719011
20 januari 2021

Energieverbruik en opwekpotentie regio Noordoost Brabant

RES regio NOB

Versie januari 2021

De WarmteTransitieMakers B.V.
Atoomweg 50
3542 AB Utrecht
info@dwtm.nl

Duurzame oplossingen in
energie, klimaat en milieu

Postbus 579
7550 AN Hengelo
Telefoon (074) 248 99 40

Documenttitel	Energieverbruik en opwekpotentie regio Noordoost Brabant
Soort document	Versie januari 2021
Datum	20 januari 2021
Projectnummer	719011
Opdrachtgever	RES regio NOB
Auteur	Paul Janssen, Pondera Consult Wilma van de Poll, Warmtetransitie Makers Thijs de Booij, Warmtetransitie Makers Maarten Sosef, Pondera Consult Andries Lof, Greenvis
Vrijgave	Paul Janssen, Pondera Consult

Dit rapport is oorspronkelijk opgesteld ter voorbereiding van de concept RES in voorjaar 2020. In aanloop naar de RES 1.0, die op 1 juli 2021 moet worden vastgesteld, zijn de gebruikte uitgangspunten en data begin 2021 nogmaals bekeken. Op basis van de huidige ontwikkelingen is daarbij geen aanleiding gevonden om af te wijken van de oorspronkelijke uitgangspunten. In het rapport is dit op de relevante plekken nader toegelicht. Voor zover beschikbaar zijn gehanteerde cijfers geactualiseerd aan de hand op dit moment van beschikbare data.

INHOUDSOPGAVE

1	**Inleiding en aanpak**	**1**
1.1	Achtergrond	1
1.2	Leeswijzer	2
2	**Huidige energieverbruik**	**3**
2.1	Afbakening	3
2.2	Methodiek	3
2.3	Huidige energieverbruik	5
2.4	Huidige aandeel hernieuwbare energie	6
3	**Toekomstige verwachte energievraag**	**10**
3.1	Inleiding	10
3.2	Methode	10
3.3	Verwachte energievraag in 2030 en 2050	17
3.4	Samenvatting elektriciteitsvraag	20
3.5	Opgave RES regio	21
4	**Opwekpotentie bronnen in NOB**	**25**
4.1	Inleiding	25
4.2	Warmte	25
4.3	Elektriciteit	38
4.4	Overzicht	49
4.5	Per gemeente	50
5	**Netwerk**	**53**
5.1	Inleiding	53
5.2	Warmte	53
5.3	Elektriciteit	54

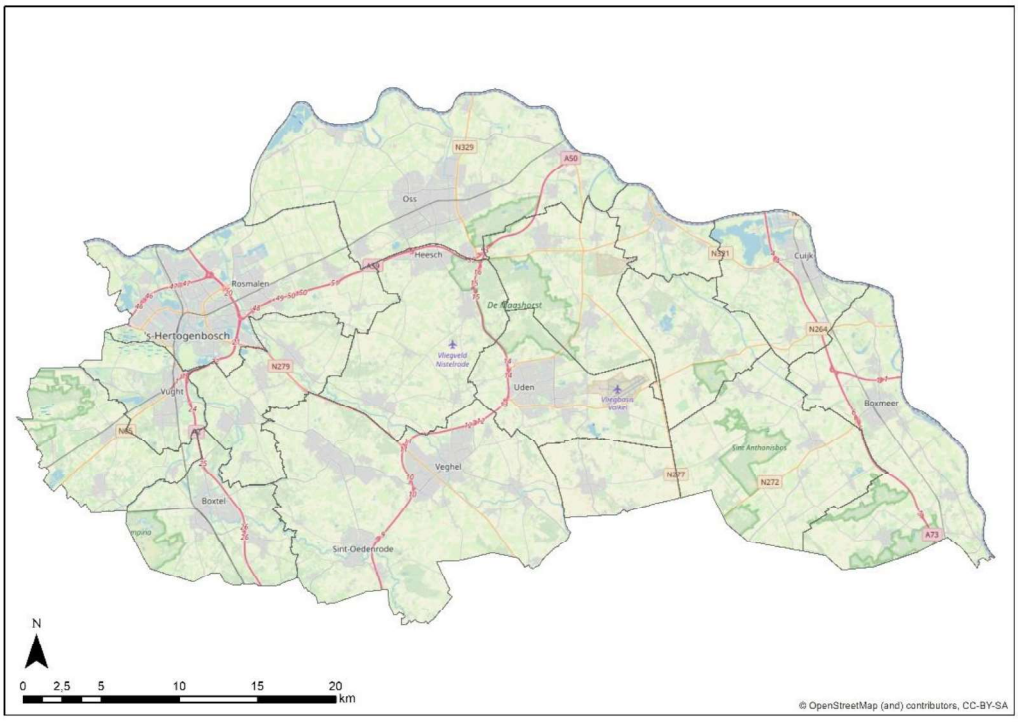
1 INLEIDING EN AANPAK

1.1 Achtergrond

In het Klimaatakkoord is afgesproken om in 2030 49% CO_2 reductie te realiseren ten opzichte van de uitstoot in 1990. In 2050 moet deze reductie doorgroeien naar 95% en is de energievoorziening vrijwel volledig duurzaam. Om dit te bereiken moeten veel maatregelen worden genomen, verdeeld over de hele maatschappij. De uitwerking vindt plaats aan vijf verschillende tafels: elektriciteit, mobiliteit, industrie, landbouw en de gebouwde omgeving. Voor de warmtetransitie gebouwde omgeving en opwek van elektriciteit vindt de uitwerking grotendeels plaats in de Regionale Energiestrategieën (RES). Verdeeld over dertig regio's werken gemeenten samen aan de transitie van de warmtevoorziening in de gebouwde omgeving en het realiseren van grootschalige duurzame elektriciteitsopwekking. De regio Noordoost Brabant (NOB) is één van deze dertig RES regio's en bestaat uit de gemeenten: Bernheze, Boekel, Boxmeer, Boxtel, Cuijk, Den Bosch, Grave, Haaren (wordt per 1 januari 2021 opgesplitst), Landerd, Meijerijstad, Mill en Sint Hubert, Oss, Sint Anthonis, Sint-Michielsgestel, Uden en Vught (zie figuur 1). Samen met betrokken stakeholders werken deze gemeenten het RES bod uit. Dit bod moet gemotiveerd tot stand komen en realistisch uitvoerbaar zijn binnen de periode tot 2030. Met dit doel als achtergrond geeft deze rapportage inzicht in de technische aspecten van de regionale energiestrategie, waarbij de focus ligt op twee vragen:

1. Welke opgave voor besparing en opwek van elektriciteit en warmte ziet de regio voor zichzelf in 2030 met een doorkijk naar 2050?
2. Met welke realistische bronnen kan de benodigde elektriciteit en warmte worden opgewekt in de regio om in 2030 te voldoen aan de doelstellingen?

Figuur 1.1 Regio NOB



1.2 Leeswijzer

Dit rapport bestaat uit vier hoofdstukken. Na deze inleiding wordt in hoofdstuk 2 beschreven hoe de huidige energievraag van de regio NOB eruit ziet. In hoofdstuk 3 wordt inzichtelijk gemaakt welke besparingsmogelijkheden er zijn en wordt een voorspelling gemaakt van de verwachte energievraag in 2030 en 2050. Hoofdstuk 4 schetst de mogelijkheden die er vanuit technisch perspectief zijn om de benodigde opwek van duurzame elektriciteit en warmte in de regio te realiseren. In hoofdstuk 5 wordt inzicht gegeven in de kansen en beperkingen van het distributienet voor energie.

