatie vergt de aanleg daarvan aanzienlijke investeringen. Een voldoende schaalgrootte, grote aantallen aangesloten gebruikers, is belangrijk om distributie van warmte of groengas economisch interessant te maken. Net als bij bodemenergie is toepassing hiervan in nieuwbouw situaties voor de hand liggend, omdat infrastructuur voor warmte distributie ineens mee kan worden aangelegd.

6.7 Innovaties & kleinschalige vormen van bio-energie

Op het gebied van bio-energie vinden innovaties plaats en wordt er gewerkt aan alternatieve vormen. Onderstaande zijn een drietal van deze innovaties en ontwikkelingen samengevat beschreven.

- **Micro bio-vergisting**

Bij micro bio-vergisting wordt gebruik gemaakt van een kleine installatie die in of nabij een gebouw geplaatst kan worden. Hierbij wordt organisch huis-, tuin-, en keukenafval direct in de eigen omgeving ingezet om gas te produceren. De micro bio-vergister combineert afvalverwerking met biogas productie dat gebruikt wordt voor het koken. De techniek is in ontwikkeling en nog niet kosten effectief.

- **Biogas uit decentrale afvalwaterzuivering 'New Sanitation'**

Decentrale afvalwaterzuivering 'New Sanitation' is een concept uitgevonden door Wageningen Universiteit. Afvalwaterzuivering vindt bij de bron plaats doormiddel van scheiding van de afvalstromen, terugwinning van grondstoffen en zuivering van het afvalwater. Een voordeel is dat tijdens het zuiveren van het afvalwater biogas wordt geproduceerd en grondstoffen (zoals fosfaat) wordt teruggewonnen. Een nadeel is dat de techniek in een vroeg stadium van ontwikkeling is en, in vergelijking met de huidige centrale afvalwaterzuivering, aanzienlijk hogere kosten met zich mee brengt.

¹⁰ Rapportage CE Delft: Oss energieneutraal in 2050, augustus 2016

¹¹ Opgave gemeente Oss, oktober 2016

6.8 Samenvatting bio-energie

Het aandeel van bio-energie in het voorzien in de Osse energiebehoefte in 2050 is sterk afhankelijk van de omvang van beschikbare reststromen.

Bio-energie kent beperkte randvoorwaarden (*'waar kan het'*) en een beperkte milieu-ruimte claim (*'waar mag het'*).

Logistiek (aanwezigheid- en aanvoer van grondstof en aanwezigheid afnemers) is maatgevend voor de potentie van een locatie.

Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

Contactgegevens

Beneluxweg 125
4904 SJ OOSTERHOUT
Postbus 40
4900 AA OOSTERHOUT

E. info@anteagroup.com

www.anteagroup.nl

Copyright © 2016

Niets uit deze uitgave mag worden
verveelvoudigd en/of openbaar worden
gemaakt door middel van druk, fotokopie,
elektronisch of op welke wijze dan ook,
zonder schriftelijke toestemming van de
auteurs.



Duurzaam Oss

Duurzaam Oss

Duurzaam Oss

Duurzaam Oss

Duurzaam Oss

ENERGIE EN RUIMTE

"KANSEN VOOR OPWEKKING DUURZAME ENERGIE IN OSS"

COLOFON

OPGESTELD DOOR

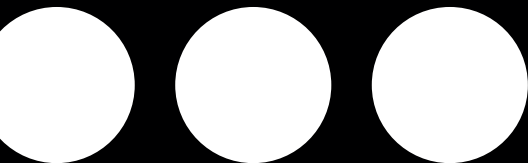
Bosch Slabbers Landschapsarchitecten;
Steven Slabbers, Clim Sorée

OPDRACHTGEVER

Gemeente Oss

DATUM

april 2017



ENERGIE EN RUIMTE

"KANSEN VOOR OPWEKKING DUURZAME ENERGIE IN OSS"





SAMENVATTING

Het landschap van Oss zoals we dat nu kennen is gemaakt door mensen. De rivier Maas is 'gevangen' tussen dijken en het landschap achter de dijken wordt bewoond, bewerkt en recreatief benut. De eisen die de mens aan het landschap stelt veranderen in de tijd, en ook de techniek ontwikkelt zich. Steeds weer past de samenleving het landschap aan aan de wensen en technische mogelijkheden van zijn tijd. Daarmee is het landschap van Oss continu in ontwikkeling.

De omschakeling van het gebruik van fossiele brandstoffen naar de toepassing van herwinbare energie is een actueel voorbeeld van een veranderende maatschappelijke vraag die noopt tot aanpassing aan het landschap. Binnen de stad is de energieopgave beperkt te realiseren, bijvoorbeeld met zonnepanelen op daken en energiezuinige gebouwen. Het landschap rond Oss biedt meer en grotere mogelijkheden om duurzame energie op te wekken. Daarmee wordt het buitengebied van Oss naast voedselproducent tevens energieproducent.

De omschakeling naar herwinbare energie luidt een nieuwe fase in de continue ontwikkeling van het landschap van Oss in, zoals eerder de inpolderingen en de ruilverkaveling hebben gedaan. In die zin is er weinig nieuws onder de zon.

De provinciale Verordening Ruimte stelt dat bij de toevoeging van een nieuwe ruimtelijke ontwikkeling aan het landschap altijd sprake moet zijn van een ruimtelijke kwaliteitsverbetering.

Dat is de energieopgave tot meer dan een kwantitatieve opgave, er moet ook nieuwe ruimtelijke kwaliteit worden toegevoegd.

De doelstelling om in het jaar 2050 611 GWh (25% van het geraamde totale energieverbruik in Oss) aan herwinbare energie binnen de eigen gemeentegrenzen op te wekken is fors, maar haalbaar. Dit vergt echter een flinke inspanning die zijn weerslag op het landschap zal hebben. Een dergelijke transitie realiseert men niet van de ene op de andere dag. Het gehele tijdspad tot 2050 zal nodig zijn om deze doelstelling te behalen. Dit betekent dat op korte termijn eerste stevige stappen in die richting moeten worden gezet.

Op dit moment is energie uit wind ruimtelijk het meest efficiënt (beperkt grondgebruik) en economisch het meest rendabel. Het is de verwachting dat in de periode tot 2050 energie uit wind lange tijd het beste rendement biedt. De technische ontwikkeling van energiewinning uit zon zal de komende tijd een versnelling doormaken. Mogelijk ontwikkelt zonne-energie zich in de periode naar 2050 tot een volwaardig alternatief voor windenergie. Dat is echter geen zekerheid. De opgave in Oss is dermate groot dat daar niet op kan worden gewacht. In de periode tot 2050 zal aan de vraag naar herwinbare energie in eerste instantie vooral door de toepassing van windenergie moeten worden voldaan.

Mogelijk dat dit richting 2050 in toenemende mate kan worden aangevuld met energie uit zon.

Van geothermie, biovergisting en energie uit water mag kwantitatief slechts een beperkte bijdrage worden verwacht. Toch is het wenselijk aan de ontwikkeling hiervan aandacht te besteden:

- omdat de energievraag dermate groot is dat 'alle beetjes helpen',
- omdat daarmee een groter aantal inwoners en bedrijven wordt bereikt dat actief kan bijdragen aan een 'schoon en duurzaam Oss'; 'iedereen kan meedoen'.
- omdat dit het beeld van Oss als innoverende en energiebewuste gemeente versterkt.

Wind

De grootschalige, open komgebieden tussen het stedelijk gebied van Oss en de Maas bieden goede kansen voor windenergie. De ontwikkeling van een windpark, een groep van windmolens, sluit hier aan bij de maat en schaal van het landschap en garandeert het behoud van de openheid van deze gebieden. De ontwikkeling van een windpark versterkt ook de economische positie van de agrariërs die de zo gewaardeerde openheid van de komgebieden in stand houden.

De ontwikkeling van één groot windpark heeft vanuit de ruimtelijke kwaliteit de voorkeur boven een ontwikkeling waarbij verspreid diverse kleinere parken worden ontwikkeld. Hierbij is een gefaseerde ontwikkeling mogelijk wanneer dit uiteindelijk tot één geheel leidt.

Landschappelijk is er verschil tussen het westelijk komgebied (Lithse polder) en het oostelijk komgebied (Haren en omgeving). Beiden worden gekenmerkt door openheid, maar in de Lithse polder is de openheid nog groter dan in het oostelijk komgebied, waar de aanwezigheid van de rivierduindorpen de ruimtemaat nog enigszins breekt. De Lithse polder ligt tussen de overwegend oost-west gerichte oeverwal van de Maas en de dekzandrug waarop naast Geffen ook Oss zich heeft ontwikkeld. In de polder zelf vormt de eveneens oost-west verlopende Roode Wetering / Hertogswetering een markante en cultuurhistorisch waardevolle structuurlijn. Daarmee zijn ook de ruimten in de Lithse polder overwegend oost-west gericht. Met de ruilverkaveling heeft de Lithse polder een regelmatige indeling verkregen. Hierop sluit een opstelling van windmolens in een regelmatig raster het beste aan. Een opstelling in een raster is ook uit het oogpunt van ruimtebeslag en energieopwekking het meest efficiënt en biedt ruimtelijk het meest rustige beeld.

Wanneer bij de planuitwerking een rasteropstelling niet haalbaar blijkt is voor de Lithse polder een opstelling waarbij de turbines in lange lijnen staan een goed alternatief. De ruimtelijke invloed van een windpark reikt dan de gemeentegrens. Daarom moet een eventueel windpark in het westelijk komgebied in directe samenhang met de ontwikkeling op het grondgebied van Den Bosch worden gezien.

In het oostelijk komgebied is het landschap minder regelmatig en behoeft met name de afstand tot de rivierduindorpen als Haren en Deursen-Dennenburg aandacht.

Vanuit het landschap gezien is hier op twee plaatsen ruimte voor de ontwikkeling van een windpark. Een eerste mogelijkheid is de aanleg van een windpark gekoppeld aan het bedrijventerrein Elzenburg-De Geer, waar ruimtelijk en functioneel een directe verbinding met het bedrijventerrein kan worden gelegd. Voor Elzenburg-De Geer worden thans meer gedetailleerd plannen uitgewerkt waarin de voor dit gebied meest wenselijke opstelling wordt bepaald.

Een tweede mogelijkheid is de ontwikkeling van een windpark in het open gebied tussen Haren, Ravenstein, Herpen en Berghem. Ook hier heeft een rasteropstelling de voorkeur, maar is ook een wolkopstelling denkbaar.

Wanneer zowel bij Elzenburg-De Geer als in de oostelijke kom een windpark wordt gerealiseerd, is het vanuit de ruimtelijke kwaliteit noodzakelijk dat er een royale ruimte tussen beide parken wordt aangehouden, om te voorkomen dat de parken met elkaar gaan interfereren.

De ontwikkeling van een windpark is een landschappelijke ontwerpogave die een zorgvuldige uitwerking behoeft. Aandachtspunten voor de planvorming zijn de afstand tot de woonkernen, de historische landschapselementen en structuren als eendenkooien en Hertogswetering. Ook het hoogspanningstracé is een structuur die inpassing in een plan voor windmolens vraagt. Wanneer sprake is van meerdere windparken is ook de onderlinge afstand, in relatie tot de ruimtelijke wisselwerking tussen de parken, aandachtspunt.

Een incidentele ontwikkeling van windenergie (één of enkele molens in plaats van een windpark) is uitsluitend denkbaar in gebieden die zich al in een stedelijke richting ontwikkelen en waar een directe koppeling tussen de energieopwekking en de energieafname kan worden gerealiseerd. Mogelijk voorbeeld hiervan is de bedrijvenontwikkeling bij Heesch-West waar de gemeente Oss in participeert. Een incidentele ontwikkeling heeft vanuit de ruimtelijke kwaliteit echter niet de voorkeur.



Zon

Voor zonne-energie zijn vooralsnog de relatief kleinschalige toepassingen kansrijk. Deze laten zich ruimtelijk inpassen in de meer kleinschalige landschappen op de oeverwal (langs de Maas), de dekzandrug en de dekzandrand (beiden ten zuiden van de komgronden). Hier zijn mogelijkheden de zonneakkers met houtsingels, kleine bouselementen en wegbeplantingen in te passen en daarmee tevens het landschappelijke mozaïek te versterken.

Energie uit geothermie, water en biovergisting

Er zijn kansen voor slimme koppelingen. Op de dekzandrug zijn er mogelijkheden om geothermie aan te wenden voor de verwarming in bestaande woongebieden en toekomstige uitbreidingen. De sluis in het Burgemeester Delenkanaal bij Macharen biedt wellicht mogelijkheden voor de ontwikkeling van een bescheiden waterkrachtcentrale, eventueel in combinatie met de ontwikkeling van windmolenpark Elzenburg. In combinatie met de Rioolwater Zuiverings Installatie (RWZI) in Lithoijen lijken er, onder voorwaarde van een goede landschappelijke inpassing, kansen voor de ontwikkeling van een biovergistingsinstallatie.

Daarmee ontstaat voor Elzenburg-De Geer een nieuw perspectief. Dit gebied biedt mogelijkheden voor de inzet van een mix van herwinbare vormen van energie: windenergie, waterkracht, geothermie en zonne-energie. Daarmee kan dit bedrijventerrein zich ontwikkelen tot een icoon op het gebied van slimmer omgaan met energie.



0

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	13	4	RUIMTELIJKE VOORKEUREN OP DE SCHAAL VAN OSS ALS GEHEEL	33
	1.1 Aanleiding	13		4.1 Inleiding	33
	1.2 Vraagstelling	13		4.2 Zon en wind; inspelen op de maat en schaal van het landschap	35
	1.3 Opgave	14		4.3 Concentratie van windturbines boven gespreide ontwikkeling	37
	1.4 Doel van de visie	15		4.4 Water, vergisting en geothermie: slimme koppeling	37
	1.5 Opbouw van het rapport	15			
2	DE OPGAVE UITGEWERKT	17	5	MOGELIJKHEDEN PER TYPE LANDSCHAP	39
	2.1 Landschap in verandering	17		5.1 Inleiding	39
	2.2 Duurzame energie als nieuwe maatschappelijke vraag	23		5.2 Uiterwaarden	39
	2.3 Opgave en ambitie	23		5.3 Oeverwallen	45
	2.4 Vijf soorten van duurzame energie	23		5.4 Komgebieden	50
3	KERNKWALITEITEN VAN HET LANDSCHAP	27		5.5 Dekzandrand	71
	3.1 Landschappelijke variatie	27		5.6 Dekzandrug	75
	3.2 Een gelaagd landschap	29			
	3.3 'Cultuurlandschap' naast 'productielandschap'	31		BIJLAGE A - KANSENKAARTEN ANTEAGROEP	78
				BIJLAGE B - ENERGIE EN RUIMTE	85
				B2.1 Energie uit wind	85
				B2.2 Energie uit zon	89
				B2.3 Energie uit water	91
				B2.4 Energie uit aardwarmte	93
				B2.5 Energie uit biovergisting (mest & biomassa)	93



1.1 Aanleiding

De gemeente Oss heeft zich de opdracht gesteld in 2050 voor de energievoorziening uitsluitend gebruik te maken van herwinbare energiebronnen. Daartoe zet zij in op energiebesparing (circa 50%), op inkoop van herwinbare energie (ongeveer 25%) en op het produceren van herwinbare energie binnen de eigen gemeentegrenzen (eveneens ongeveer 25%). Daarmee moet in 2050 jaarlijks 611 GigaWattuur (GWh) binnen de eigen gemeente aan herwinbare energie worden ontwikkeld.

Deze omslag van 'energie verbruiken' naar 'energie gebruiken', zal zijn weerslag hebben op het landschap, op de ruimtelijke kwaliteit. In plaats van fossiele brandstoffen te verbruiken wordt energie betrokken uit herwinbare bronnen. Fossiele energiebronnen als olie, gas en kolen bevinden zich ondergronds. Daarmee is de ruimtelijke impact van de fossiele energiehuishouding relatief beperkt. Herwinbare energiebronnen, als wind-, zon- en bio-energie, spelen zich daarentegen nadrukkelijk bovengronds af. De omslag naar duurzame energie kent daarmee een directe ruimtelijk component, zal leiden tot een ander landschapsbeeld.

Wanneer deze omschakeling onvoldoende doordacht wordt uitgevoerd dan zal dit zeker tot een verlies aan ruimtelijke kwaliteit leiden. Omgekeerd biedt deze ontwikkeling mogelijk ook kansen om nieuwe kwaliteit aan het buitengebied van Oss toe te voegen, zonder de bestaande kernkwaliteiten te verloochenen.

1.2 Vraagstelling

De vraag is niet of Oss moet omschakelen op duurzame energie, de vraag is hoe Oss dit zo slim mogelijk kan doen. Wat betekent deze omschakeling voor de ruimtelijke kwaliteit van het Osse landschap? Doet deze ontwikkeling afbreuk aan bestaande kwaliteiten of biedt deze ontwikkeling juist kansen voor de ontwikkeling van nieuwe ruimtelijke kwaliteit? Hoe kunnen we deze verandering zo optimaal mogelijk begeleiden?

Het landschap van Oss kent een rijke verscheidenheid, het landschap op de oeverwal is heel anders dan het landschap in de kommen of van de dekzandrug. Bij duurzame energie gaat het niet alleen om windenergie, maar ook om energie uit aardwarmte, zon, water en/of de vergisting van biomassa. Die verschillende vormen van duurzame energie hebben ieder een andere impact op het landschap.

Bepaalde gebieden zijn vanuit hun ruimtelijke kwaliteit meer geschikt voor bepaalde vormen van duurzame energie dan andere. De vraag is welke gebieden zich vanuit hun ruimtelijke kwaliteit het beste voor de ontwikkeling van duurzame energiewinning lenen en voor welke vormen van duurzame energie? Daarbij is ook de vraag aan te geven hoe gebieden daarmee tegelijkertijd aan kwaliteit kunnen winnen. Samengevat is de vraag 'Hoe en waar kan schone energie tot schone landschappen leiden?'

Voor het beantwoorden van die vraag bouwt deze studie voort op de uitgangspunten die zijn vastgelegd in de Nota Landschapsbeleid 2015 van de gemeente Oss.

1.3 Opgave

Als eerste stap naar een energieduurzame ontwikkeling heeft Oss in het najaar van 2016 door de Anteagroup energie-kansen-kaarten op laten stellen (bijlage 1). Deze identificeren welke locaties binnen de gemeente vanuit hun energiepotentie, met in acht name van beperkingen vanuit de wet- en regelgeving, het meest geëigend zijn voor bepaalde vormen van duurzame energieopwekking. De energie-kansen-kaarten leren dat verschillende gebieden verschillende potenties hebben.