Kader 1.1 Cijfers en bronnen disclaimer

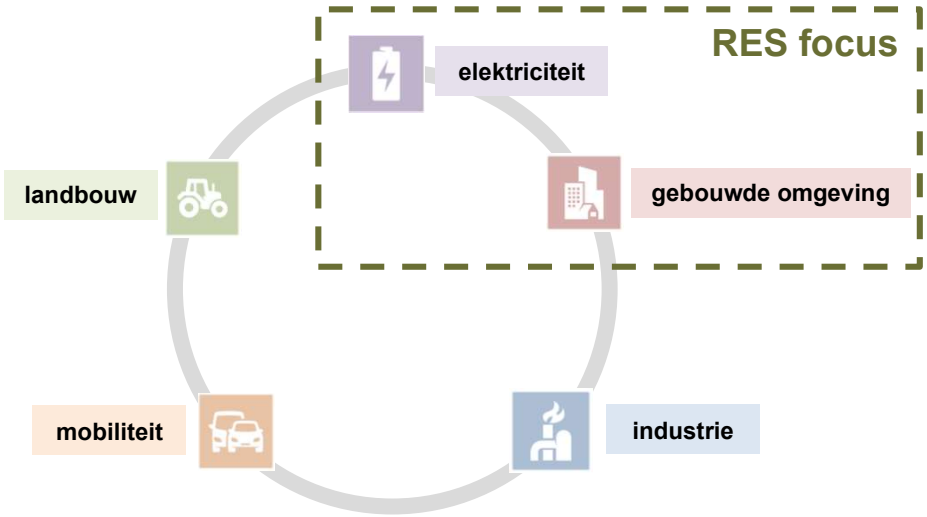
De in deze rapportage gehanteerde cijfers zijn zoveel mogelijk afkomstig uit openbaar beschikbare bronnen en databases. Voor deze cijfers is de bronvermelding met de grootst mogelijke zorgvuldigheid opgenomen. Waar uitgangspunten of aannames zijn gedaan zijn deze onderbouwd en vermeldt in dit rapport. Dit neemt niet weg dat de gehanteerde cijfers aan continue aanpassing onderhevig zijn en CBS en klimaatmonitor data voortdurend worden geactualiseerd aan de hand van nieuwe beschikbare gegevens. Dit kan er in enkele gevallen toe leiden dat data in deze rapportage afwijken van de data zoals die door de lezer worden gevonden bij het raadplegen van de bronnen op een later tijdstip.

2 HUIDIGE ENERGIEVERBRUIK

2.1 Afbakening

Binnen de RES ligt de focus op het energieverbruik (elektriciteit, en verbruik t.b.v. verwarming) in de gebouwde omgeving. De gebouwde omgeving is de verzamelnaam voor alle woningen en MKB-bedrijven/kantoren in de regio. Denk daarbij met name aan de warmte die nodig is voor het verwarmen van onze huizen en kantoren en de elektriciteit die we daar gebruiken. De RES legt daarmee de focus op een klein onderdeel van de totale energieopgave. Want ook transport, industrie en landbouw verbruiken energie. Voor die sectoren is echter een eigen 'tafel' ingericht, waarin gekeken wordt naar de mogelijkheden voor de energietransitie.

Figuur 2.1 De tafels



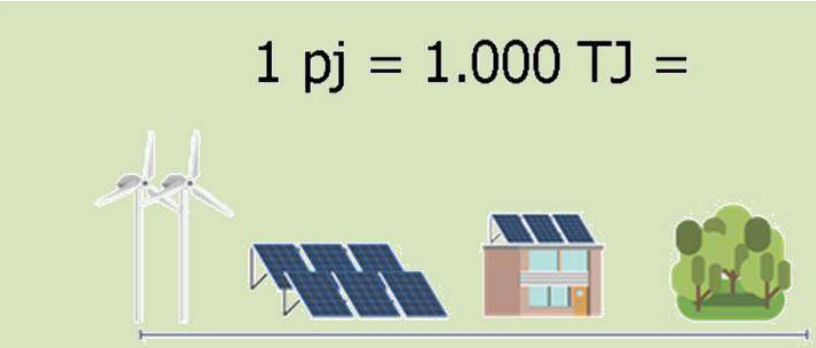
Wel wordt voor het overzicht ook het energieverbruik van deze sectoren inzichtelijk gemaakt.

2.2 Methodiek

Om inzicht te verkrijgen in de energie die straks nodig is, beginnen we bij het huidige verbruik. Op basis van data van het CBS[1] en de Klimaatmonitor[2] weten we wat de huidige energievraag in de regio is. Hierbij wordt onderscheidt gemaakt in de warmtevraag en de elektriciteitsvraag[3].

[1] CBS, Statline: https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/navigatieScherm/thema?themaNr=51190
[2] Klimaatmonitor.nl: https://klimaatmonitor.databank.nl/
[3] Warmte en elektriciteit worden in dit rapport gebruikt om een bepaalde energievraag aan te duiden. Technisch gezien is elektriciteit echter een energiedrager en warmte een gebruiksfunctie van energie.

Kader 2.1 Energie-eenheden[4]



Bepaling warmtevraag

De huidige warmtevraag wordt vooral ingevuld door aardgas. De warmtevraag is te splitsen in een vraag naar ruimteverwarming (op gemiddeld 21 graden) en tapwater (op zo'n 60 graden). Ruimteverwarming vult gemiddeld 83% van de warmtevraag in en tapwater 17 %[5]. Voor het berekenen van de huidige warmtevraag in Noordoost Brabant wordt uitgegaan van de cijfers zoals die door CBS en de Klimaatmonitor beschikbaar zijn, waarbij alleen gekeken wordt naar de gebouwde omgeving. Op dit moment zijn de cijfers beschikbaar tot het jaar 2017. Dit jaar is daarom het basisjaar voor dit rapport.

Bepaling elektriciteitsvraag

Voor de huidige elektriciteitsvraag wordt uitgegaan van de cijfers zoals die door CBS en de Klimaatmonitor beschikbaar zijn. Hierbij wordt als basis het totale elektriciteitsverbruik in 2017 gehanteerd.

Kader 2.2 elektrische mobiliteit

Gezien de landelijke ambities voor elektrische mobiliteit, is de verwachting dat deze zal toenemen en personenauto's veelal bij woningen in de gebouwde omgeving opgeladen worden. In feite verschuift dus een deel van de energievraag van de sector mobiliteit naar de sector gebouwde omgeving. Hoe groot deze verschuiving zal zijn is afhankelijk van vele aspecten, maar dat de elektriciteitsvraag stijgt is zeker. Daarom wordt in de voorspelling van de toekomstige elektriciteitsvraag hiermee rekening gehouden, door de verwachte elektriciteitsvraag als gevolg van elektrisch rijden op te tellen bij de elektriciteitsvraag in 2030.