De nu voorliggende studie bouwt op het onderzoek van Anteagroup voort. De opgave is om vanuit de ruimtelijke kwaliteit van het Osse landschap een strategische visie te ontwikkelen. Deze moet:

- Aangeven welke landschappen vanuit hun specifieke ruimtelijke kenmerken het meest geschikt zijn voor de winning van herwinbare energie en voor welke vorm(en) van herwinbare energie;
- Hoe daarmee de ruimtelijke kwaliteit kan worden versterkt, daartoe moet deze visie aandachtspunten voor de concrete planvorming aanreiken;
- Een eerste beeld schetsen van de mate waarin dit kwantitatief bijdraagt aan het realiseren van de energiedoelstelling.

1.4 Doel van de visie

Deze strategische visie wil vanuit de ruimtelijke kwaliteit aangeven waar en via welke weg de energiedoelstelling het best gerealiseerd kan worden. Deze studie wil bestuurders handvatten aanreiken om tot de keuze van gebieden te komen; waar wil Oss wel ruimte bieden aan bepaalde vormen van duurzame energie en waar niet?

In de regel ligt het initiatief tot het ontwikkelen van een energiepark bij een onderneming of een combinatie van ondernemingen. De gemeente wil, door het verschaffen van een helder ruimtelijk kader, partijen stimuleren om initiatieven tot ontwikkeling te brengen.

Deze studie dient drie doelen, zij wil:

- bestuurders vanuit de ruimtelijke kwaliteit handvatten bieden bij de beoordeling van die initiatieven, welke van die initiatieven zijn vanuit de ruimtelijke kwaliteit kansrijk en welke niet?
- ontwikkelende partijen vooraf een ruimtelijk kader bieden en initiatieven stimuleren; wanneer de kaders bekend zijn kunnen partijen daarmee aan de slag.
- inzicht bieden hoe en waar een dergelijk initiatief kan bijdragen aan het realiseren van de ruimtelijke doelstellingen als vastgelegd in de Nota Landschapsbeleid 2015

Een strategische visie vormt geen ontwerp maar wel de opmaat voor het ontwikkelen van concrete projecten.

De vertaalslag van 'visie' naar 'concreet plan' is een ontwerp-opgave. Daartoe reikt de strategische aandachtspunten voor het ontwerp aan.

1.5 Opbouw van het rapport

Dit rapport vormt het advies aan de gemeente Oss over hoe vanuit de ruimtelijke kwaliteit het best ruimte kan worden geboden en sturing kan worden gegeven aan de ontwikkeling van duurzame energie.

Hoofdstuk 2 plaatst de vraag naar duurzame energie binnen het proces van een continue landschappelijke transformatie en identificeert, gebaseerd op het onderzoek van de Anteagroup, welke vormen van duurzame energie in de periode tot 2050 kunnen bijdragen aan de energiedoelstelling.

Hoofdstuk 3 benoemt de kernkwaliteiten die in het landschap van 2050 herkenbaar terug moeten komen.

Hoofdstuk 4 formuleert op het schaalniveau van de gemeente als geheel ontwikkelvoorkeuren voor de diverse vormen van herwinbare energie. Tot slot zoomt hoofdstuk 5 in op de kansen per landschapstype: uiterwaarden, oeverwal, dekzandrug, dekzandrand, kommen en rivierduindorpen. Het stedelijk gebied is geen onderdeel van deze opdracht.

1874



2.1 Landschap in verandering

Landschappen zijn gemaakt door mensen. De eisen die de samenleving aan het landschap stelt veranderen in de tijd, en ook de techniek ontwikkelt zich.

Steden en dorpen groeien, bedrijfsterreinen worden aangelegd, infrastructuur wordt uitgebreid, de schaal van de landbouw vergroot en het buitengebied wordt naast leefgebied voor plant- en diersoorten in toenemende mate ook recreatief uitlooph gebied voor de stedeling.

Steeds weer past de samenleving het landschap aan aan de wensen en technische mogelijkheden van zijn tijd. Daarmee is het landschap continu in verandering. Dat geldt ook voor het landschap van Oss en omgeving.

De militaire kaart van 1874 toont duidelijk het onderscheid tussen:

- De hoge dekzandrug waarop de belangrijkste kernen liggen,
- De natte komgebieden, dooraderd door weteringen, met verspreid gelegen eendenkooien broekbossen. Hierbij kent de oostelijke kom een aantal kleine nederzettingen op voormalige rivierduinen (Haren, Teeffelen, Deursen-Dennenburg).
- De oeverwal langs de Maas, met daarop een snoer van kleinere kernen / buurtschappen als Maren-Kessel, Het Wild, Lith, Lithoijen, Oijen, Megen, Dieden en Demen.
- De meanderende Maas zelf, die deels nog met de Waal is vervlochten.

De kaart van 1914 toont de ontwikkeling van de infrastructuur. De spoorlijn Den Bosch-Nijmegen is aangelegd en de kernen op de dekzandrug worden door een voorloper van de N44 met elkaar verbonden.

De kaart van 1950 brengt de kanalisatie van de Maas in beeld en toont een eerste agrarische schaalvergroting als gevolg van de ruilverkavelingen in het westelijk komgebied.

Op de kaart van 1978 zijn de komgebieden integraal heringericht, waarbij de oorspronkelijke strokenverkaveling plaats heeft gemaakt voor een grovere blokverkaveling en ook de voorheen lege komgebieden intensief zijn ontsloten. De kaart toont naast de stedelijke ontwikkeling van Den Bosch en Oss ook de groei van kernen als Rosmalen, Nuland en Geffen. Ook de kernen die als een snoer op oeverwal langs de Maas liggen groeien, maar zij behouden wel hun eigenstandige positie.

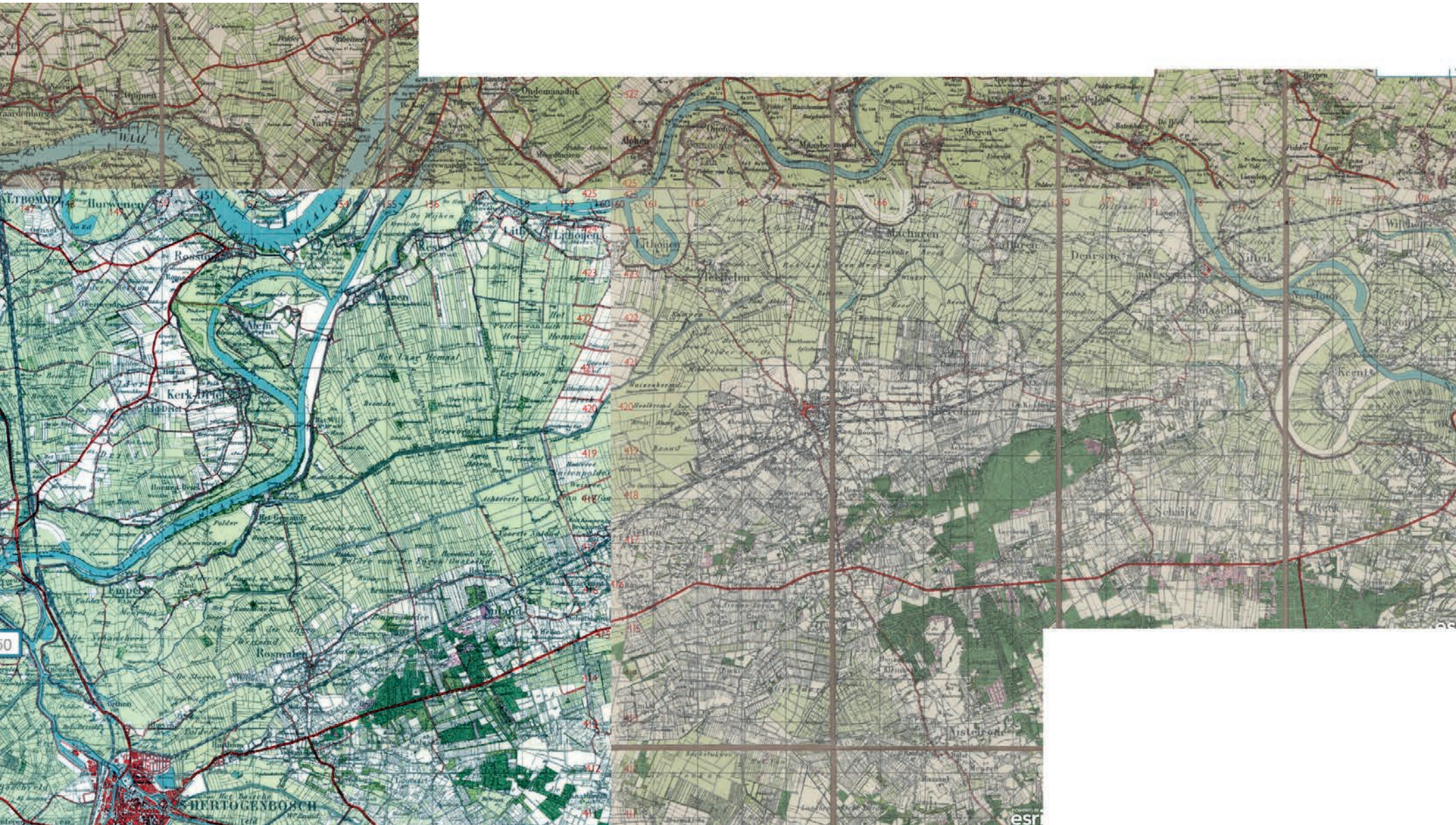
In de uiterwaarden van de Maas vinden de eerste ontgroningen plaats.

Wanneer men verder op de kaart inzoomt dan valt op de oeverwal en de dekzandrug het verlies aan bosschages, houtwallen en singels op, waarmee het landschap aan coulissenwerking heeft ingeboet.

1914



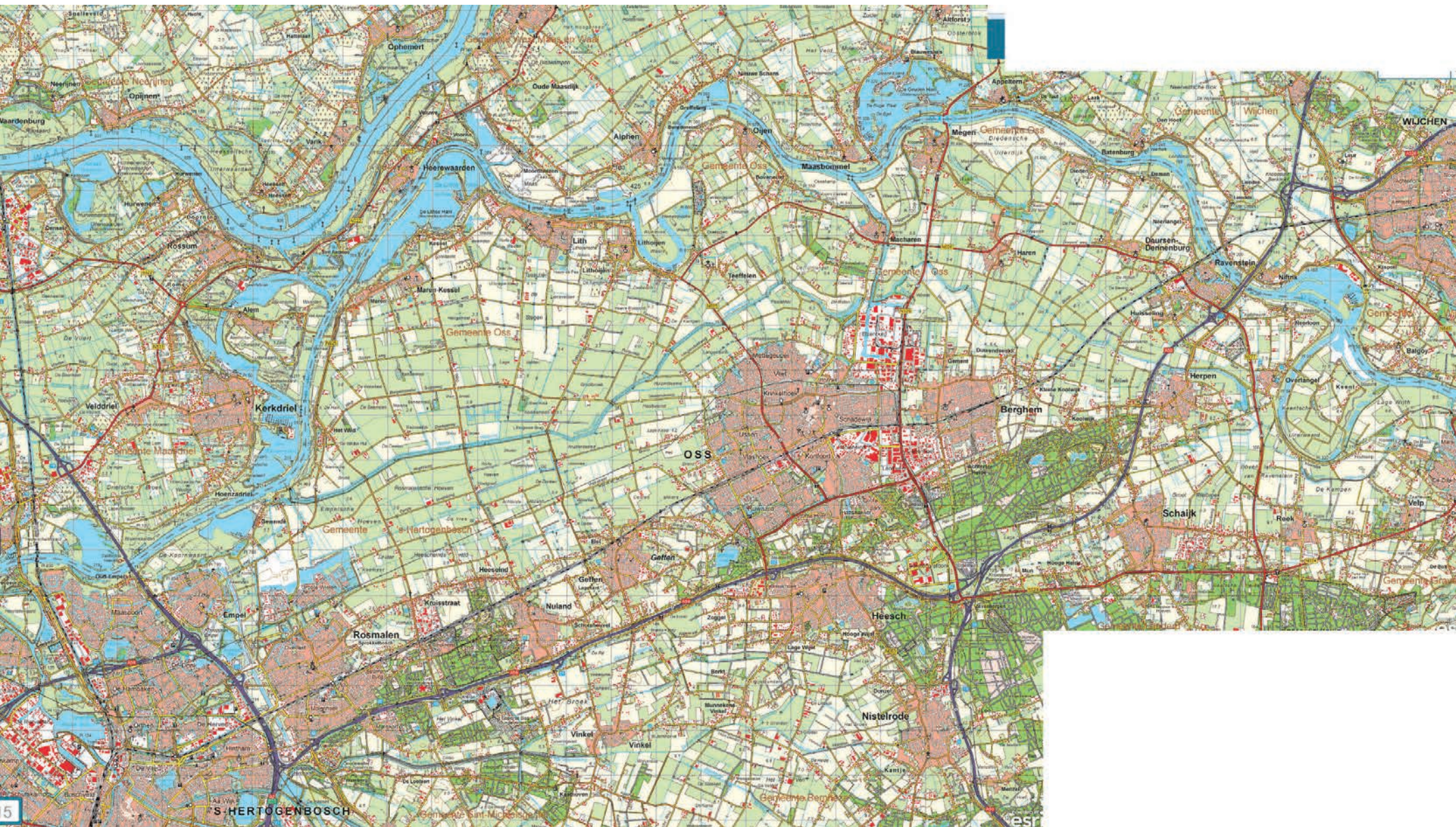
1950



1978



2016



Heestersweg



uitgezonderd



De kaart van 2015 laat zien hoe dit proces in een stroomversnelling geraakt. De kaart toont:

- de verdere intensivering van de infrastructuur,
- de expansie van woon- en werkgebieden,
- een tweede ronde schaalvergroting in de komgebieden waarbij grote boerderijen naar de kom zijn uitgeplaatst,
- de voortschrijdende ontgronding langs de Maas.

De kaartvergelijking leert dat het landschap zich telkenmale vernieuwt en dat we het landschap, en de kansen die dit biedt telkens opnieuw aan het uitvinden zijn. De enige constante is de verandering.

2.2 Duurzame energie als nieuwe maatschappelijke vraag

De omschakeling van het gebruik van fossiele brandstoffen naar de toepassing van herwinbare energie is opnieuw een voorbeeld van een veranderende maatschappelijke vraag die zal leiden tot aanpassingen aan het landschap.

In die zin is er niets nieuws onder de zon: de samenleving heeft nieuwe wensen en past de omgeving daarop aan. De omschakeling naar herwinbare energie luidt een nieuwe fase in in de continue ontwikkeling van het landschap van Oss, zoals eerder de inpolderingen en de ruilverkaveling hebben gedaan.

2.3 Opgave en ambitie

De transitie van Oss naar een gemeente die voor zijn energievoorziening uitsluitend gebruik maakt van herwinbare energiebronnen zal tot een aanzienlijke transformatie van het landschap leiden. De uitdaging is deze verandering zodanig vorm te geven dat de kernkwaliteiten behouden blijven, knelpunten tot een oplossing worden gebracht en nieuwe kwaliteit wordt toegevoegd, en dat alles zodanig dat het landschap 'zijn verhaal kan blijven vertellen'.

De opgave is deze ontwikkeling zodanig in te zetten dat dit passend is bij het landschap. De ambitie reikt echter verder. De ambitie is deze ontwikkeling zodanig in te zetten dat deze leidt tot een betere ruimtelijke kwaliteit, deze het landschap van Oss een hernieuwde zeggingskracht, nieuw elan, verschaft.

2.4 Vijf soorten duurzame energie

Op hoofdlijnen zijn vijf soorten duurzame energie te onderscheiden:

- Windenergie
- Zonne-energie
- Energie uit waterkracht
- Energie uit biovergisting
- Gebruik van aardwarmte



De doelstelling om in het jaar 2050 611 GWh aan herwinbare energie binnen de eigen gemeentegrenzen op te wekken impliceert een ingrijpende omschakeling. Een dergelijke transitie realiseert men niet van de ene op de andere dag. Het gehele tijdspad tot 2050 zal nodig zijn om deze doelstelling te behalen, waarbij op korte termijn de concrete eerste stappen moeten worden gezet.

De studie van de Anteagroup en de vingeroefeningen die daarop zijn uitgewerkt (zie bijlage 2) tonen aan dat op dit moment energie uit wind ruimtelijk het meest efficiënt en economisch het meest rendabel is. Het is de verwachting dat in de periode tot 2050 energie uit wind lange tijd het beste rendement geeft. De technologische ontwikkeling van energiewinning uit zon zal de komende tijd een versnelling doorlopen. Mogelijk ontwikkelt zonne-energie zich in de periode naar 2050 tot een volwaardig alternatief voor windenergie. Dat is echter geen zekerheid. De opgave in Oss is dermate groot dat daar niet op kan worden gewacht.

In de periode tot 2050 zal aan de vraag naar herwinbare energie in eerste instantie vooral door de toepassing van windenergie moeten worden voldaan. Mogelijk dat dit richting 2050 in toenemende mate kan worden aangevuld met energie uit zon.

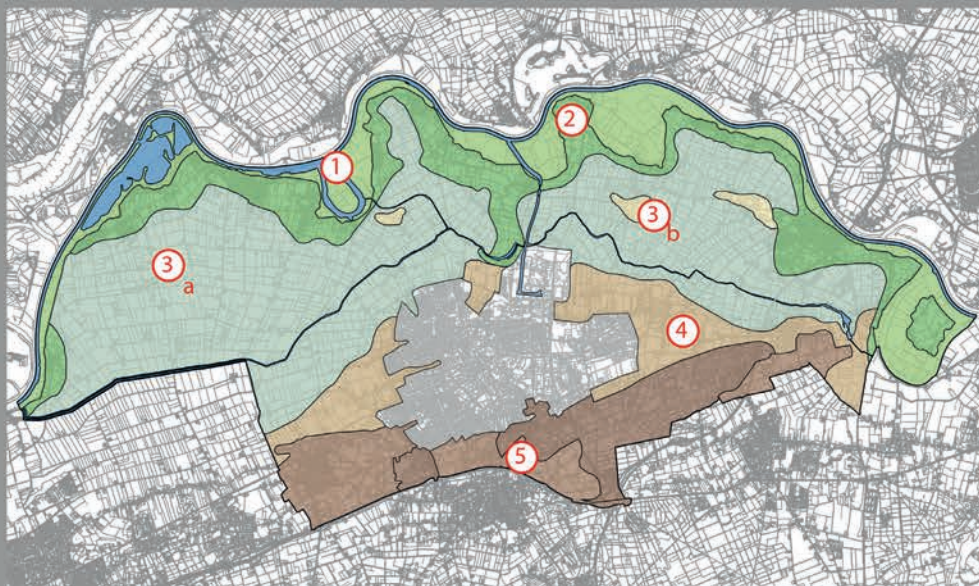
Van geothermie, biovergisting en energie uit water mag kwantitatief slechts een beperkte bijdrage worden verwacht. Om verschillende redenen is het toch wenselijk aan de ontwikkeling hiervan beleidsmatig ruimte te bieden en deze ontwikkeling actief te stimuleren:

- omdat de vraag dermate groot is dat 'alle beetjes helpen',
- omdat daarmee mogelijk een grotere groep wordt bereikt die actief kan bijdragen aan een 'schoon en duurzaam Oss', 'iedereen kan meedoen'.
- omdat dit het beeld van Oss als innoverende en energiebewuste gemeente versterkt.

Een mix van energievormen komt niet vanzelf tot ontwikkeling. Windenergie kan zich autonoom ontwikkelen, maar de aanvullende inzet van zonne-energie zal zeker de eerste jaren extra stimulans behoeven. Dat geldt in sterkere mate voor de overige vormen van duurzame, herwinbare energie. Wanneer Oss zich als energiegemeente wil profileren waar een breed scala aan herwinbare vormen van energie wordt toegepast, dan vergt dat een actieve inzet van de gemeente.

VISIE LANDSCHAP

Nota Landschapsbeleid 2015 - gemeente Oss



STREEFBEELD

- identiteit: verschillende landschapstypen versterken
- contrast tussen landschapstypen versterken
- beplanting: toepassing van gebiedseigen beplantingssoorten
- bebouwing: streven naar streekeigen bouwstijl
- nieuwe ontwikkelingen aan laten sluiten bij de (gewenste) karakteristiek, niet uitsluiten
- archeologische en cultuurhistorische waarden behouden
- inzetten op natuur- en landschapsbeheer en -ontwikkeling

1 uiterwaarden



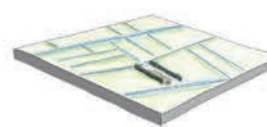
- halfopen tot open reliëfrijk gebied
- vergroten contrast buiten- en binnendijks
- natte natuurontwikkeling
- waterberging

2 oeverwal



- kleinschaligheid en groene karakter versterken
- toevoegen van landschapselementen als (hakhout)bosjes, houtwallen, singels, hoogstamboomgaardjes

3 a komgebied

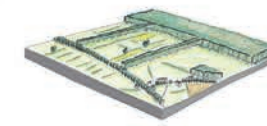


- open, grootschalig, rationeel
- wegbepanting niet vervangen bij kap (uitsterfbeeld)
- behoud vitale veeteeltsector
- uitgangspunt erfbeplanting: transparante bomenrij(en) (bij voldoende hoogwaardige architectuur stallen)
- overgang rivierduindorpen naar komgebied versterken door toepassing van groen op de rivierduin

b rivierduinen

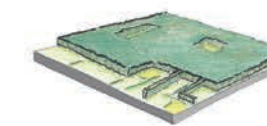


4 dekzandrand



- halfopen, kleinschalig karakter
- regelmatige slagenverkaveling;
- kavelrandbeplanting loodrecht op dekzandrug
- aanwezigheid van kwel benutten
- mogelijkheid tot transformatie naar nieuw landschap

5 dekzandrug



- halfopen tot besloten karakter
- bosgebied besloten met open plekken (vennen en stuifduinen)
- kleinschalig mozaïek met bosjes, houtwallen
- droge ecologische verbindingen

KERNKWALITEITEN VAN HET LANDSCHAP

De energietransitie die Oss zich ten doel stelt zal een aanzienlijke transformatie van het landschap tot gevolg hebben. Verandering hoort bij een 'levend' landschap waarin mensen wonen, werken en recreëren.

De opgave is deze verandering zodanig vorm te geven dat de kernkwaliteiten behouden blijven, knelpunten tot een oplossing worden gebracht en nieuwe kwaliteit wordt toegevoegd. En dat alles zodanig dat het landschap 'zijn verhaal kan blijven vertellen'. Dat leidt tot de vraag 'Wat zijn dan die kernkwaliteiten van het landschap?'

3.1 Landschappelijke variatie

Kernkwaliteit van het landelijk gebied van Oss is de grote landschappelijke verscheidenheid. De kern Oss is ontstaan op de rand van de dekzandrug die op enige afstand van de Maas evenwijdig aan de rivier ligt. Tussen deze relatief hoge zandrug en de zandige oeverwal langs de rivier liggen de kleiige komgronden die worden gekenmerkt door een enorme ruimtemaat. Op hoofdlijnen zijn binnen de gemeente Oss vijf landschappen te onderscheiden:

- *De Maas met haar uiterwaarden.*

Dit is een recreatief aantrekkelijk landschap met een boeiend verleden van meanderen en dijkaanleg, belangrijke natuurwaarden en een grote dynamiek. Het landschap van de uiterwaarden is rijk aan tekening. In de uiterwaarden zijn de oude riviermeanders (kronkelwaarden) nog herkenbaar. Bakenvormen markeren het verloop van de rivier, plaatselijk tekenen de Maasheggen het landschap van de uiterwaarden. Grote delen van de uiterwaarden zijn in beheer bij natuurorganisaties en maken deel uit van de Ecologische Hoofdstructuur / het Natuur Netwerk Brabant. Kenmerkend voor de uiterwaarden is de dynamiek, bij hoog water stromen grote delen van de uiterwaarden onder en verandert het landschapsbeeld essentieel van maat en aard.

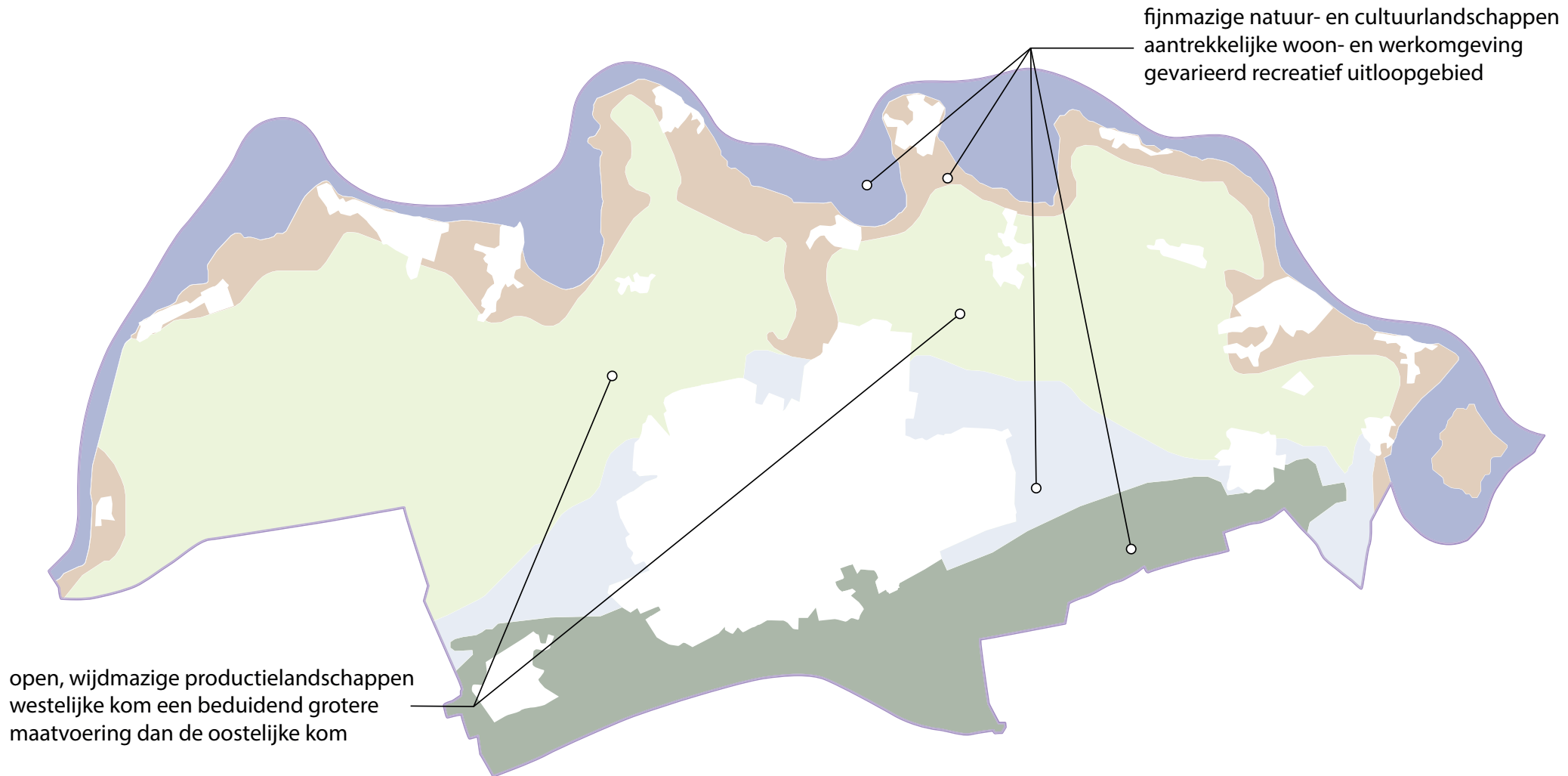
- *Oeverwal*

De oeverwal kent vanouds een gevarieerde bebouwing: individuele boerderijen, lintbebouwing en een reeks van kleine dorpen. De oeverwal biedt naast dijken een kleinschalig coulissenlandschap met een onregelmatige mozaïekverdeling met afwisselend akkerbouw, tuinbouw en open weiland. De oeverwal is vanouds rijk aan boomgaarden en houtsingels, de laatste decennia nemen deze echter in aantal en kwaliteit af.

- *Dekzandrug*

De dekzandrug biedt een overwegend kleinschalig verdicht landschap met afwisselend bos, akkers, heide en open weiland.

Variatie in het landschap



- *Dekzandrand*

De dekzandrand vormt de overgang van de verdichte dekzandrug naar de open komgronden in het kleigebied. Op de dekzandrand treft men de stedelijke ontwikkeling van Oss en Herpen, naast een coulissenlandschap dat wordt gekenmerkt door zeer lange, smalle kavels. De dekzandrand kent een kleinschalig gebruik door de land- en tuinbouw. Het gebied is vanouds rijk aan houtsingels, houtwallen en struweel, maar deze nemen in aantal en kwaliteit af.

- *Komgebieden*

De kommen vormen een open landschap van een uitzonderlijke ruimtemaat. Grote delen van het komgebied maakten deel uit van de Beerse Overlaat. Dit gebied, enkele kilometers breed, van Beers tot ten noorden van Den Bosch, vormde een overstroombeding voor de Maas. Bij hoog water stroomde het gebied onder en vormde het een tijdelijke rivier. Dit verklaart mede de openheid van dit gebied.

De kommen zijn een open landschap, maar zij zijn geenszins kaal. De eendenkooien en de Hertogswetering maken dat er op het lager schaalniveau veel te zien is, zij brengen tekening in het landschap aan en versterken het historisch perspectief van het landschap. Zij maken het verleden herkenbaar aanwezig.

Landschappelijk is er verschil tussen het westelijk komgebied (Lithse polder) en het oostelijk komgebied (Haren en omgeving).

De Lithse polder is extreem grootschalig en open en heeft met de ruilverkaveling een regelmatige indeling gekregen.

De langste zichtlijnen zijn oost-west gericht, evenwijdig aan oeverwal, dekzandrug en Hertogswetering. Hier kan men tot wel 10 kilometer van zich afkijken.

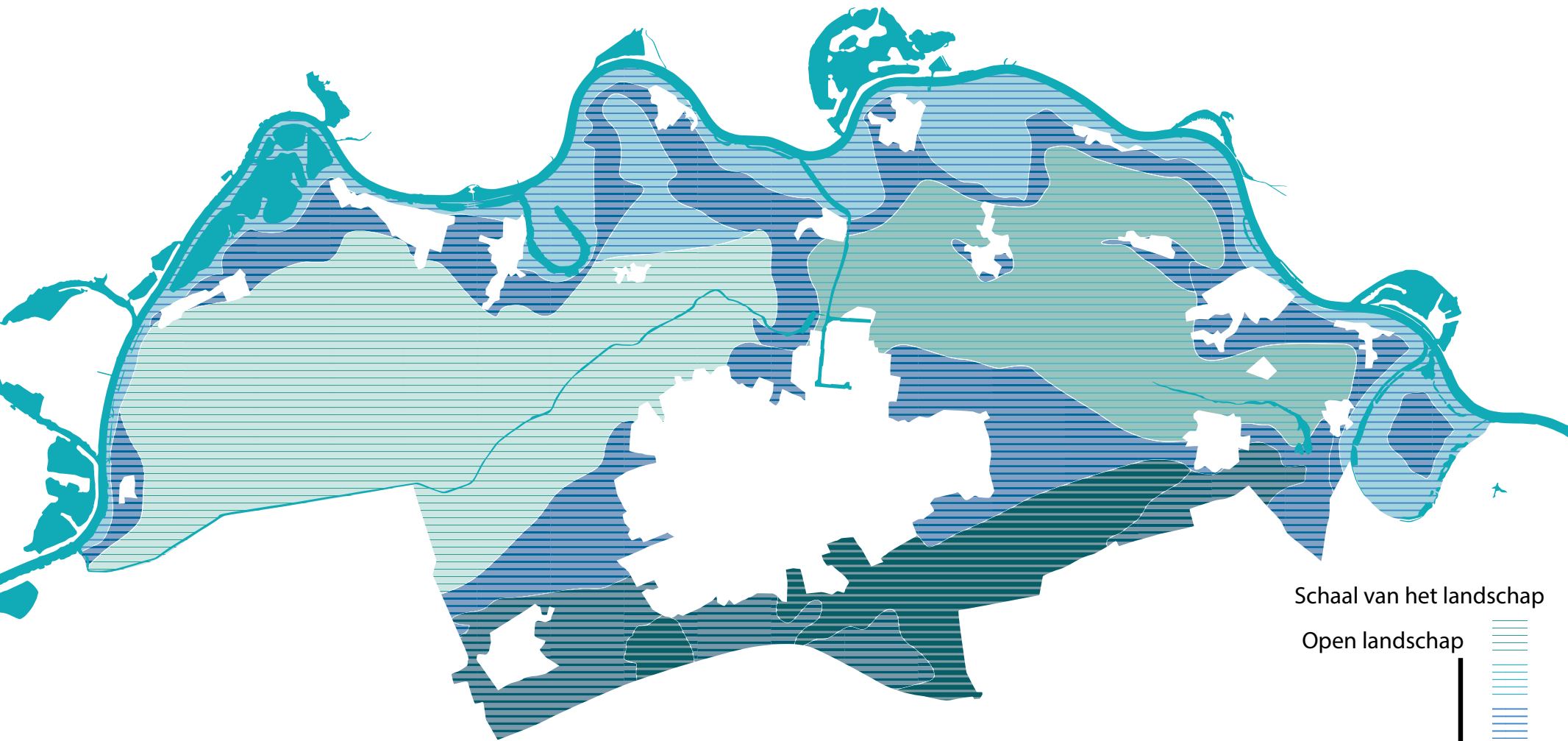
De oostelijke kom wordt verbijzonderd door de aanwezigheid van een aantal kleinere dorpen (Macharen, Haren) die op voormalige rivierduinen zijn gebouwd. Deze liggen als verdichte eilanden in de ruimte en 'breken' de ruimtemaat. Ofschoon deze zandopduikingen een beperkte hoogte kennen is het reliëf markant en herkenbaar aanwezig.

3.2 Een 'gelaagd' landschap

Het landschap van Oss is het resultaat van een lange ontwikkelingsgeschiedenis waarbij iedere episode zijn eigen aardigheden aan het landschap heeft toegevoegd, zonder het voorgaande geheel uit te wissen. Het resultaat is een gelaagd landschap, samengesteld uit elementen en structuren uit verschillende tijdslagen. Voorbeelden hiervan zijn de oude Maaskronkels, de rivierduinen, de historische dorpskernen op de oeverwal, rivierduinen en dekzandrug, de Hertogswetering, de eendenkooien, de lange strokenverkaveling van de Lithse Polder.

Hierdoor laat het landschap van Oss zich lezen als het een geschiedenisboek. Het heden is het resultaat van een continue ontwikkeling en tevens vertrekpunt voor nieuwe ontwikkelingen.

Schaal van het landschap



Schaal van het landschap

Open landschap



Besloten landschap



3.3 ‘Cultuurlandschap’ naast ‘productielandschap’

Het buitengebied van Oss is in eerste instantie gevormd voor en door de voedselproductie. In die zin is het in haar geheel een productielandschap. Later is het buitengebied in toenemende mate gewaardeerd vanwege haar cultuurhistorische waarde, natuurkwaliteit en de recreatieve mogelijkheden die zij biedt als uitloopgebied voor de inwoners van de steden en dorpen.