Vanwege alle onzekerheden is dit alleen op de relatief korte termijn tot 2030 redelijk in te schatten. In de periode na 2030 is dit te sterk afhankelijk van technische innovaties en beleidsmatige (nog te maken) keuzes. Bijvoorbeeld elektrische mobiliteit in grootschalig personenvervoer (bussen) en transport kan dan een groter aandeel krijgen, waardoor de vraag enorm toeneemt.

[4] Gebaseerd op te verwachte opbrengsten van een installatie in de regio Noordoost Brabant: 1 windturbine van circa 4 MW met 3.500 vollasturen of zonnepanelen van 300 Wp met 950 vollasturen.
[5] Bron: Milieucentraal, 2019

2.3 Huidige energieverbruik

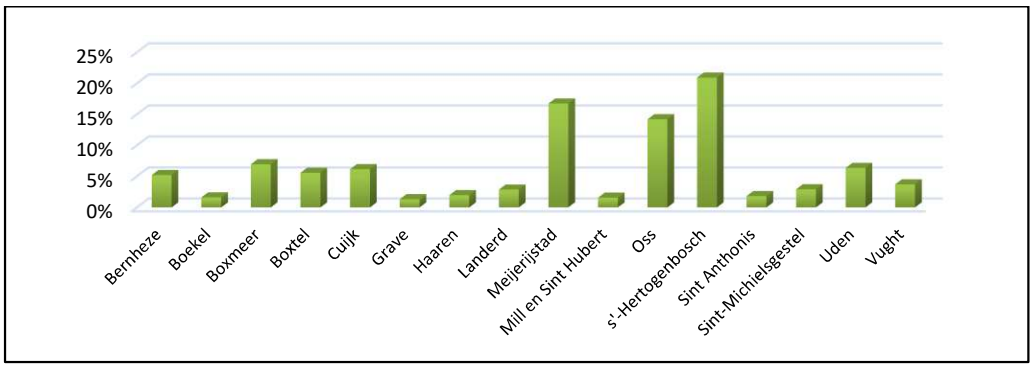
2.3.1 Totale energieverbruik

De huidige energievraag voor alle sectoren in de RES regio bedraagt circa 58,3 Petajoule (PJ) per jaar[6]. In onderstaande tabel is dit uitgesplitst per gemeente. Het huidige energieverbruik bepaalt de 'nul' meting, ofwel het basisjaar.

Tabel 2.1 Totale energieverbruik, inwoners en oppervlakte regio NOB per gemeente

Gemeente	Bevolking	Oppervlakte	Totaal energieverbruik	
Eenheid	**aantal**	**km2**	**TJ**	**Aandeel (%)**
Bernheze	30.550	90,41	3.041	5,2%
Boekel	10.502	34,52	937	1,6%
Boxmeer	28.853	113,84	4.054	7,0%
Boxtel	30.672	64,85	3.260	5,6%
Cuijk	24.911	57,07	3.594	6,2%
Grave	12.419	28,03	765	1,3%
Haaren	14.103	58,56	1.150	2,0%
Landerd	15.332	70,71	1.675	2,9%
Meijerijstad	80.148	185,52	9.762	16,8%
Mill en Sint Hubert	10.831	53,17	914	1,6%
Oss	90.951	170,93	8.282	14,2%
s'-Hertogenbosch	153.434	118,07	12.202	20,9%
Sint Anthonis	11.577	99,76	1.061	1,8%
Sint-Michielsgestel	28.673	59,34	1.701	2,9%
Uden	41.725	67,53	3.711	6,4%
Vught	26.418	34,44	2.167	3,7%
Totalen	**611.099**	**1.306,75**	**58.276**	**100%**

Figuur 2.2 Aandeel in het regionale energieverbruik per gemeente



[6] klimaatmonitor.databank.nl, basisjaar 2017, data geraadpleegd oktober 2019

2.3.2 Ruimteverwarming en elektriciteit: de opgave van de RES

Voor de RES wordt gekeken naar het warmteverbruik in de gebouwde omgeving en het totale elektriciteitsverbruik. Binnen de gebouwde omgeving wordt momenteel circa 16,2 PJ aan energie verbruikt voor het verwarmen van gebouwen en tapwater van woningen en utiliteitsgebouwen (kantoren, openbare gebouwen, winkels). Het totale elektriciteitsverbruik in de RES regio is circa 12,4 PJ per jaar. Dit onderscheidt is van belang, omdat de opwekking van deze energie met andere bronnen moet plaatsvinden.

In onderstaande tabel is de totale elektriciteitsvraag en de warmtevraag van de gebouwde omgeving weergegeven per gemeente.

Tabel 2.2 Overzicht huidige warmtevraag gebouwde omgeving en elektriciteitsvraag[7]

Gemeente	Warmtevraag gebouwde omgeving (TJ)	Totale elektriciteitsvraag (TJ)
Bernheze	760	466
Boekel	260	196
Boxmeer	813	802
Boxtel	764	605
Cuijk	614	821
Grave	346	135
Haaren	365	188
Landerd	430	225
Meijerijstad	2.128	2147
Mill en Sint Hubert	296	184
Oss	2.294	2131
s'-Hertogenbosch	4.083	2690
Sint Anthonis	314	233
Sint-Michielsgestel	748	292
Uden	1.185	940
Vught	841	313
Totaal	**16.241**	**12.368**

2.4 Huidige aandeel hernieuwbare energie

2.4.1 Huidige opwek hernieuwbare elektriciteit

Ook in de huidige situatie wordt al een deel van het elektriciteitsverbruik in de regio hernieuwbaar opgewekt. Het aandeel verschilt sterk per gemeente, maar in totaal is het aandeel duurzaam opgewekte elektriciteit op dit moment circa 1,35 PJ (ongeveer 2,2% van het totale energieverbruik). Dit gebeurt voornamelijk door verbranding of vergisting van biomassa in WKK's[8] die naast warmte ook elektriciteit genereren, zonnepanelen en in mindere mater met een aantal andere bronnen zoals waterkracht en windenergie. In de RES is landelijk echter

[7] Bron: Klimaatmonitor, totale energieverbruik 2017
[8] WKK staat voor warmte kracht koppeling.

afgesproken[9] dat elektriciteit uit biomassa en waterkracht en kleinschalige opwek op woningdaken[10] niet meetelt voor invulling van de regionale opgave. Wanneer die opwek afgetrokken wordt van de totale reeds gerealiseerde hernieuwbaar opwek telt momenteel 0,8 PJ hernieuwbaar opgewekte elektriciteit mee voor de RES.

In Tabel 2.3 is per gemeente de huidige bekende hernieuwbare opwek aangegeven en in Figuur 2.3 is de ligging van bestaande projecten binnen de regio weergegeven.