Op hoofdlijnen kent het buitengebied van Oss een onderscheid tussen:

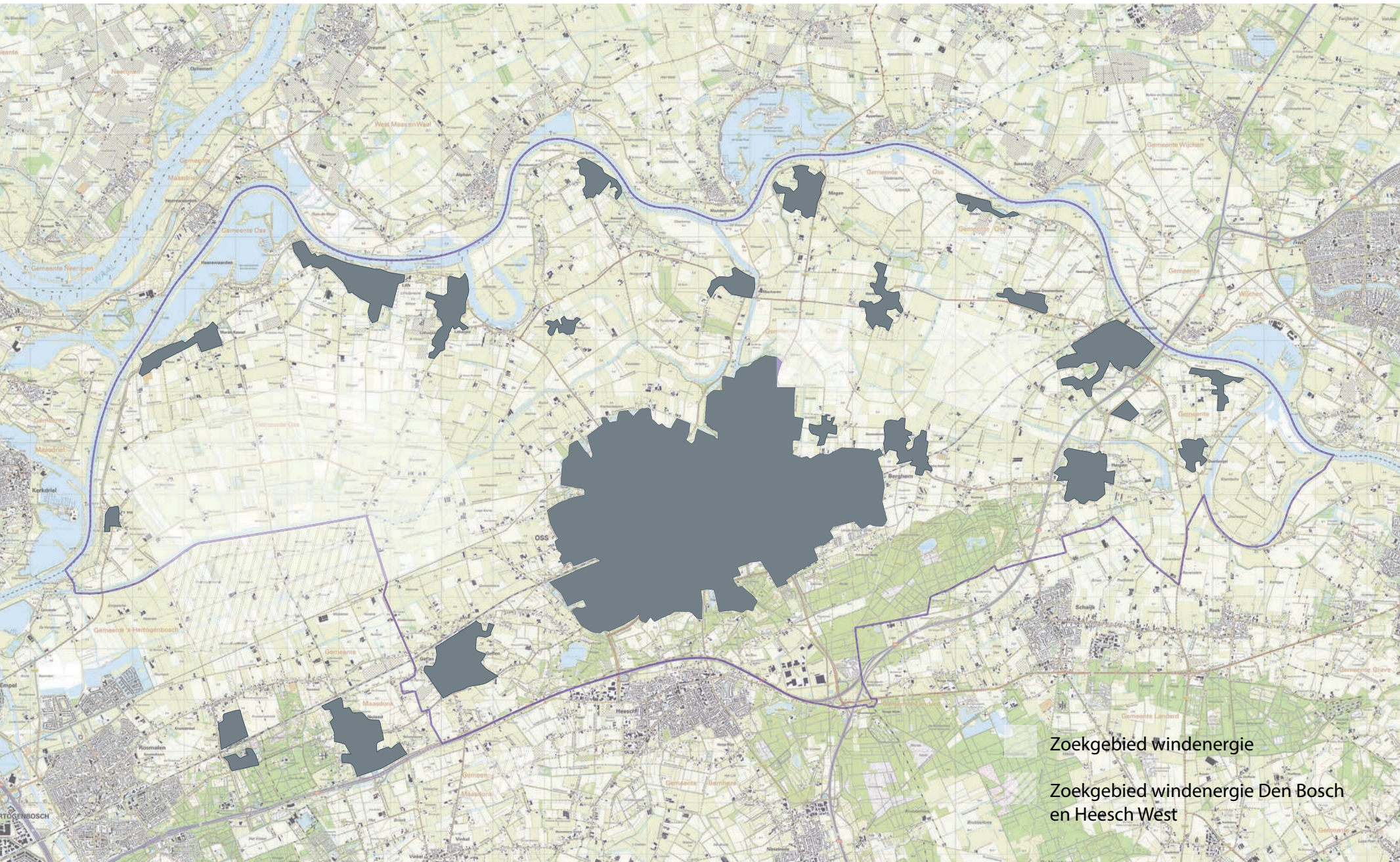
- fijnmazige ‘natuur- en cultuurlandschappen’ langs de Maas (uiterwaarden en oeverwal) en op de dekzandrand en dekzandrug. Hier treft men op korte afstand een grote ruimtelijke afwisseling.
- de open, wijdmazige ‘productielandschappen’ (veeteelt) in de kommen. Hier is de ruimtelijke variatie minder, maar is de ruimtebeleving indrukwekkend.

Met name de natuur- en cultuurlandschappen langs de Maas en op de dekzandrug vormen een aantrekkelijke woon- en werkomgeving en zijn recreatief van grote betekenis. Zij bieden de inwoners van Oss en omgeving een gewaardeerd recreatief uitloopgebied. Het gegeven dat men hier op korte afstand een grote variatie aan natuurlijke, landschappelijke en cultuurhistorisch aantrekkelijke gebieden treft maakt hen zo aantrekkelijk voor wandelen en fietsen.

De komgronden bieden ruimtelijk minder variatie dan de natuur- en cultuurlandschappen maar worden vooral gewaardeerd om hun extreme openheid en weidsheid.

De ontwikkeling van herwinbare energie in het buitengebied van Oss luidt een nieuwe fase in het landschap in. Daarmee wordt het landschap naast voedselproducent tevens energieproducent.

Windenergie



Zoekgebied windenergie

Zoekgebied windenergie Den Bosch
en Heesch West

RUIMTELIJKE VOORKEUREN OP DE SCHAAL VAN OSS ALS GEHEEL

4.1 Inleiding

Zoals in 2.4 is geconstateerd zal de kwantitatieve energiedoelstelling vooral moeten worden gerealiseerd vanuit wind en zon. De eerste tijd ligt het accent op de ontwikkeling van windenergie, mogelijk neemt later de inbreng van energie uit zon verder toe. Geothermie kan ook bijdragen, maar doordat deze uit relatief ondiepe lagen wordt betrokken blijft dit beperkt tot het leveren van warmte waardoor de totale bijdrage beperkt zal zijn.

Energie uit water en biovergisting kunnen aanvullend een bijdrage leveren, maar deze zal verhoudingsgewijs gering zijn en wordt als extra 'bonus' beschouwd. In de berekeningen worden deze bijdragen niet gekwantificeerd.

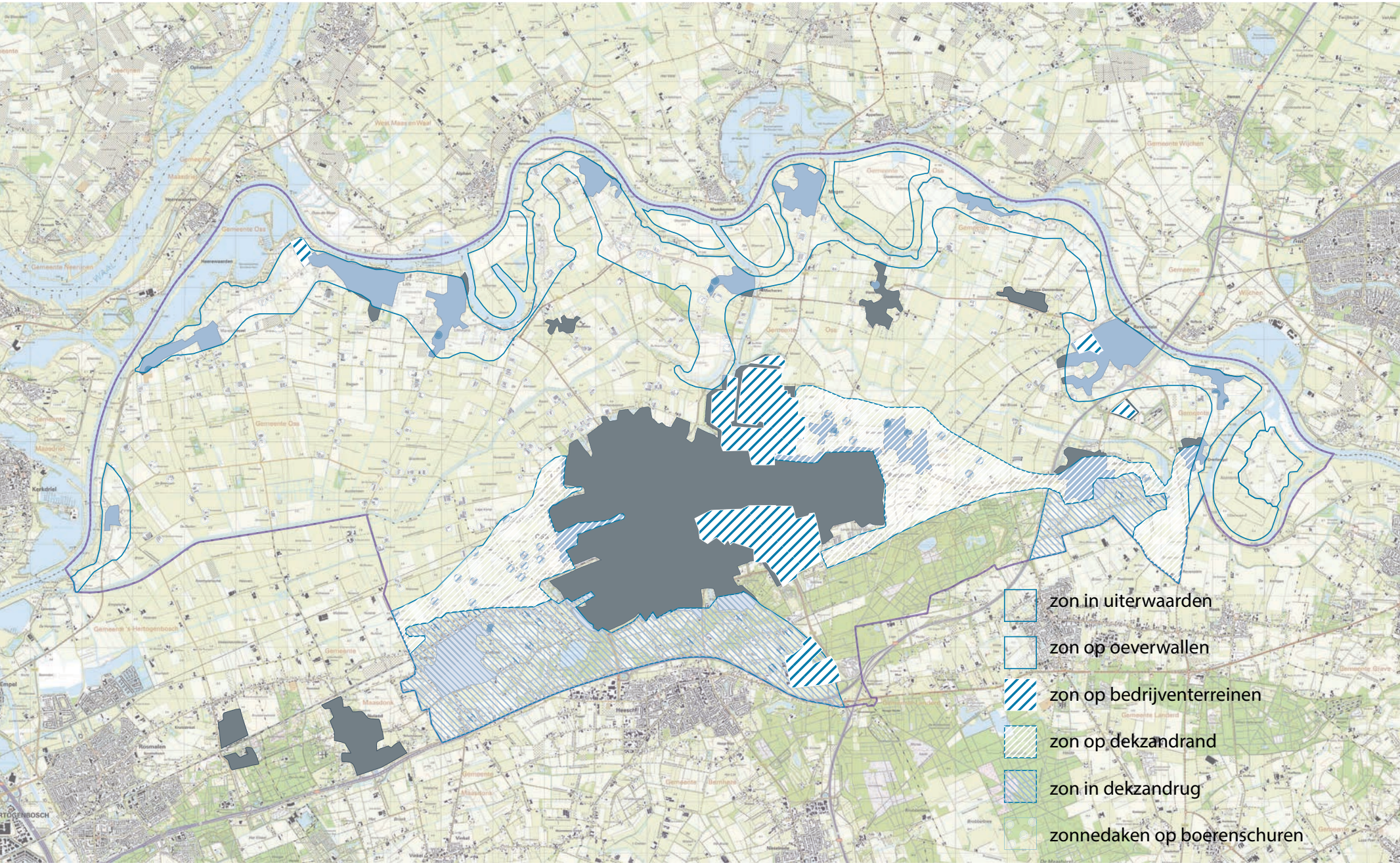
Het gebouw-gebonden opwekken van energie uit zon en wind is in beginsel overal mogelijk, zowel in het landelijk als in het stedelijk gebied. Het gaat hierbij om zonnepanelen op daken en de plaatsing van kleine windtoren op / aan woningen, boerderijen en schuren. Wel vergt de toepassing van zonnepanelen op rieten daken architectonisch extra aandacht en is dit mogelijk niet wenselijk op boerderijen die zijn aangemerkt als monument.

Voor de overige gebouwen gaat de voorkeur uit naar toepassingen die in de architectuur van de gebouwen / het dakvlak zijn geïntegreerd.

Deze visie focust echter op de 'niet gebouw-gebonden' winning van duurzame energie in het buitengebied van Oss. Zoals in hoofdstuk 1 aangegeven is de opgave om het opwekken van duurzame energie te verbinden met het versterken van de landschappelijke kwaliteiten.

De Nota Landschapsbeleid 2015 formuleert per landschapstype wensen ten aanzien van de ruimtelijke kwaliteit. Geadviseerd wordt een deel van de opbrengsten vanuit de energieopwekking aan te wenden voor versterking van de ruimtelijke kwaliteit ter plaatse. Hierbij kan worden gedacht aan het herstel van houtwallen en houtsingels op de oeverwal en dekzandrand, het opnieuw aanbrengen van boomgaarden op de oeverwal, natuurontwikkeling in de kom of de aanleg van eenvoudig wandelpaden die het landelijk gebied recreatief beter ontsluiten.

Zonne energie



4.2 Zon en wind; inspelen op de maat en schaal van het landschap

Met de situering van niet-gebouwgebonden energie uit wind en zon moet worden ingespeeld op de maat en schaal van het landschap. Grofweg kent het buitengebied van Oss een onderscheid tussen:

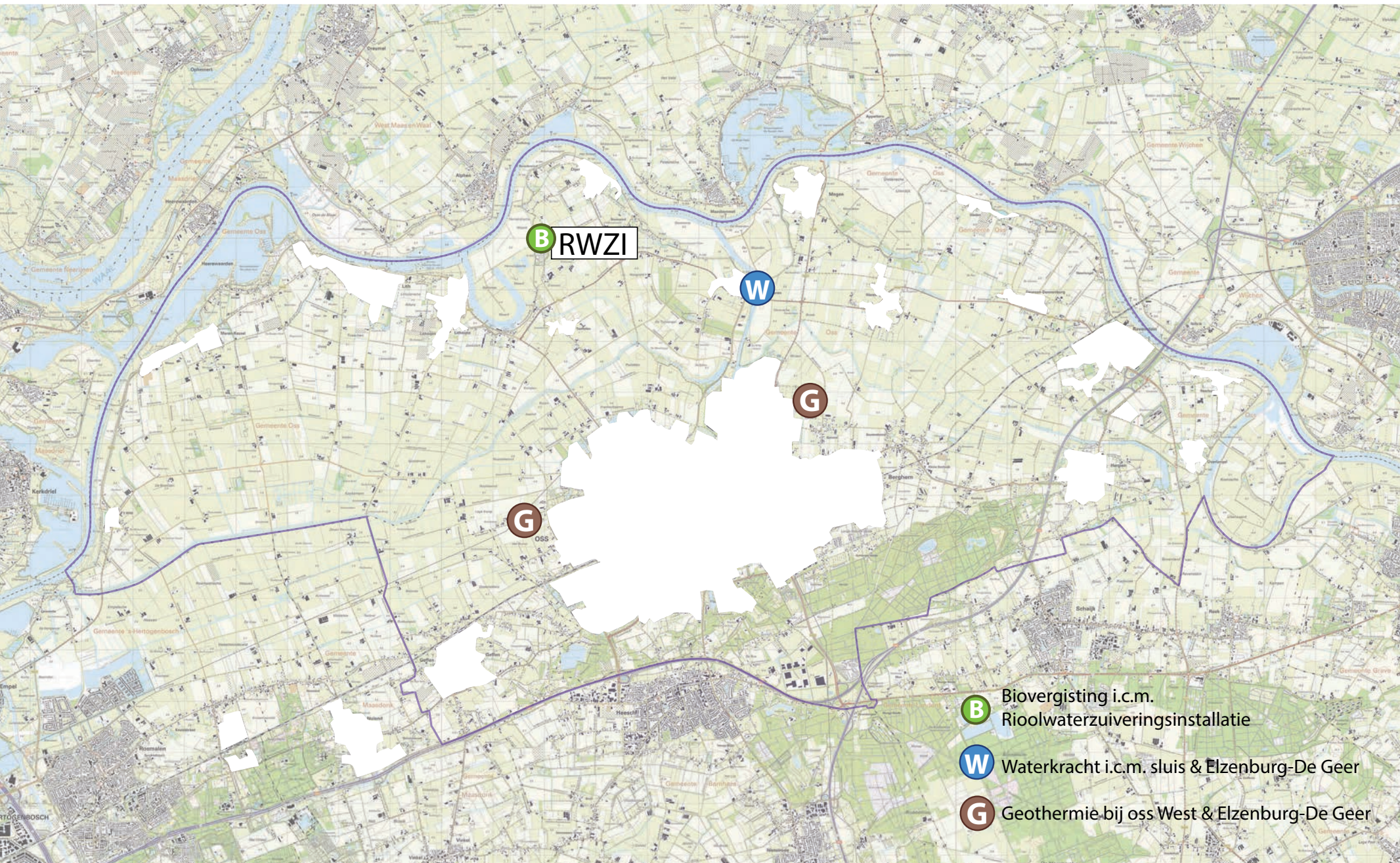
- fijnmazige natuur- en cultuurlandschappen langs de Maas (uiterwaarden en oeverwal) en op de dekzandrand en dekzandrug,
- open, wijdmazige agrarische productielandschappen in de kommen, waarbij de westelijke kom een grotere maat kent dan de oostelijke kom waar de dorpen op de rivierduinen de ruimte breken.

De grootschalige toepassing van duurzame energie (windparken en zonneweiden) staat op gespannen voet met de functies van wonen, natuur en recreatie in de relatief kleinschalige natuur- en cultuurlandschappen langs de Maas, op de dekzandrand en op de dekzandrug. Vanuit de ruimtelijke kwaliteit is het grootschalig toepassen van zon- en windenergie hier minder wenselijk. Onder voorwaarde van een landschappelijke inpassing die de specifieke ruimtelijke kenmerken versterkt, zijn hier wel kansen voor meer kleinschalige ontwikkelingen op het gebied van zonne-energie.

De agrarische productielandschappen in de kommen lenen zich vanuit hun maat en schaal goed voor grootschalige toepassingen van windenergie. Windparken zullen het landschapsbeeld hier aanzienlijk veranderen, maar de diepe vergezichten blijven in stand. Ofschoon de horizon dan wordt getekend door windturbines kijkt men nog altijd 8 tot 10 kilometer van zich af. Daarbij garandeert de ontwikkeling van een windpark hier het behoud van de openheid en kan zij de economische positie van de betrokken agrariërs versterken.



Slimme koppelingen



In de fase van de concrete ontwerputwerking vergt de inpassing van de historische kernen, de Hertogswetering, eendenkooien en het reliëf van de rivierduindorpen speciale aandacht, alsook de relatie met de hoogspanningsleiding en overige infrastructuur in het gebied.

Grootschalige toepassing van zonne-energie ligt hier vanuit landschappelijk oogpunt minder in de rede. Dit verstoort hier de kernkwaliteit van de diepe vergezichten en gaat ten koste van het agrarisch gebruik.

4.3 Concentratie van turbines boven gespreide ontwikkeling.

Ten aanzien van windenergie gaat de voorkeur uit naar een geconcentreerde ontwikkeling. Liever één of twee grote windparken in het komgebied, waar dit aansluit bij de maat en schaal van het landschap (zie ook hoofdstuk 5) dan een verspreide ontwikkeling. Dat laatste werkt een ongewenste verrommeling en fragmentatie van het landschap in de hand. Een incidentele ontwikkeling van windenergie (een enkele molen in plaats van een windpark) heeft vanuit de ruimtelijke kwaliteit niet de voorkeur, maar is denkbaar in gebieden die zich al in stedelijke richting ontwikkelen en waar een directe koppeling tussen de energieopwekking en de energieafname kan worden gerealiseerd. Mogelijk voorbeeld hiervan is de bedrijvenontwikkeling bij Heesch-West..

4.4 Water, vergisting en geothermie: slimme koppelingen

Er zijn kansen voor slimme koppelingen.

- Geothermie in combinatie met de stedelijke ontwikkeling, zoals mogelijk bij Oss West.
- Energie uit water bij de sluis in het Burgemeester Delenkanaal bij Macharen, mogelijk in combinatie met de ontwikkeling van het bedrijvenpark Elzenburg
- Biovergisting in combinatie met de Rioolwater Zuiverings Installatie (RWZI)

Op de schaal van de opgave zal hun bijdrage in kwantitatieve zin beperkt zijn, maar zij dragen wel bij aan het beeld van Oss als energiegemeente en aan het bewustzijn dat een duurzame energiehuishouding een gemeenschappelijke opgave is waar men gezamenlijk aan kan bijdragen.

Voorbeeldmatige uitwerking zonnepanelen in uiterwaarden



afstand zonneveld
en dijk



5.1 Inleiding

Zoals in hoofdstuk 4 aangegeven biedt het gehele buitengebied van Oss vanuit ruimtelijke kwaliteit mogelijkheden voor het winnen van duurzame energie die direct aan gebouwen verbonden is.

Dit hoofdstuk gaat per type landschap in op de mogelijkheden voor duurzame energiewinning die 'vrij' in het buitengebied is gesitueerd.

Daarbij worden ook de 'meekoppelkansen' geduid. Dit zijn de mogelijkheden om, conform de Verordening Ruimte, parallel aan het opwekken van duurzame energie ook de ruimtelijke kwaliteit te versterken. De opbrengsten vanuit de nieuw te realiseren energieparken kunnen worden ingezet voor deze kwaliteitsverbetering. Een deel van de opbrengst kan worden gebruikt om een gebiedsfonds in te richten van waaruit plannen voor verbetering van de ruimtelijke (landschappelijke, cultuurhistorische, ecologische, recreatieve) kwaliteit worden gefinancierd.

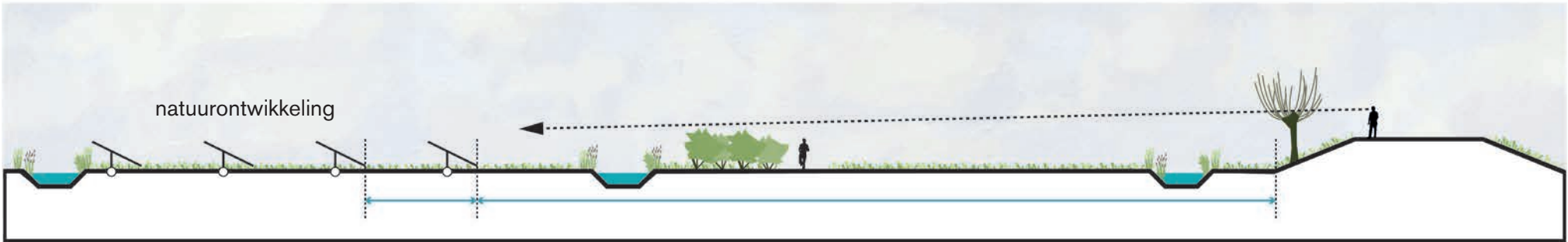
5.2 Uiterwaarden

Wind

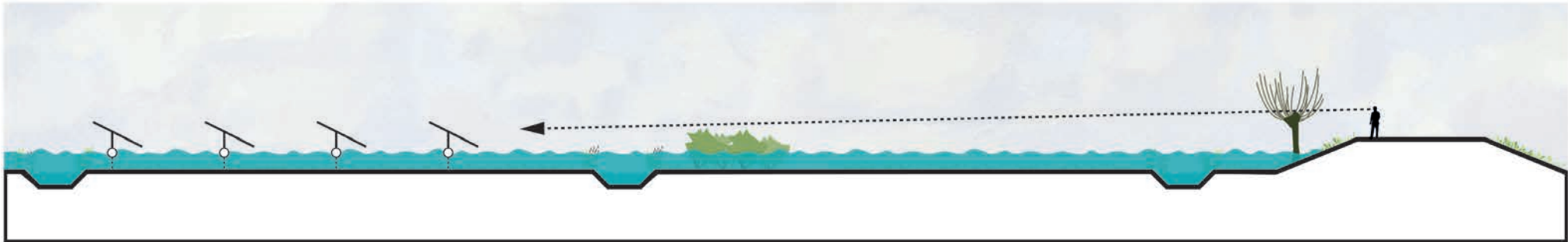
Als in hoofdstuk 4 aangegeven ligt het op grote schaal opwekken van duurzame energie in de uiterwaarden niet voor de hand. Dat geldt ook voor windturbines. Zij passen niet bij de fijne maat en schaal van dit landschap, daartoe zijn zij te groot en te grof. Windturbines doen hier afbreuk aan de historische kwaliteit, het 'ongerepte' beeld van het landschap. Daarmee verliest dit landschap haar aantrekkelijkheid als woon- en recreatieomgeving.

mogelijke inpassing

behoud karakter: zonneweide min. 50 meter van de dijk af



drijvende zonnepanelen bestand tegen fluctuerende waterstand



Zon

Het is vanuit ruimtelijke kwaliteit mogelijk in de uiterwaarden relatief kleine zonnevelden toe te passen. Deze laten zich in de maat en schaal van de verkaveling inpassen. Zonnevelden moeten met hekwerken tegen diefstal worden beveiligd en voor beheer en onderhoud door een toegangsweg worden ontsloten. Door de zonnevelden te omzomen met struweel / hagen van meidoorn en sleedoorn kan het hekwerk worden ingepast en worden de zonnevelden zelf aan het zicht onttrokken. Hiermee wordt ook het karakteristieke beeld van het maasheggenlandschap deels hersteld. Een situering op afstand van de dijk heeft de voorkeur, dan is er van bovenaf de dijk minder zicht op het zonneveld.

Deze ontwikkeling biedt ook mogelijkheden tot de aanleg van een eenvoudig laarzenpad voor wandelaars waardoor de uiterwaarden recreatief beter worden ontsloten.

Kenmerk van de uiterwaarden is dat zij bij hoog water onderstromen. Omdijken van de zonnevelden is geen optie, omdat dat ten koste gaat van het waterbergend vermogen van de uiterwaarden en het doorstroomprofiel van de Maas bij hoog water. Mogelijk alternatief is de zonnevelden drijvend te ontwikkelen, maar hieraan zijn kosten en bezwaren vanuit storingsgevoeligheid verbonden. Dat neemt niet weg dat deze kans tot innovatie wel kan worden geboden.



Geothermie

In de uiterwaarden niet van toepassing. Verkenning van de ondergrond laat hier geen mogelijkheden voor zien.

Energie uit water

In de uiterwaarden niet van toepassing. Wel wordt in de Maas zelf bij de sluis van Lith elektriciteit uit waterkracht opgewekt.

Energie uit biovergisting

Een biovergistingsinstallatie is een fors bedrijf met een industriële uitstraling, met meerdere grote silo's die tot 17 meter hoog kunnen zijn. In de uiterwaarden staat de bouw van een dergelijke installatie op gespannen voet met de natuurlijke en historische uitstraling van het gebied. De biomassa die bij het beheer van de uiterwaarden vrijkomt kan natuurlijk wel worden ingezet als aanvoer voor een biovergister elders in Oss.

Voorbeeldmatige uitwerking zonnepanelen in oeverwallen



5.3 Oeverwal

Wind

Als in hoofdstuk 4 aangegeven heeft de toepassing van grootschalige vormen van duurzame energiewinning op de oeverwal vanuit de ruimtelijke kwaliteit niet de voorkeur. Dat geldt ook voor windturbines. De plaatsing van grote windturbines staat op gespannen voet met de maat en schaal van het landschap, de historische kwaliteiten, het 'ongerepte' beeld van het landschap.

Zon

Daarentegen biedt de oeverwal vanuit de ruimtelijke kwaliteit mogelijkheden voor de toepassing van relatief kleine zonnevelden. Deze laten zich in de maat en schaal van de verkaveling inpassen. Zonnevelden worden met hekwerken omgeven en moeten voor beheer en onderhoud ontsloten zijn. Door de zonnevelden te omzomen met houtsingels kan het hekwerk ruimtelijk worden ingepast. Hiermee worden ook de zonnevelden zelf aan het zicht onttrokken en kan het karakteristieke beeld van een fijnmazig mozaïek nieuwe kracht worden bijgezet. Ook hier heeft een situering op enige afstand van de dijk de voorkeur, opdat men niet van bovenaf op het veld kijkt.

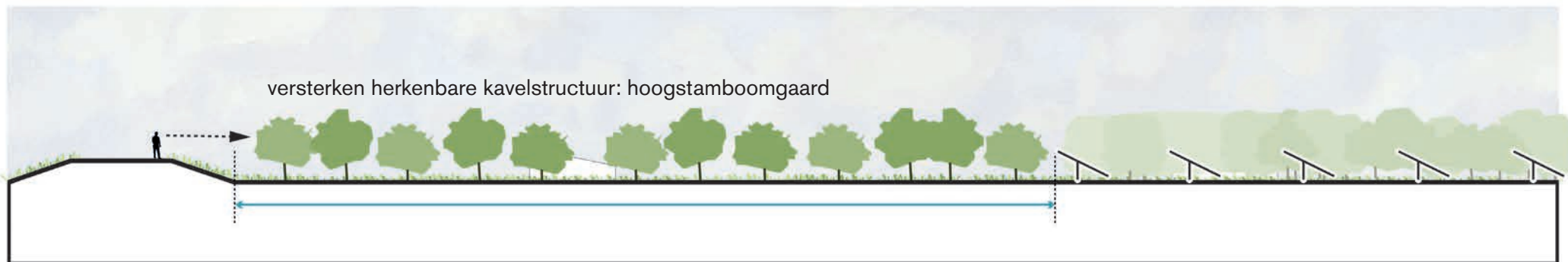
Door op de oeverwal de ontwikkeling van zonnevelden te combineren met de herontwikkeling van boomgaarden wordt de oorspronkelijke karakteristiek van de oeverwal versterkt.

mogelijke inpassing

1. zonneweide direct langs de dijk



2. zonneweide op afstand van de dijk



Geothermie

Op de oeverwal niet van toepassing. Verkenning van de ondergrond laat hier geen mogelijkheden voor zien.

Energie uit water

Op de oeverwal niet van toepassing

Energie uit biovergisting

Een biovergistingsinstallatie is een fors bedrijf met een industriële uitstraling. Op de oeverwal staat de ontwikkeling van een dergelijke installatie op gespannen voet met de natuurlijke en historische uitstraling van het gebied. In combinatie met de RWZI, op de overgang van oeverwal naar komgebied, lijken wel mogelijkheden, onder voorwaarde van een landschappelijke inpassing die is afgestemd op de maat en schaal van de centrale. Voorwaarde hierbij is dat de centrale op natuurlijke wijze opgaat in het coulissenlandschap op de overgang naar de kom.

Huidige situatie



Voorbeeldmatige visualisatie



Huidige situatie



Voorbeeldmatige visualisatie



5.4 Komgebieden

Wind

De komgebieden bieden vanuit de ruimtelijke kwaliteit goede mogelijkheden voor de ontwikkeling van grootschalige windparken. De grote windturbines verhouden zich hier goed tot de maat en schaal van het landschap. De turbines zullen de ruimte ook hier ingrijpend veranderen, ze zullen de horizon mede tekenen en het landschap een ander aangezicht geven. Maar de karakteristieke openheid, met de voor Oost-Brabantse begrippen diepe vergezichten over de graslanden, blijft behouden.

De ontwikkeling van een echt groot windpark sluit aan bij de schaal van de komgebieden en heeft vanuit de ruimtelijke kwaliteit sterke voorkeur boven een ontwikkeling waarbij verspreid over de komgebieden diverse kleinere windparken worden ontwikkeld. Dat doet afbreuk aan de herkenbaarheid van de kom als ruimtelijke eenheid. In de beleving zullen de verschillende parken in dit open gebied, afhankelijk van de onderlinge afstand, met elkaar gaan interfereren. Zij zullen in beeld met elkaar vermengen. Wel is het denkbaar dat zowel in de westelijke kom als in de oostelijke kom een eigenstandig windpark wordt ontwikkeld dat vrij in de ruimte ligt.

Bij de ontwikkeling van een windpark zijn verschillende plaatsingsmodellen mogelijk:

- lijnopstelling
- opstelling in een regelmatig raster of grid
- opstelling in een meer losse wolk

Daarbij speelt de vraag of men met de plaatsing wil aansluiten op bestaande structuren of het windpark juist als een autonome toevoeging aan het landschap wil markeren.

Het windpark als nieuwe toevoeging, die als eigentijdse laag 'los' op het onderliggend landschap is gelegd, heeft in de komgebieden om verschillende redenen de voorkeur.

Windturbines behoeven onderhoud en vergen daarmee een eigen ontsluiting. Er moet een weg naar de turbine leiden die geschikt is voor zwaar verkeer en bij de turbine moet een verstevigde opstelruimte beschikbaar zijn, geschikt voor het opstellen van een flinke kraan.

Bij een 'lijn' en 'wolk' zijn er doorgaans mogelijkheden aan te sluiten bij de lokaal aanwezige ontsluiting. Een raster daarentegen vergt in de regel een forse aanvulling op de bestaande infrastructuur dan wel de ontwikkeling van een geheel of nagenoeg geheel nieuwe ontsluiting.

Landschappelijk is er verschil tussen het westelijk (Lithse polder) en het oostelijk komgebied (Haren en omgeving). In de Lithse polder is de openheid extremer dan in het oostelijk komgebied, waar rivierduindorpen de maat nog enigszins breken. De ligging van de Lithse polder tussen dekzandrug en oeverwal van de Maas en de aanwezigheid van de Hertogswetering maakt dat de zichtlijnen overwegend oost-west zijn gericht.

Met de ruilverkaveling heeft de Lithse polder een regelmatige indeling verkregen. Hierop sluit een opstelling van windmolens in een regelmatig raster het beste aan. Een raster is uit het oogpunt van ruimtebeslag en energieopwekking het meest efficiënt en biedt ruimtelijk het meest rustige beeld.

Bij een raster moeten alle turbines nauwkeurig op de juiste plek staan, hetgeen vaak lastig te realiseren blijkt. Voor de Lithse polder is een opstelling in een aantal lange lijnen een denkbaar alternatief.

In beide gevallen (raster of lange lijnen) is voorwaarde dat het windpark daadwerkelijk vrij in de ruimte staat.

Omdat de ruimtelijke invloed van windparken veelal verder reikt dan de gemeentegrens is het van belang om vanuit de ruimtelijke kwaliteit van het gebied te denken. Geadviseerd wordt een eventueel windpark in het westelijk komgebied in directe samenhang met de ontwikkeling op het grondgebied van Den Bosch uit te werken.

In het oostelijk komgebied is het landschap minder regelmatig en behoeft met name de afstand tot de rivierduindorpen als Haren en Deursen-Dennenburg aandacht.

Vanuit het landschap bezien is in de oostelijke kom op twee plaatsen de ontwikkeling van een windpark denkbaar.

Een eerste mogelijkheid is de aanleg van een windpark in het open gebied tussen Haren en Deursen-Dennenburg. Ook hier is voorwaarde dat het park echt vrij in de ruimte staat en is er een voorkeur voor een opstelling en een regelmatig raster.

Wanneer een regelmatig raster hier niet uitvoerbaar blijkt dan is in de oostelijke kom ook een wolkopstelling denkbaar.

Een tweede mogelijkheid voor de aanleg van een windpark doet zich voor bij het bedrijventerrein Elzenburg-De Geer. Hier ligt het windpark niet vrij in de ruimte, maar gaat het ruimtelijk en functioneel een directe verbinding met het bedrijventerrein aan.

Voor Elzenburg-De Geer wordt thans in een parallel-studie de voor dit gebied meest wenselijke opstelling onderzocht.

Wanneer zowel bij Elzenburg-De Geer als in de oostelijke kom zelf een windpark wordt gerealiseerd, is het uit ruimtelijk oogpunt noodzakelijk dat er een royale ruimte tussen beide parken wordt aangehouden, om te voorkomen dat de parken met elkaar gaan interfereren.

.

Voorbeeldmatige uitwerking rasteropstelling in westelijke komgrond



Huidige situatie



Voorbeeldmatige visualisatie



Voorbeeldmatige uitwerking wolkopstelling in westelijke komgrond



Huidige situatie



Voorbeeldmatige visualisatie





Huidige situatie



Voorbeeldmatige visualisatie



Aandachtspunten voor de planvorming

Het ontwerp van een windpark vergt nader ruimtelijk onderzoek. Een moderne windturbine is nadrukkelijk aanwezig: een turbine is groot, geeft slagschaduw, introduceert beweging in een voorheen tamelijk statisch landschap, genereert geluid en heeft 's avonds een lichtpunt op de hub van de molen.

Daarom heeft een ruime afstand tot de bestaande kernen de voorkeur, temeer daar die ruimte binnen de komgebieden ook echt aanwezig is. Bij het ontwerp van het windpark moet per situatie ruimtelijk worden onderzocht bij welke afstand tot de kernen het beeld van 'een park in de polder' in plaats van 'een park in de tuin' ontstaat.

In dat onderzoek gaat het zowel om het beeld van de polder vanuit de nederzetting, als om de beleving van de nederzetting vanuit de polder. Wat betekent het windpark in de nabijheid van de dorpskern voor het beeld van het dorp, voor het dorpssilhouet?

De voorgestane visuele rust vergt dat de wieken 'vrij in de ruimte' draaien en dat een windpark als een zelfstandig element wordt beleefd. Wanneer turbines nabij een hoogspanningstracé worden gesitueerd vermengt het beeld van het windpark met het beeld van de hoogspanningsleiding. De mate waarin dit gebeurt is afhankelijk van de hoogte van de leiding en de afstand van de turbine tot het tracé.

Ook wanneer parken op korte afstand van elkaar worden ontwikkeld lopen de beelden in elkaar over.

Een dergelijk beeldvermenging leidt tot een rommelig beeld en is uit het oogpunt van visuele rust ongewenst.

Bij de uitwerking van een windpark in de Lithse polder verdient de relatie met aanwezige elementen als de Hertogswetering en de eendenkooien nadrukkelijk aandacht. Voorkomen moet worden dat de turbines met bijbehorende infrastructuur deze ruimtelijk bescheiden doch historisch waardevolle elementen gaan 'overrulen'.

Ook de ontsluiting met toegangswegen tot windturbines behoeft ontwerpaandacht. Deze moet berekend zijn op zwaar verkeer, zonder het beeld van een ingetogen agrarisch gebied geweld aan te doen. De opgave is deze wegen zodanig te detailleren dat zij passen bij de boerenpolder, aansluiten bij het beeld van een plattelandsweg.

Overwogen kan worden om in de nabijheid van de kernen groene coulissen / kamerschermen te ontwikkelen in de vorm van laanbeplanting, boomweide of dorpsbosje. Deze filteren het zicht vanaf de kernen op de windparken. Omgekeerd versterkt dit het beeld van rivierduindorpen die als 'groene eilanden' in de open polder dobberen.

Hiermee kunnen tevens de mogelijkheden tot het maken van een ommetje vanuit de betreffende kern worden verruimd. Hierbij behoeft de herkenbaarheid van het aanwezige reliëf nadrukkelijk aandacht.

Samengevat zijn aandachtspunten voor de planvorming:

- de afstand tot de kernen
- de afstand tot het hoogspanningstracé
- de relatie tot de Hertogswetering
- de relatie tot de eendenkooien
- de uitwerking van het ontsluitingssysteem.

Zon

Als in hoofdstuk 4 aangegeven is de ontwikkeling van zonneparken in de komgebieden landschappelijk slecht inpasbaar. Dat geldt zowel de kleine als grootschalige zonneweiden. Zonneparken doen hier afbreuk aan de diepe zichtlijnen, zij blokkeren het zicht vanaf de weg de polder in.

Ofschoon zonneparken veel minder hoog zijn dan de windturbines, is hun ruimtelijke impact op dit specifieke landschapstype aanzienlijk groter. Zij zijn laag maar massief, zij blokkeren zichtlijnen en gaan ten koste van het huidige agrarisch gebruik. Daarbij is het in de open polder niet passend zonneweiden met beplanting in te passen waardoor zij, inclusief hun hekwerken, 'open en bloot' in het landschap liggen en daar dominant aanwezig zijn.

Mogelijk biedt de ontwikkeling van het bedrijvenpark

Elzenburg-De Geer wel ruimte voor de ontwikkeling van zonne-energie. Naar de indeling van de Nota Landschapsbeleid 2015 behoort dit gebied tot de kom, maar omdat hier sprake is van een afronding van het stedelijk gebied lijken hier mogelijkheden aanwezig om een windpark te combineren met een zonneveld.