Tabel 2.3 Huidige duurzame elektriciteit opwek per gemeente[11]

	Reeds gerealiseerde hernieuwbare opwek (TJ)			
Gemeente	**Zon**	**Wind**	**Biogas / Biomassa***	**Waterkracht***
Bernheze	46	0	37	0
Boekel	28	0	0	0
Boxmeer	60	0	0	0
Boxtel	33	0	1	0
Cuijk	32	0	177	0
Grave	11	0	0	0
Haaren	20	0	1	0
Landerd	22	0	11	0
Meijerijstad	166	0	0	0
Mill en Sint Hubert	16	0	9	0
Oss	104	0	112	64
s'-Hertogenbosch	112	17	0	0
Sint Anthonis	31	0	102	0
Sint-Michielsgestel	33	0	0	1
Uden	102	0	3	0
Vught	14	0	0	0
Totaal	**830**	**17**	**453***	**65***

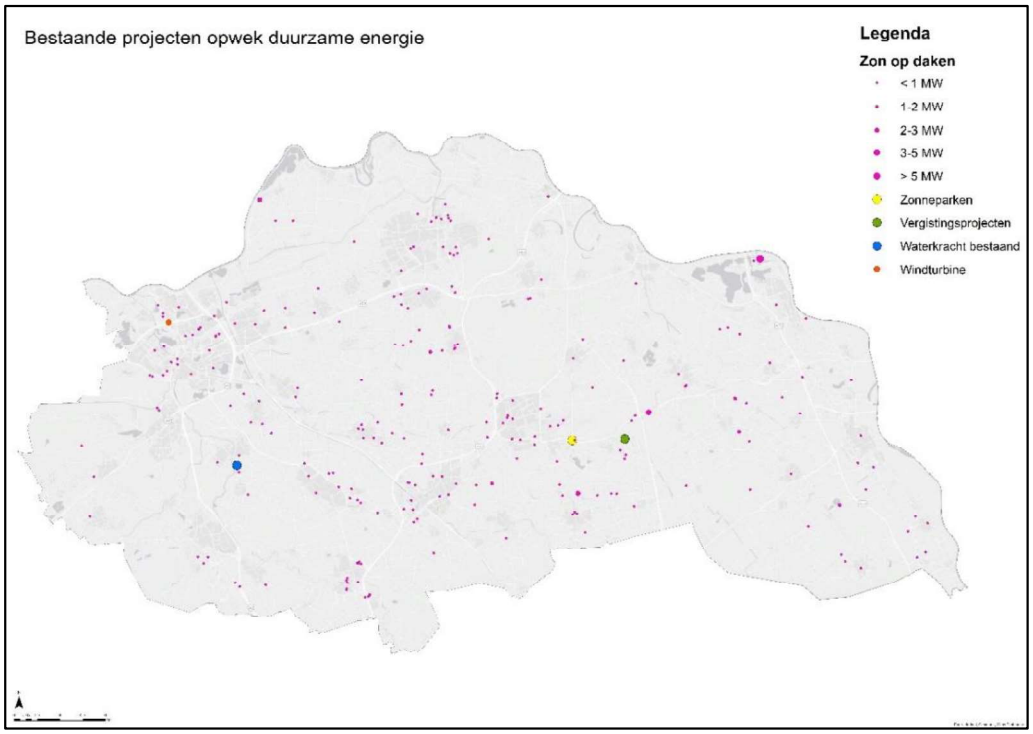
* conform de handleiding RES 1.1 telt deze opwek niet mee bij het invullen van de RES doelstellingen.

In de tabel wordt geen onderscheidt gemaakt tussen zonnepanelen op woningdaken en grootschalige zonne-energiesystemen (grote daken). De grens ligt daarbij op 15 kWp per systeem en komt overeen met de grens die gehanteerd wordt binnen de subsidieregeling duurzame energie (SDE). De SDE is alleen beschikbaar is voor grootschalige hernieuwbare energie opwek en waarbij de producent een grootverbruikersaansluiting van (meer dan 3 * 80

[9] RES handreiking versie 1.1. oktober 2019: paragraaf 3.3
[10] Alleen indien landelijk meer dan 7 TWh wordt gerealiseerd mag de extra opwek op dak worden meegerekend. Aangezien het hier genoemde bestaande vermogen voornamelijk in de eigen woningen wordt gebruikt en daarmee de vraag in de regio verlaagt, telt deze niet mee.
[11] Bron: Zon en Wind uit Klimaatmonitor, geraadpleegd januari 2021. Biogas en biomassa, waterkracht en zon op dak uit Nationaal programma RES Kaartviewer, versie april 2019; RVO, SDE(+) Projecten in beheer, augustus 2019. Waar mogelijk zijn deze data aangevuld met gegevens uit de SDE+ beschikkingen t/m najaar 2019: https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/stimulering-duurzame-energieproductie-sde/feiten-en-cijfers/stand-van-zaken-aanvragen

A) dient te hebben[12]. Omgerekend gaan we uit van een minimaal benodigd dakoppervlak van 285 m^2.

Figuur 2.3 Kaart huidige hernieuwbare opwek elektriciteit



Gebaseerd op data RVO/CBS stand van zaken 1 aug 2019

2.4.2 Huidige aandeel hernieuwbare warmte

In de huidige situatie wordt het grootste deel van de warmte geleverd door aardgas. Uit de Klimaatmonitor is te herleiden hoeveel warmte er geleverd wordt door WKO's (0,1 PJ) de locatie van deze WKO's is weergegeven in Figuur 4.7. Er komt 1,1 PJ warmte vrij uit biomassa en biogas van biomassacentrales, vergisters en industrie. Tabel 2.4 geeft hiervan een uitsplitsing per gemeente. Over de toepassing en beschikbaarheid van deze warmte uit biomassa en de bron van de biomassa is geen openbare data beschikbaar. Dit is wel relevant voor gemeenten bij het opstellen van hun Transitie Visie Warmte (TVW). Bijvoorbeeld, Heineken in 's-Hertogenbosch werkt biogas uit de RWZI op tot groen gas waarmee zij de brouwketels stoken. De RWZI is daarmee als bron al benut door de industrie. Een ander voorbeeld is de biomassacentrale in Cuijk die wordt gestookt op niet-regionaal hout en zijn warmte afzet aan andere industrie. Van de overige bronnen voor hernieuwbare warmte is geen openbare data beschikbaar.

Verder zijn er in de regio Noord Oost Brabant twee wijkwarmtenetten, beide in 's-Hertogenbosch. Een daarvan wordt gevoed door een WKO, de ander door oppervlaktewater.

[12] https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/stimulering-duurzame-energieproductie/categorie%C3%ABn/zon-sde

Tabel 2.4 Huidige hernieuwbare warmte opwek per gemeente[13]

	Reeds gerealiseerde duurzame opwek (TJ)	
Gemeente	**Biogas en biomassa warmte (geen houtkachels woningen)**	**WKO bodemenergie utiliteitsbouw**
Bernheze	24	2
Boekel	12	4
Boxmeer	0	6
Boxtel	10	15
Cuijk	689	0
Grave	0	2
Haaren	0	0
Landerd	0	0
Meijerijstad	138	15
Mill en Sint Hubert	0	0
Oss	28	4
s'-Hertogenbosch	11	43
Sint Anthonis	0	0
Sint-Michielsgestel	4	3
Uden	217	2
Vught	0	1
Totaal	**1.133**	**97**

[13] Bron: Klimaatmonitor database, 2018

3 TOEKOMSTIGE VERWACHTE ENERGIEVRAAG

3.1 Inleiding

In het vorige hoofdstuk is inzichtelijk gemaakt hoeveel energie er binnen de RES regio NOB verbruikt wordt voor warmte- en elektriciteitsgebruik en welk deel hiervan nu al hernieuwbaar wordt opgewekt.