Geothermie

Aan de noordrand van Oss is de bodem geschikt voor de opwekking van warmte middels geothermie. Hier is de warmte direct afzetbaar in Oss West of op het bedrijventerrein Elzenburg-De Geer.

Energie uit water

De stuw in het Burgemeester Delenkanaal biedt kansen voor de toepassing van een kleine waterkrachtcentrale.

Tezamen met de stuw kan deze het imago versterken van Oss als innovatieve gemeente die met de inzet van ingenieuze middelen het energievraagstuk tegemoet treedt.

Stuw en waterkrachtcentrale kunnen tezamen een eigentijds icoon aan het kanaal toevoegen.

Voorbeeldmatige uitwerking rasteropstelling in oostelijke komgrond



Huidige situatie



Voorbeeldmatige visualisatie



Voorbeeldmatige uitwerking wolkopstelling in oostelijke komgrond



Huidige situatie



Voorbeeldmatige visualisatie



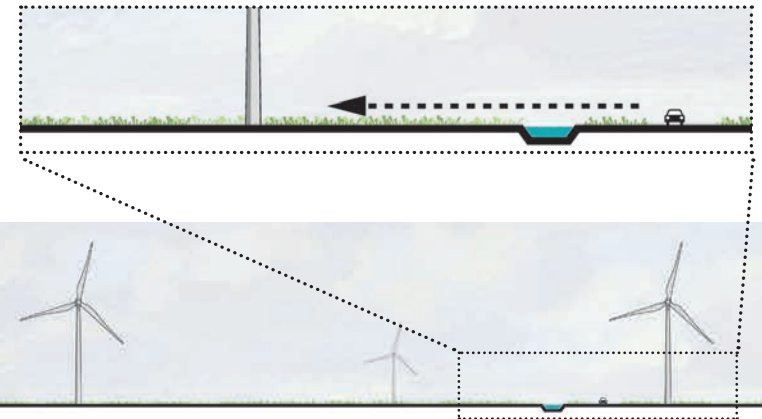
mogelijke toepassing wind



energielandschap, herkenbaar



zicht op open landschap



Zichtbaarheid turbines bij verschillende afstanden



Afstand tot molens: 250 meter



Afstand tot molens: 450 meter



Afstand tot molens: 1000 meter



Afstand tot molens: 2000 meter

Huidige situatie



Voorbeeldmatige visualisatie



Energie uit biovergisting

Een biovergistingsinstallatie kent meerdere grote silo's die tot 17 meter hoog kunnen zijn.

Een dergelijke centrale kan worden opgevat als een 'industrieel bedrijf'. Qua omvang en uitstraling past een biovergistingscentrale niet in de open agrarische polder maar kan deze eventueel worden opgenomen in het bedrijventerrein.

Energiepark Elzenburg-De Geer

Bij Elzenburg-De Geer, aan de noordoostrand van Oss, komen verschillende mogelijkheden voor energieopwekking samen:

- windturbines in de oostelijke komgrond
- waterkracht in het kanaal van Elzenburg-De Geer naar de Maas
- geothermie met een koppeling naar het bedrijventerrein
- toepassing van zonne-energie.

Daarmee zijn hier alle ingrediënten aanwezig voor de ontwikkeling van een integraal energielandschap, waar mogelijk in combinatie met educatie en natuurontwikkeling.

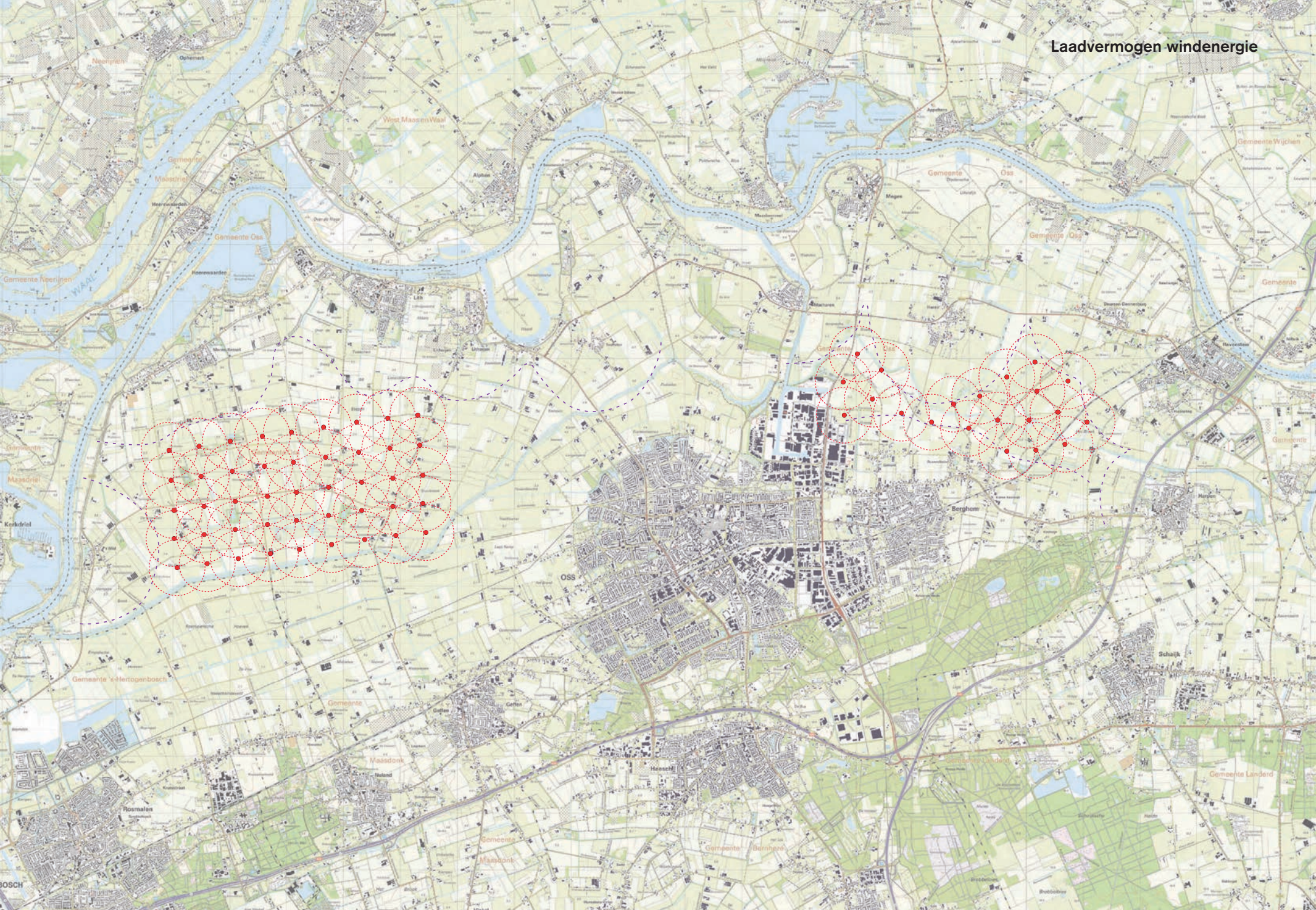
Tezamen met de eventueel waterkrachtcentrale in het Burgemeester Delenkanaal en de nabij gelegen 'weg van de toekomst' zet dit het beeld van Oss als koploper op het gebied van energie innovatie kracht bij.

Indicatie van de omvang van installaties voor windenergie in de komgronden

Ter bepaling van een indicatie van de omvang van installaties voor windenergie in de komgronden zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

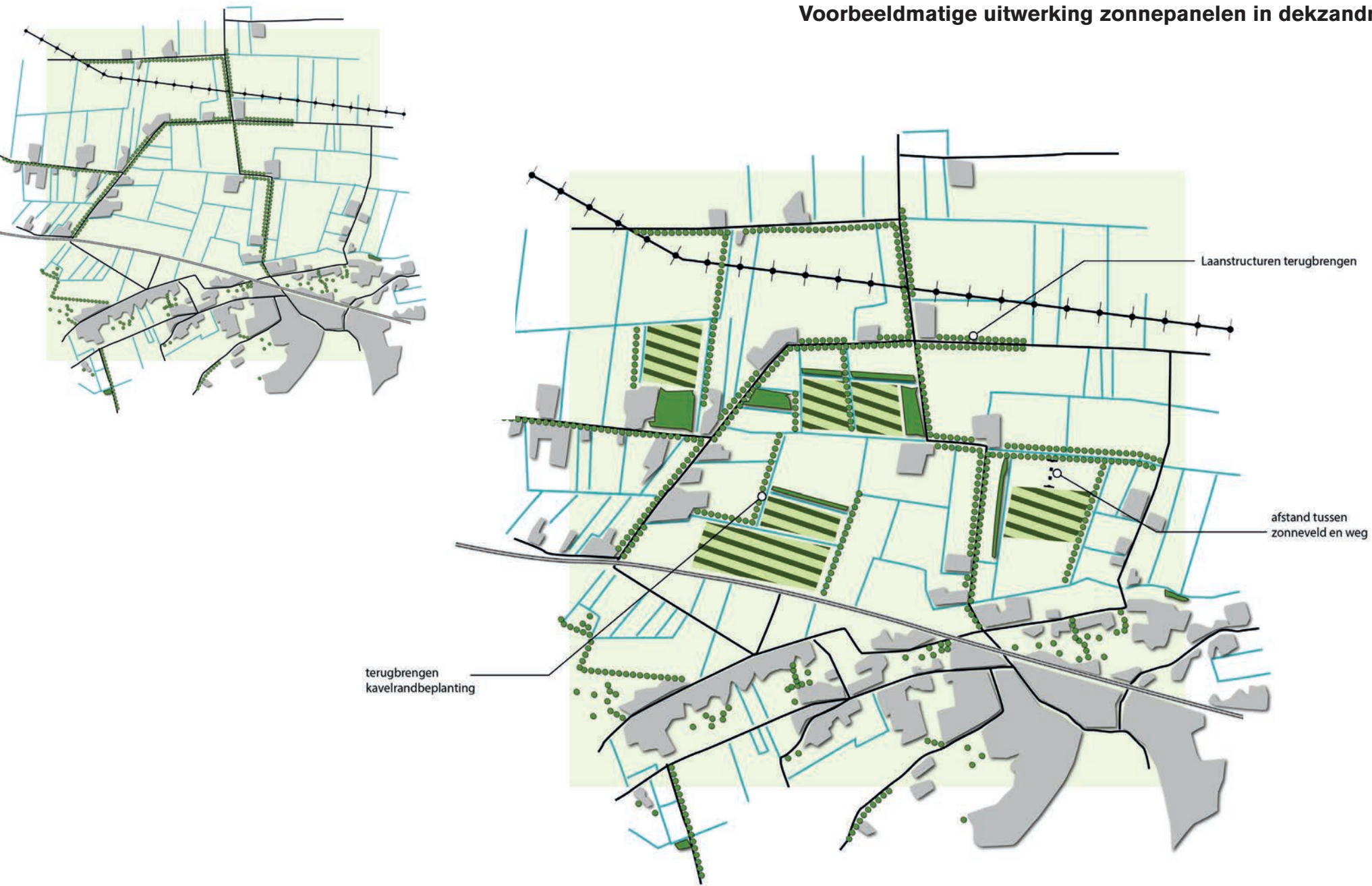
- bestaande bebouwing binnen de opstelling wordt als "molenaarswoning" aangemerkt,
- de turbines worden op gepaste afstand van eendenkooien geplaatst,
- afstand tot dorpen bedraagt een afstand die onderscheid tussen dorp en windturbines geeft
- in de westelijke kom wordt ruim afstand tot de Hertogswetering gehouden
- in de westelijke kom is genoeg ruimte voor een grote grid-opstelling
- in de oostelijke komgrond heeft een regelmatig raster de voorkeur. Omdat dit mogelijk lastig is te realiseren is in de berekening een wolkopstelling aangehouden.

Laadvermogen windenergie



Met deze uitgangspunten kan in de westelijke kom een gridopstelling met 45 molens worden gerealiseerd. In de oostelijke kom zijn aanvullend mogelijkheden voor een opstelling met ongeveer 20 molens.

Afhankelijk van de hoogte van de molens genereert dit op Oss grondgebied 487-650 GWh aan duurzaam opgewekte energie. Wanneer de ontwikkeling in de westelijke kom wordt gecombineerd met de ontwikkeling op het grondgebied van Den Bosch kan hier een windpark van circa 80 turbines ontstaan. Dat zou het grootste windpark van Nederland zijn.



5.5 Dekzandrand

Wind

Als in hoofdstuk 4 geconcludeerd heeft de toepassing van grootschalige vormen van duurzame energiewinning op de dekzandrand vanuit de ruimtelijke kwaliteit niet de voorkeur. Dat geldt ook voor windturbines. Windturbines verhouden zich niet tot de maat en schaal van het landschap.

Zon

De dekzandrand biedt vanuit de ruimtelijke kwaliteit mogelijkheden voor de toepassing van relatief kleine zonnevelden. Deze laten zich hier in de maat en schaal van de verkaveling inpassen.

Het landschap is hier van oorsprong zeer noord-zuid gericht, met zeer lange en smalle percelen die vrijwel haaks op de dekzandrug zijn gesteld. Deze karakteristiek kan met de plaatsing van zonnevelden worden versterkt.

Door de zonnevelden in noordzuid richting met houtsingels te begeleiden kan het noodzakelijke hekwerk worden ingepast, worden de zonnevelden aan het zicht onttrokken en kan het karakteristieke beeld van een fijnmazig mozaïek nieuwe kracht worden bijgezet.

Door aanvullend kleine bosclementen en laanbeplantingen aan te brengen wordt het karakteristieke beeld van een fijnmazige slagen op de dekzandrand hernieuwde kracht bijgezet.

Geothermie

Aan de westrand van Oss is de bodem geschikt voor de opwekking van warmte door middel van geothermie. Hier is de warmte direct af te nemen door de woonwijken ter plaatse of door de toekomstige uitbreiding bij Oss West.

Energie uit water

Op de dekzandrand niet van toepassing.

Energie uit biovergisting

Gezien aard en omvang en de mogelijke milieuhinder ligt op de dekzandrand de ontwikkeling van een biovergistingsinstallatie weinig voor de hand. Wel kan snoei- en maaiafval afkomstig van de dekzandrand worden ingezet als biomassa voor een eventueel te ontwikkelen biovergister bij de RWZI of op een bedrijventerrein.

mogelijke inpassing

zonneweide op afstand van weg

aanzetten kavelrandbeplanting loodrecht op dekzandrug



Huidige situatie



Voorbeeldmatige visualisatie





5.6 Dekzandrug

Wind

De toepassing van grootschalige vormen van duurzame energiewinning heeft op de dekzandrug vanuit de ruimtelijke kwaliteit niet de voorkeur. Dat geldt ook voor windturbines. De plaatsing van grote windturbines staat op gespannen voet met de maat en schaal van het landschap en haar kwaliteiten als woon-, werk- en recreatieomgeving. Daarnaast legt de aanwezigheid van vliegveld Volkel beperkingen op aan het plaatsen van windmolens op de dekzandrug.

Een incidentele ontwikkeling van windenergie (één of enkele molens in plaats van een windpark) is eventueel wel denkbaar in Heesch-West, waar de gemeente Oss participeert in de ontwikkeling van een bedrijventerrein. Dit gebied ontwikkelt zich al in een stedelijke richting en hier kan, vergelijkbaar met bij Elzenburg-De Geer, een directe koppeling tussen de energieopwekking en de energieafname worden gerealiseerd. Overigens ligt Heesch-west niet in z'n geheel op de dekzandrug, het westelijk ligt in een meer grootschalig, open broeklandschap.

Zon

De dekzandrug biedt vanuit de ruimtelijke kwaliteit goede mogelijkheden voor de toepassing van relatief kleine zonnevelden. Deze laten zich hier in de maat en schaal van de verkaveling inpassen.

Door de zonnevelden te omzomen met houtsingels kan het noodzakelijke hekwerk worden ingepast, worden de zonnevelden zelf aan het zicht onttrokken en wordt het karakteristieke beeld van een fijnmazig mozaïek nieuwe kracht bijgezet. Door aanvullend kleine bosclementen en laanbeplantingen aan te brengen wordt het karakteristieke beeld van een fijnmazig mozaïek op de dekzandrug hernieuwde kracht bijgezet. Ook in Heesch-west zijn mogelijkheden voor de toepassing van zonnevelden.