De energievraag en energievoorziening gaan de komende jaren echter sterk veranderen. Dit is een gevolg van autonome ontwikkelingen (zoals bevolkingsgroei), actieve maatregelen (bijvoorbeeld het stimuleren van elektrische mobiliteit) en veranderingen in warmteoplossingen (welke in toenemende mate elektrisch worden). Daarnaast is de besparing van energie een belangrijke pijler van de energietransitie. Wat niet verbruikt wordt, hoeft immers ook niet opgewekt te worden. In dit hoofdstuk wordt daarom een inschatting gemaakt van de verwachte toekomstige energievraag, rekening houdend met de hierboven genoemde ontwikkelingen. Vanuit deze verwachte vraag kan worden afgeleid welk doel de regio zichzelf kan stellen in 2030 om 'on track' te zijn naar een (vrijwel) volledig energieneutrale energievoorziening in 2050.

3.2 Methode

3.2.1 Scenario's en onzekerheden

Het maken van een inschatting van de toekomstige energievraag is altijd gebaseerd op aannames en uitgangspunten, gebaseerd op de huidige beschikbare kennis, data en technieken en zijn dus per definitie omgeven met onzekerheid en aan verandering onderhevig. In deze rapportage zijn uitgangspunten en aannames zoveel mogelijk onderbouwd en inzichtelijk gemaakt.

Om een inschatting te kunnen maken van de toekomstige energievraag wordt in deze analyse uitgegaan van lineaire verduurzamingsscenario's. Hoewel we weten dat de energietransitie, en daarmee de realisatie van hernieuwbare energiebronnen en energiebesparing, in de praktijk veelal in stappen en sprongen zal verlopen[14], kiezen we bewust voor een lineair scenario omdat hiermee een meer gemiddelde ontwikkeling wordt aangehouden. Het voordeel hiervan is ook dat dit scenario voorkomt dat de oplossing van het probleem vooruit wordt geschoven.

3.2.2 Uitgangspunten

De verwachte energievraag wordt gesplitst in warmte en elektriciteit. Hierbij worden de volgende uitgangspunten gehanteerd voor het inschatten van de toekomstige energievraag:

- De verwachting is dat de bevolking (beperkt) zal groeien tot 2050. De aangehouden groei van het energieverbruik als gevolg daarvan is 10%[15]. Deze groeit heeft vooral effect op het verwachte energieverbruik in de sectoren mobiliteit en industrie, omdat er voor nieuwe woningen wordt voorzien dat deze voldoen aan de BENG norm[16]. De totale toename van de vraag als gevolg van de bevolkingsgroei is daarmee beperkt.

[14] Er is veelal sprake van een aanloopfase, waarna ontwikkelingen en realisatie sneller plaatsvinden, gevolgd door een afname, waarna de cyclus zich herhaalt.
[15] POSAD, 2016, gebiedsstrategie duurzame energieopgave Provincie Noord-Brabant.
[16] https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/wetten-en-regels-gebouwen/nieuwbouw/energieprestatie-beng

- De verwachting is dat er een forse toename zal zijn van het aantal elektrische voertuigen dat wordt opgeladen in de gebouwde omgeving. Op dit moment is deze laadvraag bescheiden met circa 45 TJ op jaarbasis in de regio. Uitgaande van een gemiddelde groei van circa 20% per jaar[17] is de verwachte laadvraag in de gebouwde omgeving circa 0,4 PJ in 2030[18]. Ervan uitgaande dat deze vraag hernieuwbaar wordt opgewekt in 2030 (op weg naar 100% in 2050) is de toename aan hernieuwbaar elektriciteitsvraag circa 0,4 PJ in 2030[19].
- De verwachting is dat de huidige koelvraag in de gebouwde omgeving toe zal nemen als gevolg van warmere zomers en met name het toenemend aantal airco units in woningen[20]. Een moderne woning die voldoet aan de BENG norm gebruikt voor koudevraag gemiddeld 3,6 kWh/m^2. Dat is voor een gemiddelde woning van 120 m^2 dus een koudebehoefte van circa 430 kWh/jaar. Indien dit wordt ingevuld met een airco unit met een COP van 3.0[21] is de vraag circa 150 kWh/jaar per woning. Uitgaande van een penetratiegraad van airco's in 2030 van 25% van de woningen (huidig aandeel is 5%) en 268.843 woningen in de regio NOB levert dit een aanvullende elektriciteitsvraag op van 0,2 PJ[22].
- Zonne-energie op woningdaken wordt gerekend als besparing, aangezien de via deze methode opgewekte elektriciteit voornamelijk rechtstreeks in de woning wordt gebruikt, waarmee de totale elektriciteitsvraag (aan het net) afneemt.
- Veel alternatieve warmtevoorzieningen voor aardgas maken gebruik van elektriciteit. Afhankelijk van de uiteindelijke energiemix zorgt dit in de toekomst dus voor een verhoogde elektriciteitsvraag. Die wordt gekwantificeerd aan de hand van scenario's en nader uitgewerkt in paragraaf 3.3.

Kader 3.1 Actualiteit uitgangspunten 2021

Bevolkingsgroei
Het uitgangspunt is 10% toename in totale de energievraag in 2050 als gevolg van bevolkingsgroei. Dit is een verwachting waar verschillende invloeden in zijn samengevoegd. Kijkend naar de landelijke cijfers voor bevolkingsgroeiprognoses (CBS) is er geen reden om aan te nemen dat dit sterk zal veranderen. In alle scenario's blijft sprake van bevolkingsgroei, geen afname. We zien daarom geen reden om van dit uitgangspunt af te wijken.

Elektrische mobiliteit
Voor de laadvraag in de gebouwde omgeving is uitgegaan van een gemiddeld groeiscenario op basis van de data van Nationaal Programma RES, gebaseerd op studies van Ecofys en CE Delft. Er zijn geen recente studies die aangeven dat dit sterk is veranderd, bijvoorbeeld vanuit de Nationale Agenda Laadinfrastructuur. We zien daarom geen reden om van dit uitgangspunt af te wijken.

[17] Gemiddeld scenario op basis van data Nationaal Programma RES (Viewer versie april 2019)
[18] Er is geen voorspelling gemaakt van de ontwikkeling van elektrische mobiliteit na 2030.
[19] Na 2030 is de verwachting dat de transitie in de mobiliteit, waaronder ook grootschalig vracht- en personenvervoer, verder doorzet. Het is echter nog zeer onzeker of hiervoor naar elektrische oplossingen, groen gas of waterstof wordt overgeschakeld.
[20] RVO mei 2018 - Ontwikkeling van koudevraag van woningen
[21] https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/energiezuinig-koelen/airco-en-ventilatoren/
[22] Omdat de huidige beschikbare cijfers uitgaan van zeer energiezuinige woningen (BENG) en dit in oudere woningen anders zal zijn is het veilig om aan te nemen dat 0,2 PJ een ondergrens is. Daarom gaan we ervan uit dat deze volledig hernieuwbaar moet worden opgewekt.

Koelvraag
Er is uitgegaan van een verwachte extra elektriciteitsvraag van 0,2 PJ door een toename in de koelvraag. Er zijn geen recente regio of gemeente-specifieke gegevens beschikbaar die leiden tot een andere voorspelling. De landelijke gegevens van TKI URBAN Energy gegevens (https://www.topsectorenergie.nl/tki-urban-energy/kennisdossiers/factsheets-koudetechnieken/koudevraag-in-Nederland) geven ook geen ander beeld. We concluderen daarom dat er geen reden is om de verwachte elektriciteitsvraag als gevolg van koelvraag te herzien.