Geothermie

Waar op de dekzandrug een stedelijke ontwikkeling aan de orde is zijn mogelijkheden voor een combinatie met de toepassing van aardwarmte / verwarming middels geothermie

Energie uit water

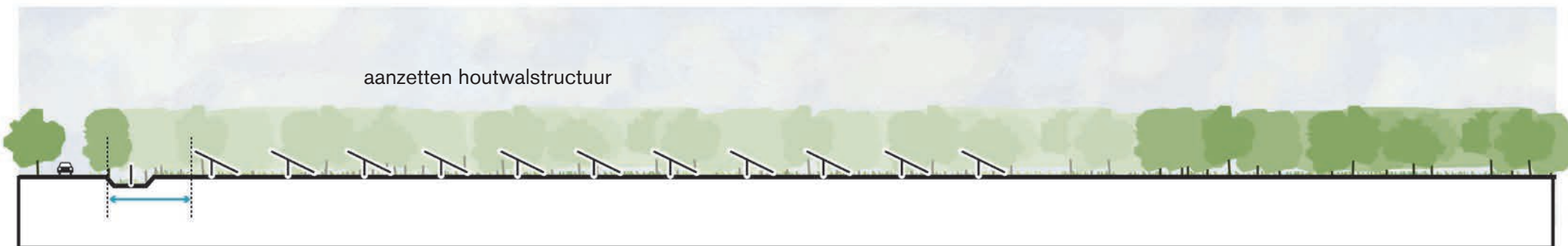
Op de dekzandrug niet van toepassing

Energie uit biovergisting

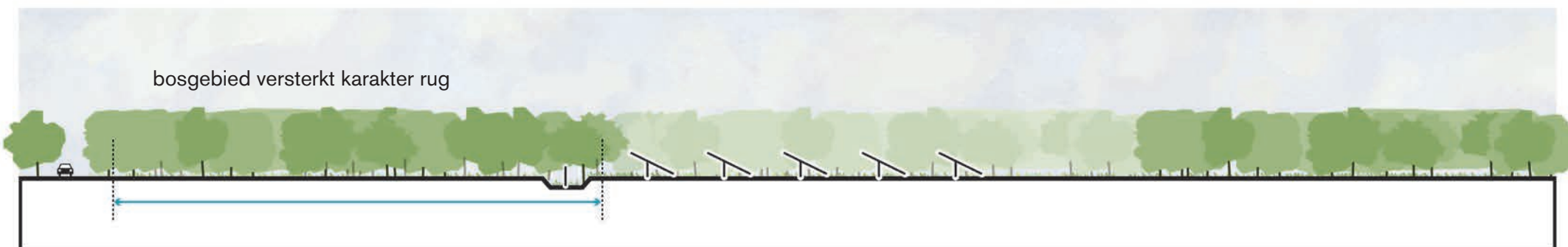
Gezien aard en omvang ligt de ontwikkeling van een biovergistingsinstallatie op de dekzandrug weinig voor de hand. Wel kan snoei- en maaiafval afkomstig van de dekzandrug worden ingezet als biomassa voor een eventuele vergistingsinstallatie gekoppeld aan de RWZI of op een bedrijventerrein.

mogelijke inpassing

1. zonneweide aan de weg



2. zonneweide op afstand van de weg



Huidige situatie



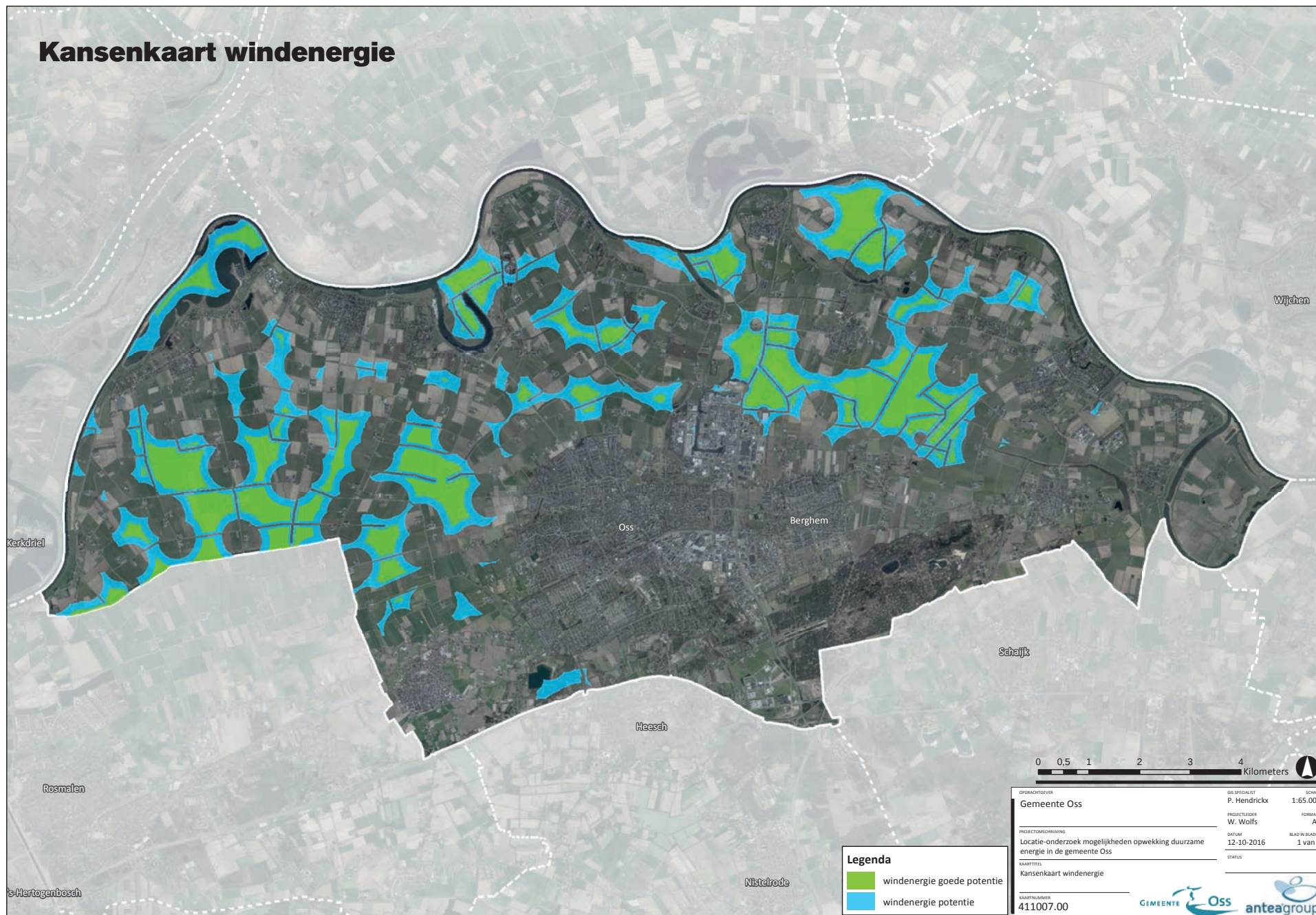
Voorbeeldmatige visualisatie





BIJLAGE A - KANSENKAARTEN ANTEAGROEP

Kansenkaart windenergie



Legenda	
■	windenergie goede potentie
■	windenergie potentie

OPDRACHTGEVER	Gemeente Oss	OPDRACHTGEVER	P. Hendrickx	SCHAL	1:65.000
PROJECTLEIDER	W. Wolfs	FORMAAT	A3		
PROJECTOMSCHRIJVING	Locatie-onderzoek mogelijkheden opwekking duurzame energie in de gemeente Oss	DATUM	12-10-2016	BLAD IV BLADEN	1 van 1
KAARTTITEL	Kansenkaart windenergie	STATUS			
KAARTNUMMER	411007.00				



D:\19\open\190412007 Duurzame energie Oss\190412007\Kaarten\Duurzame_energie_Oss\190412007.1.mxd

Kansenkaart zonne energie

Legenda

- goede potentie zonne-energie dak opstelling bedrijf
- goede potentie zonne-energie dakopstelling woning
- potentie zonne-energie veldopstelling

0 0,5 1 2 3 4 Kilometers

Gemeente Oss

OPDRACHTGEVER
P. Hendrickx

PROJECTLEIDER
W. Wolfs

DATE
7-10-2016

STATUS
Kansenkaart zonne-energie

OS SPECIALIST
P. Hendrickx

PROJECTLEIDER
W. Wolfs

DATE
7-10-2016

STATUS
Kansenkaart zonne-energie

1:65.000

FORMAAT
A3

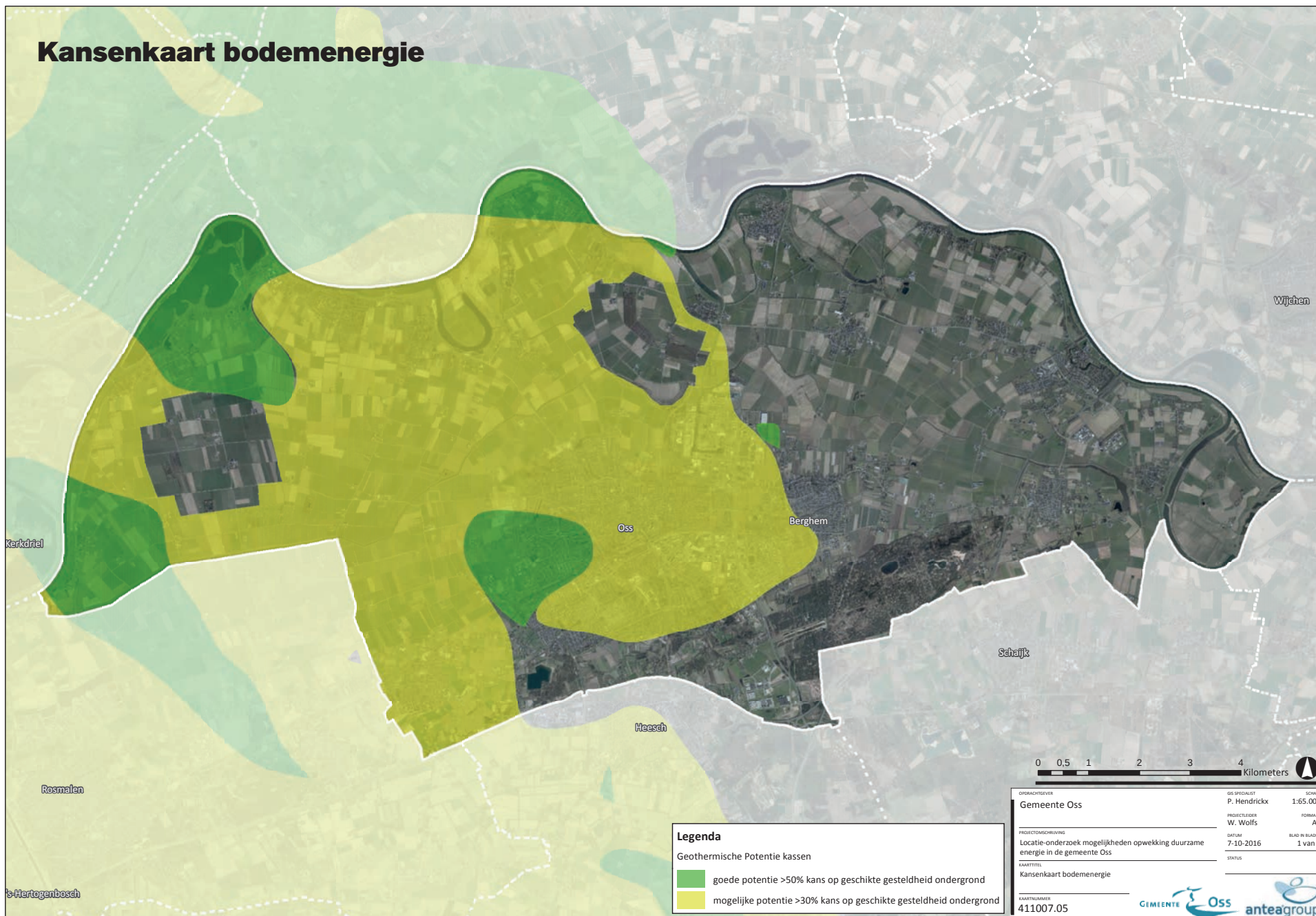
BLAD IN BLADEN
1 van 1

KARTELIJN
411007.03

GEMEENTE Oss

anteagroup

Kansenkaart bodemenergie



Legenda

Geothermische Potentie kassen

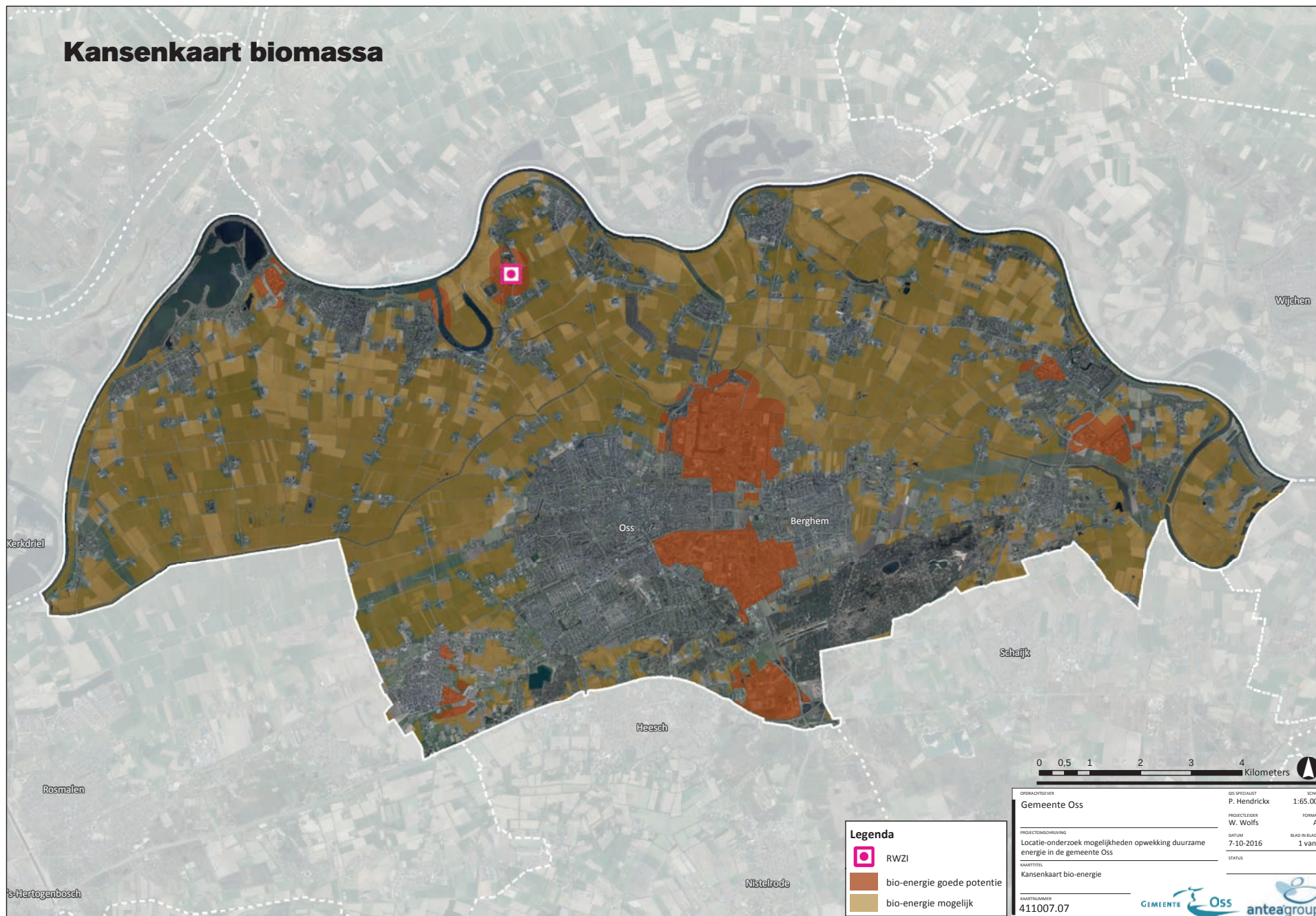
- goede potentie >50% kans op geschikte gesteldheid ondergrond
- mogelijke potentie >30% kans op geschikte gesteldheid ondergrond

OPDRACHTGEVER	Gemeente Oss	GIS SPECIALIST	P. Hendrickx	SCALA	1:65.000
PROJECTLEIDER	W. Wolfs	FORMAAT	A3		
PROJECTOMSCHRIJVING	Locatie-onderzoek mogelijkheden opwekking duurzame energie in de gemeente Oss	STATUS			
KAARTTITEL	Kansenkaart bodemenergie	DATUM	7-10-2016	BLAD N°	1 van 1
KAARTNUMMER	411007.05				



D:\Projecten\2014\2017 Duurzame energie Oss\GIS\ArcGIS\Kaarten\Duurzame_energie_Oss2016-0807.mxd

Kansenkaart biomassa



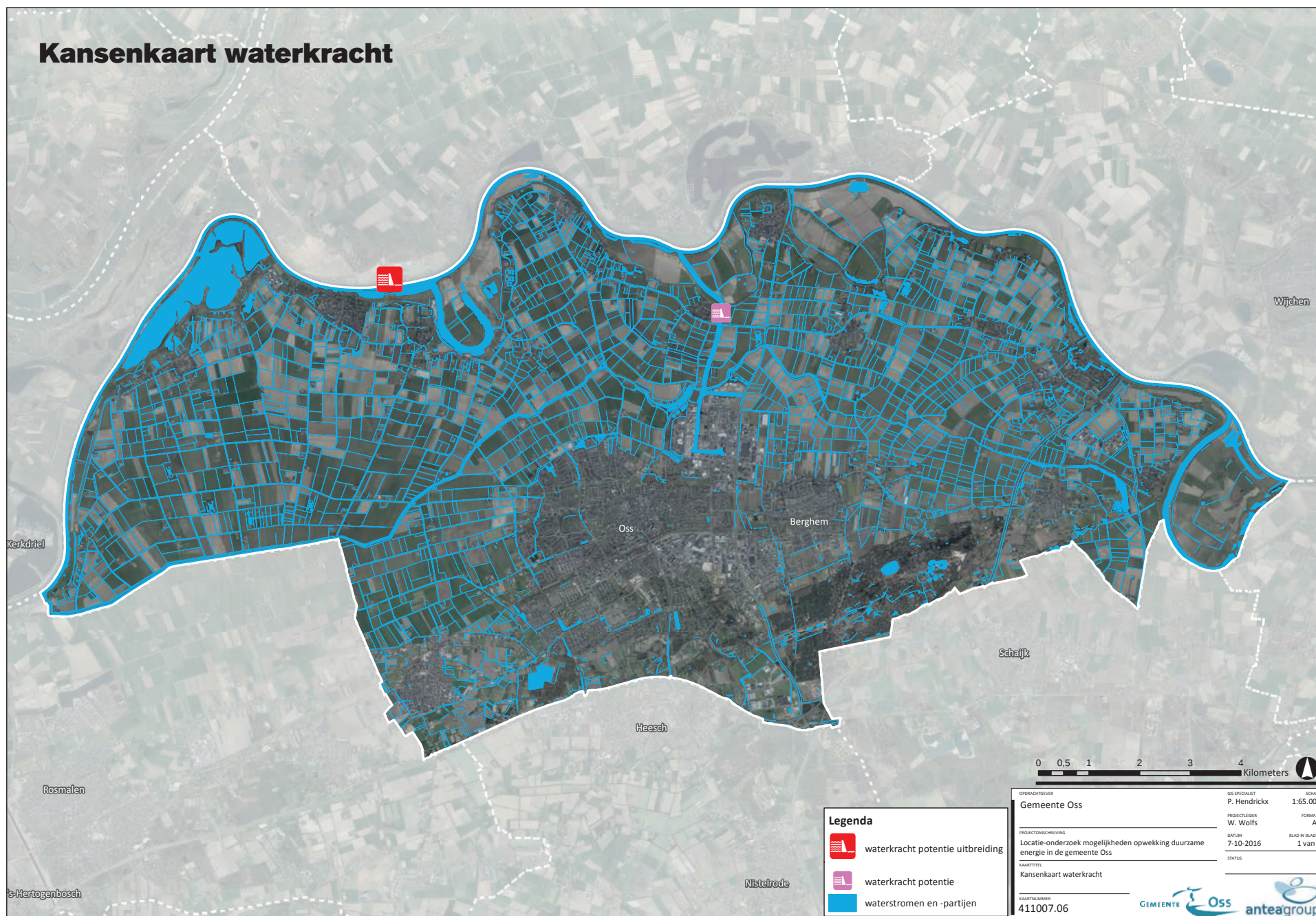
- Legenda**
- RWZI
 - bio-energie goede potentie
 - bio-energie mogelijk