Invloed COVID-19
De gevolgen van de pandemie op de lange termijn (2030 en 2050) zijn op dit moment lastig te voorspellen. De eerste CPB prognoses voorspellen dat de economie tot 4% minder groeit. Voor de periode tot 2025 is er een absolute groei in de economie voorspeld van 1,5% per jaar t.o.v. 2019. Daarmee zal ook de energievraag naar verwachting weer gestaag toenemen. Er zal waarschijnlijk wel een verschuiving van de energievraag plaatsvinden tussen sectoren. Door meer thuiswerken en minder reisbewegingen verschuift de vraag naar verwachting, van transport en utiliteitsgebouwen in beperkte mate naar woningen. Hoe groot die verschuiving is en of deze blijvend is, is nu niet te zeggen. We zien daarom geen reden om van de uitgangspunten af te wijken.

3.2.3 Energiebesparing

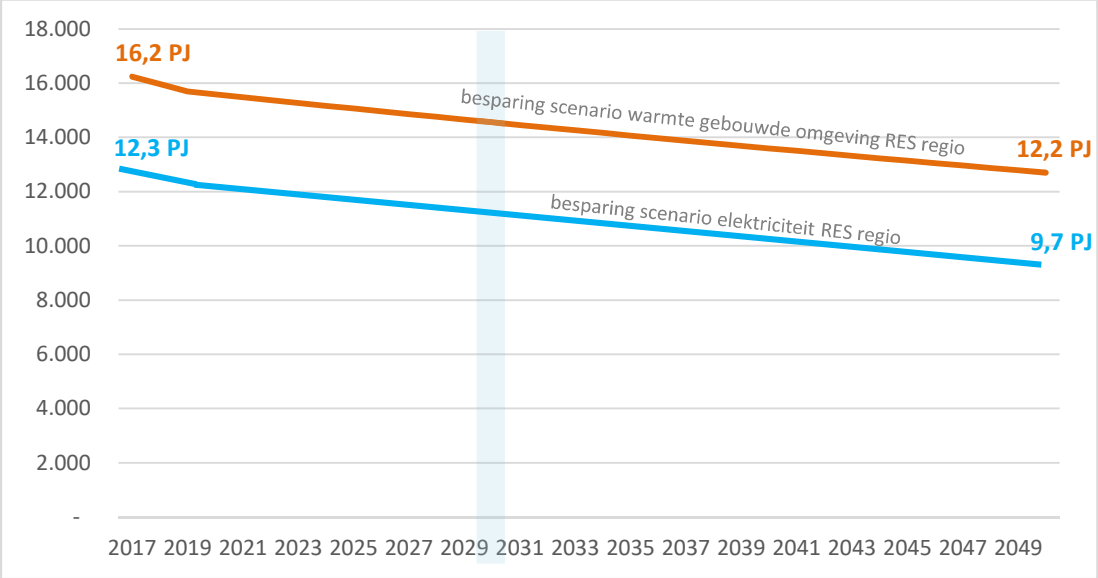
Uitgangspunten en nationale cijfers

Om een inschatting te kunnen maken van de realistische energiebesparing is in eerste instantie aangesloten bij de verwachtingen uit de Nationale Energieverkenning (NEV, 2017) en de recente Klimaat en Energieverkenning (KEV, 2019)[23]. In de laatste is voor de periode tot en met 2020 een besparing van 1,5-1,6% per jaar aangehouden, gebaseerd op de beleidskaders zoals die momenteel gelden en de gemiddelde realisatie die bekend is uit beschikbare cijfers. Daarna is de verwachting dat de besparing iets lager zal liggen, op circa 0,9% per jaar (tot 2030). De KEV doet geen voorspellingen voor de periode na 2030. In dit rapport is het besparingsscenario wel doorgetrokken met 0,9% per jaar in de periode 2030 tot 2050. Dit betekent dat – op basis van de NEV en KEV - een warmtebesparing wordt aangehouden van circa 25% (in 2050) en voor elektriciteit van circa 21% (in 2050) ten opzichte van het huidige verbruik.
Voor de warmtevraag van de gebouwde omgeving betekent dit een besparing van 4,5 PJ warmte in 2050. In 2030 komt dat neer op een verwachte besparing in de gebouwde omgeving van circa 2,0 PJ warmte ofwel 12% ten opzichte van het huidige verbruik in de gebouwde omgeving.

Voor de elektriciteitsvraag betekent dit een besparing van 2,6 PJ elektriciteit in 2050. In 2030 komt dat neer op een verwachte besparing van circa 1,2 PJ ofwel 10% ten opzichte van het huidige verbruik. In onderstaande grafiek (
Figuur 3.1) is de verwachte besparing afgezet tegen de tijd tot 2050, met een tussenstap in 2030. Hierin is nog geen rekening gehouden met de toenemende elektriciteitsvraag als gevolg van koeling, elektrisch rijden en de elektriciteitsvraag van alternatieve warmtebronnen. Immers, over die toename kan geen besparing worden gerealiseerd. Dit komt in paragraaf 3.3. aan de orde.

[23] PBL, Klimaat en Energieverkenning 2019, https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2019-klimaat-en-energieverkenning-2019-3508.pdf

Figuur 3.1 Verwachte warmte en elektriciteitsvraag na besparing (conform NEV/KEV)



Kader 3.2 Actualiteit uitgangspunten 2021 - energiebesparing

Energiebesparing
We gaan uit van een besparing van 0,9% per jaar over de periode 2020-2030. In de Klimaat en Energieverkenning 2020 (KEV) wordt een gemiddeld percentage van 1,0% aangehouden, met een bandbreedte van 0,9% tot 1,1%. Het mogelijke verschil tussen de aanname in dit rapport en de KEV is daarmee zeer beperkt en betekent voor de opgave in 2030 een mogelijk verschil van maximaal circa 1%. Binnen de onzekerheden die inherent onderdeel zijn van de voorspellingen zien wij geen aanleiding om van dit uitgangspunt af te wijken.

Regio specifieke besparingsmogelijkheden

De NEV en KEV zijn een nationale verkenning, die niet gedetailleerd aangeeft op welke manier de besparing gerealiseerd kan worden. Ook zijn deze nationale verkenningen niet regiospecifiek, terwijl er landelijk grote verschillen zijn tussen bijvoorbeeld stedelijke en plattelandsregio's. Daarom is voor zowel warmte als elektriciteit nader onderzocht welke realistische besparingspotentie er in de regio NOB bestaat. Met realistische potentie bedoelen we: maatregelen die in de gebouwde omgeving technisch en economisch redelijkerwijs uitvoerbaar zijn in de periode tot 2030.

Kader 3.3 Besparingsambities gemeenten

De vastgestelde ambities van de gemeenten in de regio NOB liggen veelal hoger dan de aangehouden besparingsscenario's in dit rapport. De in dit rapport aangehouden scenario's zijn vanuit dit perspectief daarmee beleidsmatig behoudend. Gezien de resultaten uit het verleden en de toenemende inspanning die vereist is om de beoogde besparing jaar op jaar te realiseren, zien wij dit uitgangspunt echter als een optimistisch scenario.

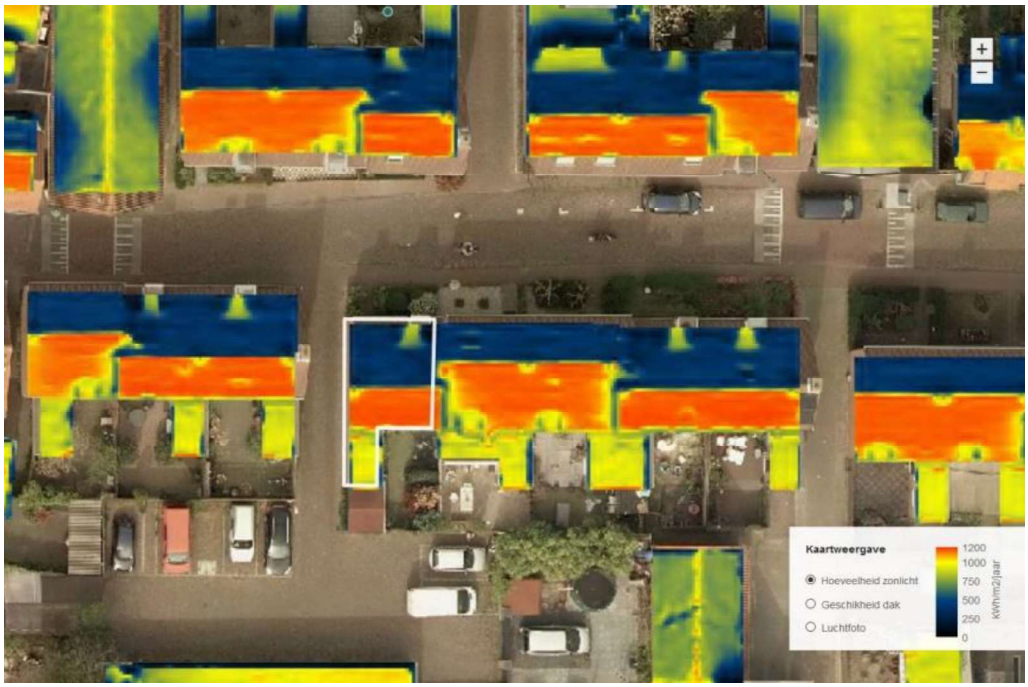
Besparingsmogelijkheden elektriciteit

Elektriciteitsbesparing kan (in de gebouwde omgeving) worden behaald door enerzijds autonome ontwikkelingen van zuiniger wordende apparaten en strenge energieprestatienormen

vanuit Europese regelgeving (de energielabels) en anderzijds door het realiseren van kleinschalige opwek op huishoudniveau door middel van zonnepanelen. Met andere woorden: als gevolg van kleinschalige opwek op huishoudniveau is er minder grootschalige opwek nodig. Een gemiddeld huishouden kan, door het vervangen van relatief onzuinige oudere apparaten (met name koelkasten, vriezers en wasmachines of drogers) en het vervangen van verlichting door LED zo'n 10-20% van het elektriciteitsverbruik verminderen[24].

Daarnaast is onderzocht welke potentie er in de regio bestaat voor realisatie van kleinschalige zon op daken. Hiervoor is gebruik gemaakt van de zonnescan, uitgevoerd door Buro Karto in opdracht van de provincie Noord-Brabant[25]. In deze scan is een instralingsberekening gemaakt per individueel dak, waarbij rekening gehouden is met beschikbaar dakoppervlak, hellingshoek en beschaduwing (zie Figuur 3.2).

Figuur 3.2 Zonnescan op dak niveau



Bron: Buro Karto, 2019

Vervolgens is het potentieel opgewekte vermogen (in KWh) berekend uitgaande van 300 Wp per paneel en een benodigd oppervlak van 1,65 m2 per zonnepaneel. In de onderstaande cijfers is vervolgens een selectie gemaakt op basis van de daken die als 'gunstig' geclassificeerd worden in de scan.

In deze cijfers is nog geen rekening gehouden met sociale of economische factoren. Bijvoorbeeld: de woningeigenaar heeft geen middelen beschikbaar of ziet om esthetische redenen af van het plaatsen van zonnepanelen op zijn dak. Ook is geen rekening gehouden met aftrek vanwege monumenten, waarop het niet toegestaan kan zijn om panelen te plaatsen.

[24] https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/apparaten-en-verlichting/halveer-je-stroomverbruik/
[25] Buro Karto, mei 2019; https://www.zonnescanbrabant.nl/

Daar staat tegenover dat alleen wordt uitgegaan van de gunstige daken in de bepaling van de potentie. Er zijn echter ook grote dakoppervlakken beschikbaar die een niet optimale oriëntatie hebben, maar nog steeds technisch geschikt zijn voor de installatie van zonnepanelen. De opbrengst per paneel zal echter lager zijn, waardoor de economische terugverdientijd langer zal zijn.

Tabel 3.1 Potentie zon op woningdaken per gemeente

Gemeente	Potentie zon op woningdaken in TJ (< 15 Kwp) met 'gunstige oriëntatie)
Bernheze	76
Boekel	73
Boxmeer	199
Boxtel	147
Cuijk	126
Grave	66
Haaren	101
Landerd	111
Meijerijstad	470
Mill en Sint Hubert	96
Oss	458
s'-Hertogenbosch	517
Sint Anthonis	124
Sint-Michielsgestel	178
Uden	216
Vught	92
Totaal	**3.050 (3 PJ)**

Uit bovenstaande tabel blijkt dat er ruim voldoende potentie is om de besparingsdoelstelling voor elektriciteit (0,9 PJ tot 2030) te realiseren, gebruik makend van de mogelijkheden van zuinigere apparaten en de installatie van zon op daken. Dit is een besparing van circa 10% ten opzichte van het huidige verbruik in 2030. In totaal kan met de gunstig georiënteerde woningdaken in de regio circa 3 PJ worden opgewekt, ofwel circa 0,85 TWh.

Besparingsmogelijkheden warmte

Het landelijk besparingspercentage van 0,9 % per jaar is een gemiddelde: hoeveel er in de praktijk daadwerkelijk op de warmtevraag bespaard kan worden, verschilt per woning. Immers een monumentaal pand heeft andere mogelijkheden om te isoleren en warmte terug te winnen dan een woning gebouwd in de jaren zeventig.

Om te toetsen of dit percentage realistisch is, is een nauwkeurigere inschatting gemaakt van de daadwerkelijk te behalen besparing. Hiervoor is het model benut wat adviesbureau Greenvis hanteert voor het berekenen van het benodigd vermogen van warmtenetten. Het model maakt een gedetailleerde schatting van de warmtevraag op CBS buurtniveau. Alle gebouwen (woningen en utiliteit) die in de BAG (Basisadministratie gemeenten) zijn opgenomen worden gefilterd op woningtype (hoekhuis/twee onder een kap, tussenwoning, vrijstaand of hoogbouw)

en bouwjaar. Het bouwjaar is relevant, aangezien de karakteristieken van een gebouw en de isolatie-eisen aan gebouwen per bouwperiode verschillen.