OPDRACHTGEVER	Gemeente Oss	OS SPECIALIST	P. Hendrickx	SCHAL	1:65.000
PROJECTLEIDER	W. Wolfs	FORMAAT	A3		
PROJECTOMSCHRIJVING	Locatie-onderzoek mogelijkheden opwekking duurzame energie in de gemeente Oss	STATUS			
KAARTTITEL	Kansenkaart bio-energie	DATUM	7-10-2016	BLAD IN BLADEN	1 van 1
KAARTNUMMER	411007.07				



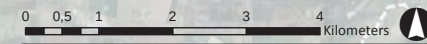
D:\p\projecten\00411007 Doorzame energie Oss\p\A3\A3\Kaarten\Oss_energie_0411007_1.rvt

Kansenkaart waterkracht



Legenda

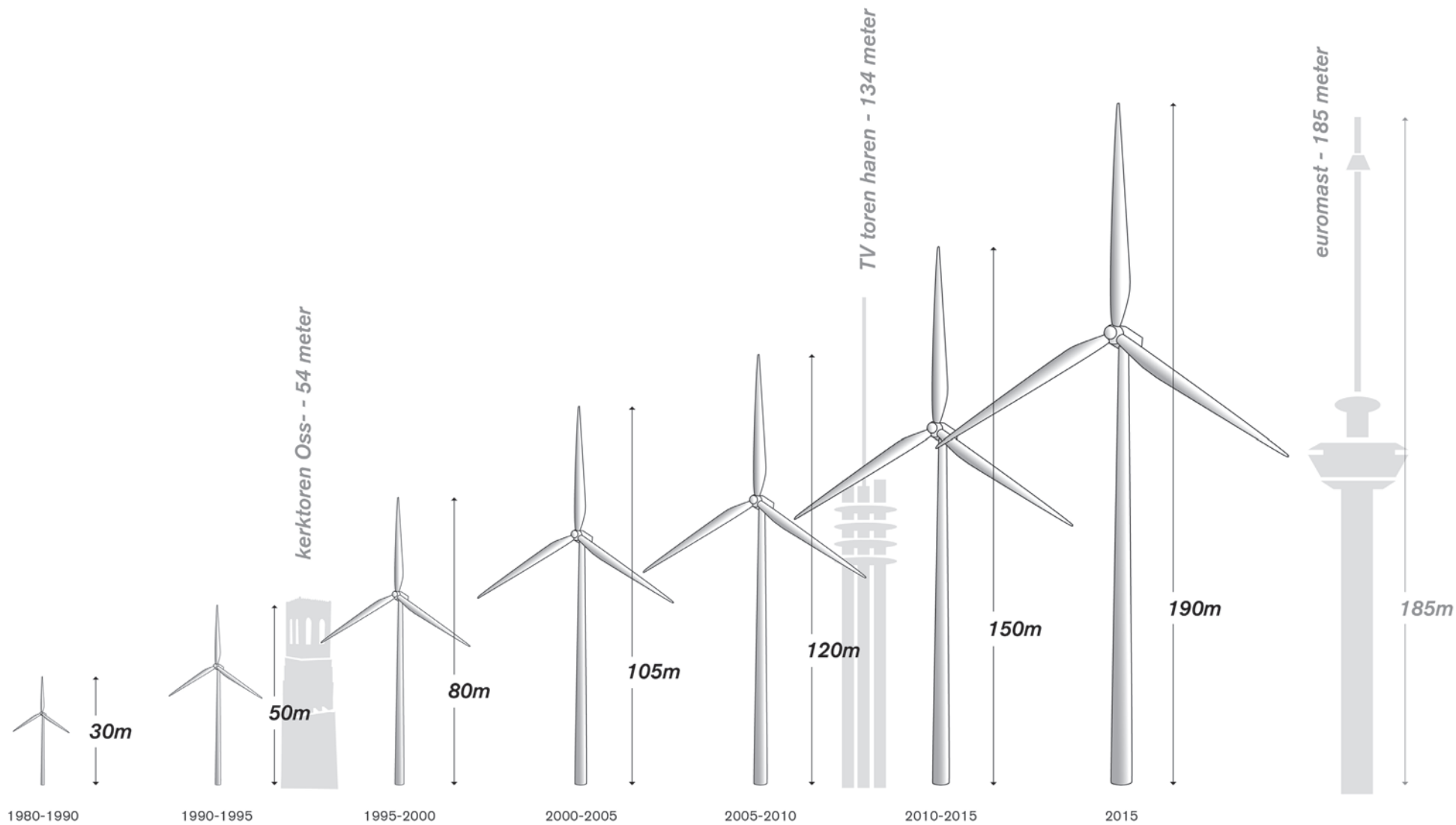
-  waterkracht potentie uitbreiding
-  waterkracht potentie
-  waterstromen en -partijen



OPDRACHTGEVER		OS SPECIALIST	SCHAL
Gemeente Oss		P. Hendrickx	1:65.000
PROJECTLEIDER		W. Wolfs	FORMAAT
PROJECTOMSCHRIJVING		DATUM	BLAD N° BLADEN
Locatie-onderzoek mogelijkheden opwekking duurzame energie in de gemeente Oss		7-10-2016	1 van 1
KAARTTITEL		STATUS	
Kansenkaart waterkracht			
KAARTNUMMER			
411007.06			



D:\Projecten\2014\2017 Duurzame energie Oss\GIS\ArcGIS\Kaarten\Duurzame_energie_Oss\2016-10-07.mxd



B

ENERGIE EN RUIMTE

In deze bijlage worden de vijf hoofdvormen van duurzame energie kort in ogenschouw genomen en wordt aangegeven wat zij kwantitatief aan vermogen aan de energieopgave kunnen bijdragen.

Doel van deze exercitie is te identificeren met welke vormen van herwinbare energie aan de doelstelling (611 GWh in 2050) kan worden voldaan.

B.2.1 Energie uit wind

De afgelopen 35 jaar is windenergie tot een factor van betekenis uitgegroeid, waarbij de turbines steeds hoger zijn geworden, van een tiphoogte van 30 meter naar een tiphoogte van 210 meter nu. Ter vergelijking, de stompe toren van Oss heeft een hoogte van 51 meter.

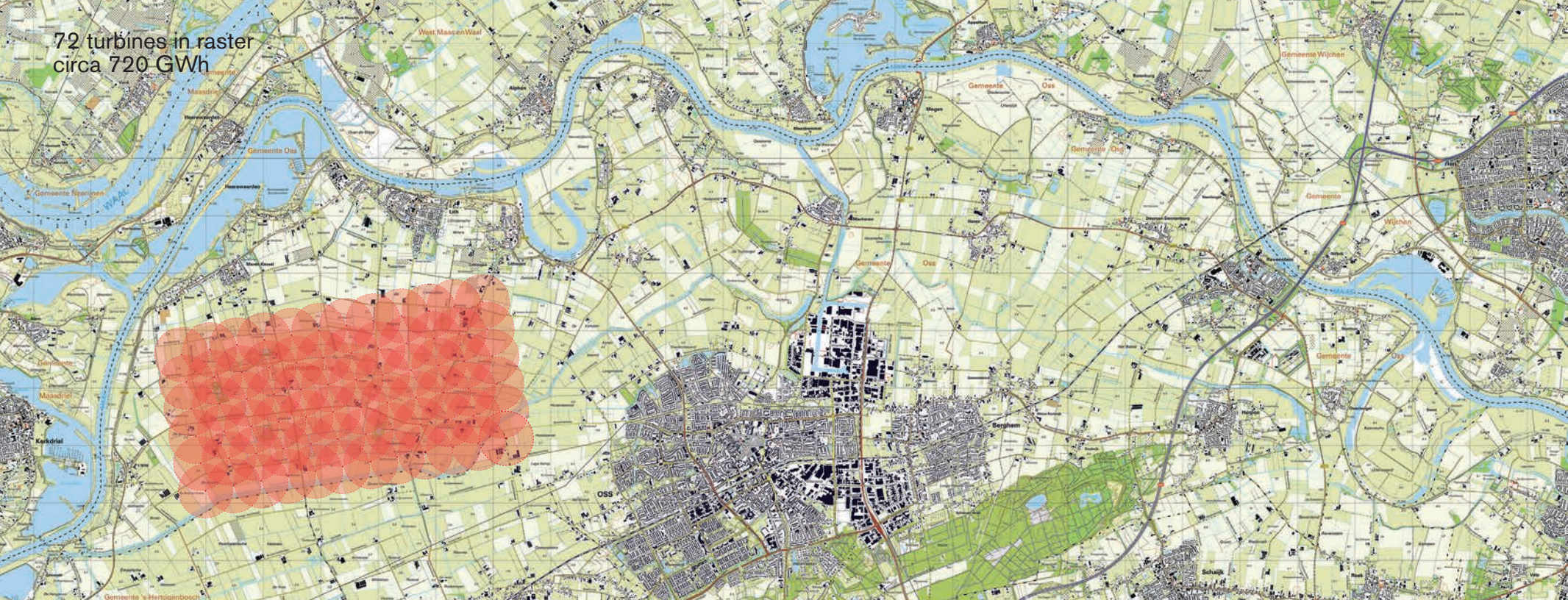


Moderne turbines zijn dermate groot en hoog dat zij zich niet in de traditionele zin in het landschap laten inpassen. De ruimtelijke invloed van de turbines reikt veel verder dan de feitelijke locatie waar zij zijn geplaatst, afhankelijk van de aard van het landschap zijn de turbines al van verre zichtbaar. Naast hoogte en aantal turbines bepaalt ook de opstelling de ruimtelijke invloed. Voor de beleving kan het veel uitmaken of sprake is van een solitaire turbine of dat er sprake is van een lijnopstelling, een raster of een 'wolk'.

Voormalig rijksadviseur voor het landschap, ir Ytje Feddes, benadrukte dat huidige windturbines van een dusdanige maat en schaal zijn dat zij zich niet meer in een landschap laten inpassen. Windturbines dienen in het landschap toegepast te worden.

Hoe hoger de turbines, hoe verder de masten uit elkaar geplaatst worden om te voorkomen dat de turbines hinder van elkaar ondervinden.

72 turbines in raster
circa 720 GWh



De windturbines die nu worden toegepast kennen een hoogte van 150 tot 210 meter. De energieopbrengst van deze molens bedraagt tussen de 7,5 en 10 GWh.

Wanneer met uitsluitend de toepassing van windturbines aan de energiedoelstelling wil voldoen (611 GWh) dan zijn daartoe tussen de 61 en 81 van dergelijke windturbines nodig. Doordat nog niet duidelijk is in welke hoogte molens geplaatst gaan worden is voor de komende vergelijking (in overleg) het aantal van 72 windturbines gehanteerd, met een onderlinge afstand van ongeveer 480 meter.

Wanneer men deze in de ruimtelijk meest efficiënte opstelling plaatst, die van een regelmatig raster of 'grid' dan beslaan zij tezamen een terrein van circa 1260 hectare. Op de kaart is dit ruimtebeslag bij wijze van voorbeeld ingetekend, waarbij geen rekening is gehouden met beperkingen vanuit beleid en regelgeving (milieuhinder, natura 2000, vogelrichtlijngebied etc.).

circa 611 GWh

Zonne energie

• 88 • BOSCH SLABBERS

circa 611 GWh

Zonne energie

• 88 • BOSCH SLABBERS

B.2.2 Energie uit zon

Anders dan een windpark is een zonneweide desgewenst landschappelijk inpasbaar. Wanneer men dat wil kan een zonneweide door het aanbrengen van beplanting of een grondwal geheel of gedeeltelijk aan het zicht worden onttrokken. Daarbij kan worden ingespeeld op de landschappelijke gegevens ter plekke.

De energie-potentiekaart van de Anteagroup geeft aan dat vrijwel het gehele plangebied geschikt is voor zonne-energie. Op Ameland is recent het grootste zonnenveld van Nederland gerealiseerd. De 23.000 zonnepanelen op ca. 10 hectare grond gaan naar verwachting jaarlijks 5.6 GWh stroom produceren.

Het opwekken van 611 GWh uit zonenergie vergt een oppervlakte van 611 ha, een gebied met een omvang van 955 voetbalvelden.

100 ha zonneweide levert jaarlijks circa 100 GWh. 400 ha zonneweide brengt circa 400 GWh op.

Daarmee brengt zon meer energie op per hectare dan wind en blijft de ruimtelijke impact beperkt tot een veel kleiner gebied. Turbines van 150 tot 210 meter hoog zijn van verre zichtbaar, terwijl een zonnepark met bescheiden middelen aan het oog kan worden onttrokken, mocht men dat willen.

Echter, de impact ter plekke is bij een zonneweide veel groter, het landschap verandert radicaal, zichtlijnen worden geblokkeerd en er zijn in de Nederlandse situatie nauwelijks tot geen mogelijkheden voor dubbel grondgebruik.

Bij een windpark worden de turbines in het bestaande landschap geplaatst en kan het agrarische gebruik worden gecontinueerd. Waar bij de windturbines de koeien tussen de turbines lopen, lopen bij de zonneweide de veldmuizen onder de panelen. Onderzoek leert dat zich onder de zonnepanelen mogelijk wel enige natuurwaarde ontwikkelt omdat deze grond na plaatsing van de zonnepanelen nauwelijks meer wordt betreden. In zuidelijke landen, waar de lichtintensiteit hoog is, zijn voorbeelden bekend van zonnecollectoren die op hoogte zijn geplaatst, waarbij onder de collectoren het agrarisch gebruik wordt gecontinueerd. In Nederland lijkt de lichtintensiteit gedurende grote delen van het jaar daartoe ontoereikend.



B.2.3 Energie uit water

De Maximasluis is de grootste waterkracht centrale van Nederland. Deze levert jaarlijks 50 GWh. Om de doelstelling van 611 GWh aan duurzame energieopwekking uitsluitend vanuit waterkracht te realiseren zouden 12 van deze Maximasluizen moeten worden bijgebouwd.

Dat is niet realistisch. Wel geeft de energie-kansen-kaart van de Anteagroup aan dat er mogelijkheden zijn voor een bescheiden watercentrale in de schutsluis in het Delenkanaal, bij Macharen.

Zonneveld Ameland



Energievorm	Specs	opbrengst GWh		Benodigd in Oss	
1 GW = 3,6 Tj				2200 Tj = 611 GWh	
Zon	per ha	0,65 GWh (zuid)	1 GWh (oost-west)	940 ha	611 ha
Wind	tip 150 - 210 m hoogte	7,5 GWh	10 GWh	81 molens	61 molens
Biomassa	boeren bedrijf	0,3 GWh		2036 installaties	
Geothermie	warmte	82,5 GWh		8 centrales	
Water	Zoals maximasluizen	50 GWh		12 installaties	

Biovergister



Geothermiecentrale Den Haag



B.2.4 Energie uit aardwarmte

In beginsel kan aardwarmte worden omgezet in elektriciteit. Dat vereist binnen het plangebied echter dermate diepe boringen dat dat niet rendabel kan zijn.

Wel kan de warmte op minder grote diepte worden aangewend om te verwarmen. Anders dan elektriciteit laat warmte zich slecht opslaan en transporteren, waardoor energie (warmte) uit geothermie vooral lokaal toepasbaar is op kaart weergegeven gebieden. Daarmee is geothermie met name geschikt voor verwarming in stedelijk gebied.

B.2.5 Energie uit biovergisting (mest + biomassa)

Een agrarisch bedrijf met 100 koeien, 25 pinken en 30 kalveren produceert per jaar gemiddeld 2400 m³ mest. Tevens bewerkt een dergelijk bedrijf 50 hectare grasland en 10 hectare maïs, met een opbrengst van 50 ton maïs per hectare hetgeen 500 ton maïs kan opleveren voor de vergister.

1 ton maïs levert circa 180 m³ biogas op en 1 m³ mest levert circa 25 m³ biogas op.

Daarmee genereert een dergelijk bedrijf circa 150.000 m³ biogas, hetgeen gelijk is aan 300.000 KWh (0,3 GWh) aan energie.

Om 611 GWh aan energie te verkrijgen is dus 305.500.000 m³ biogas benodigd of 2036 van dergelijke agrarische bedrijven.

Per huishouden is 0,7 ha landbouwgrond nodig om de benodigde hoeveelheid biomassa te produceren. Voor Oss, met 38.988 huishoudens, zou derhalve 27.292 ha landbouwgrond nodig zijn. Dat is bijna 4 maal de totale oppervlakte landbouwgrond die de gemeente in 2011 rijk was (6.522 ha). N.B. deze berekening is ontleend aan een rekenvoorbeeld van de Hogeschool Van Hall Larenstein: www.vhlde.nl/vergisten-duurzame-energie-256.

Daarmee maken de beschikbaarheid van landbouwgrond, mest en biomassa het niet mogelijk om uitsluitend via biovergisting aan de energieopgave te voldoen.

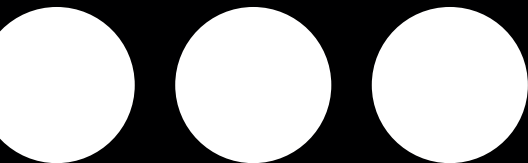
Dit neemt niet weg dat biovergisting kan worden ingezet om mede bij te dragen aan de duurzame energieproductie voor de gemeente Oss. Daarbij lijken er mogelijkheden voor een combinatie met de rioolwater zuiveringsinstallatie, waar relatief veel biomassa vrijkomt.

© Dit werk is auteursrechtelijk beschermd.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever en Bosch Slabbers Tuin- en Landschapsarchitecten B.V. (hierna: "Bosch Slabbers").

Bosch Slabbers heeft bij haar werkzaamheden de zorgvuldigheid in acht genomen die van haar kan worden verwacht. Aan de getoonde informatie in deze publicatie kunnen geen rechten worden ontleend. Op onze werkzaamheden zijn de voorwaarden van toepassing zoals vastgelegd in De Nieuwe Regeling 2005 (DNR 2005).

Bosch Slabbers heeft met zorgvuldigheid de beelden in deze publicatie geselecteerd. Het kan voorkomen dat niet alle rechthebbenden van de gebruikte beelden zijn achterhaald. Belanghebbenden worden verzocht contact op te nemen met Bosch Slabbers.



bosch slabbers

1e Sweelinckstraat 30

2517 GD Den Haag

T 070 3554407

F 070 3061618

den-haag@bosch-slabbers.nl

www.bosch-slabbers.nl



Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

Contactgegevens

Beneluxweg 125
4904 SJ OOSTERHOUT
Postbus 40
4900 AA OOSTERHOUT
T. 06 53 35 91 86
E. b.vandijck@anteagroup.com

www.anteagroup.nl

Copyright © 2017

Niets uit deze uitgave mag worden
verveelvoudigd en/of openbaar worden
gemaakt door middel van druk, fotokopie,
elektronisch of op welke wijze dan ook,
zonder schriftelijke toestemming van de
auteurs.