Figuur 3.3 Bouwjaar en isolatie eisen woningbouw[26]

*Minimumisolatie-eisen voor de sociale woningbouw volgens de Voorschriften en Wenken 1965, de Modelbouwverordening 1976-1990 en het Bouwbesluit 1992, **2012 en 2015** uitgedrukt in de warmteweerstand van constructiedelen (Rc) in m²K/W*

Constructie	1965	1975	1979	1982	1987	1990	1992	2012	2015
Dak	0.86	1.03	1.29	1.3	2.0	2.5	2.5	3.5	6
Buitenwand	0.43	0.69	1.29	1.3	2.0	2.5	2.5	3.5	4.5
Vloer begane grond	0.17	0.26	0.52	1.3	1.3	1.3	2.5	3.5	3.5
Dubbel glas woonvertrek	nee	nee	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Dubbel glas slaapvertrek	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja	ja	ja

Met de gegevens van het gasverbruik uit de Klimaatmonitor uit 2017 en gebruik van de energielabels[27] wordt berekend welk warmtegebruik de woningen in 2050 zullen hebben. Dit is gedaan door te kijken welke labelstappen reëel gemaakt kunnen worden tot 2050. De labelstappen die gezet kunnen worden zijn ingeschat op basis van expert judgement, waarbij economisch rendabele isolatie het uitgangspunt is. (zie onderstaand Figuur 3.4).

Figuur 3.4 Reëel te behalen labelstappen

	sprong 3	sprong 2,5	sprong 3,5	sprong 2,5	sprong 1	sprong 1	sprong 0
Label	G	F	E	D	C	B	A
voorspeld label (2050)	D/C	C/B	B/A	B/A	B	A	A
Huidig verbruik warmte (GJ/m2)	0,44	0,44	0,44	0,41	0,32	0,27	0,22
voorspeld verbruik warmte (GJ/m2)	0,36	0,29	0,24	0,24	0,27	0,22	0,22
Besparing warmtevraag	18%	34%	45%	41%	17%	18%	0%

De nieuw te verwachten labels zijn teruggerekend naar het toekomstig energieverbruik in **2050**. De warmtevraag voor 2030 is hierbij geschat als een lineaire interpolatie van het geschatte eindverbruik in 2050. Op basis van deze exercitie is de verwachte warmtevraag in 2050 12,2 PJ Dit resulteert in een totaal besparingspotentieel voor de regio NOB van 4,0 PJ in 2050 ten opzichte van 2017 (zie tabel 3.2 voor een verdeling per gemeente), oftewel ongeveer 24% ten opzichte van het huidige verbruik.

Tabel 3.2 Berekende besparingspotentieel warmte per gemeente in regio NOB

Gemeente	Huidig verbruik (2017) (TJ)	Berekend verbruik na besparing 2050 (TJ)	Besparingspotentieel warmte (TJ)
Bernheze	760	573	187
Boekel	260	196	64
Boxmeer	813	612	201
Boxtel	764	576	188

[26] DuBo loket
[27] www.energielabelatlas.nl

Gemeente	Huidig verbruik (2017) (TJ)	Berekend verbruik na besparing 2050 (TJ)	Besparingspotentieel warmte (TJ)
Cuijk	614	463	151
Grave	346	261	85
Haaren	365	275	90
Landerd	430	324	106
Meijerijstad	2.128	1603	525
Mill en Sint Hubert	296	223	73
Oss	2.294	1728	566
s'-Hertogenbosch	4.083	3076	1007
Sint Anthonis	314	237	77
Sint-Michielsgestel	748	563	185
Uden	1.185	893	292
Vught	841	634	207
Totaal regio NOB	**16.241**	**12.237**	**4.004 (4,0 PJ)**

Dit betekent een totaal 'realistisch' besparingspotentieel van 4,0 PJ warmte in 2050. Dat is 0,5 PJ minder dan waar de nationale verkenningen van uitgaan. Een verklaring voor dit verschil is niet eenvoudig uit de data te herleiden. In het vervolg van dit rapport houden we de berekende realistische besparing aan.

De Rijksoverheid vindt dat alle woningen en gebouwen goed geïsoleerd moeten zijn. Daarom is in het Klimaatakkoord afgesproken dat alle woningen voor 2050 minimaal verbeterd moeten worden naar een minimumstandaard. Deze 'spijtvrije' isolatiestandaard wijkt mogelijk af van wat in dit rapport gedefinieerd is als rendabele isolatie. Het is nog niet duidelijk hoe deze standaard eruit gaat zien en of deze al dan niet verplicht gaat worden.

3.3 Verwachte energievraag in 2030 en 2050

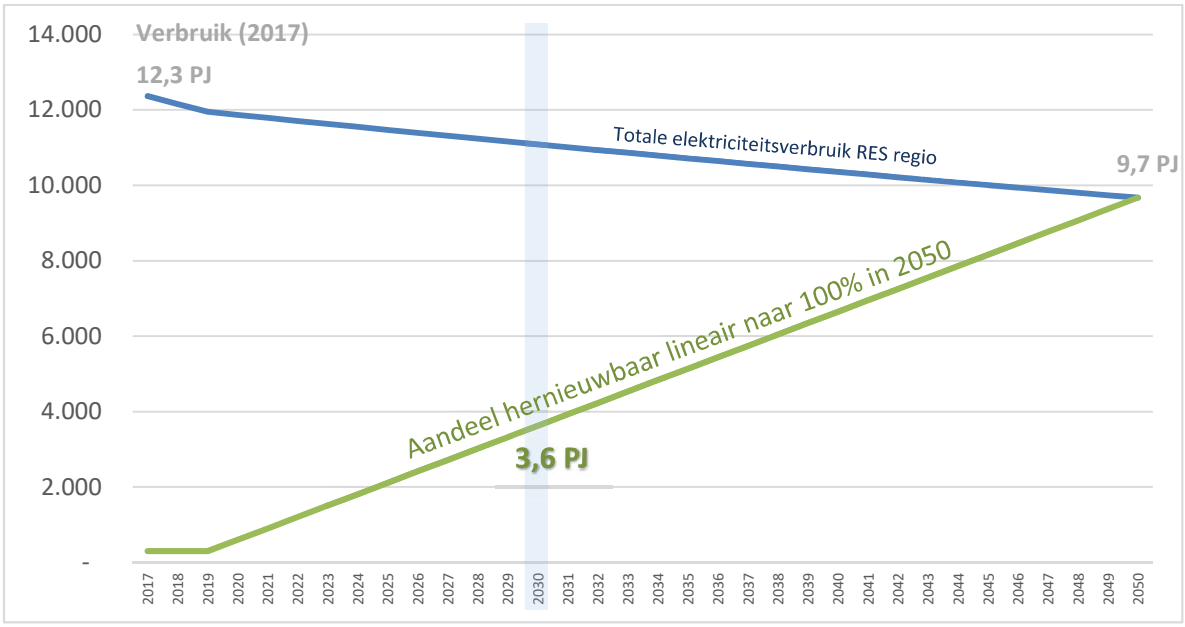
Scenario naar 100% hernieuwbaar in 2050

Rekening houdend met de autonome ontwikkelingen, het huidige verbruik (2017) en hiervoor berekende besparing als uitgangspunt nemend, is de verwachte geschatte elektriciteitsvraag in 2050 circa 9,7 PJ (zie figuur 3.5) en de geschatte warmtevraag in 2050 is circa 12,2 PJ (zie figuur 3.6). Dit is hoger dan de prognose op basis van de nationale verkenningen, maar wordt realistisch geacht en vormt daarom vanaf nu het uitgangspunt.

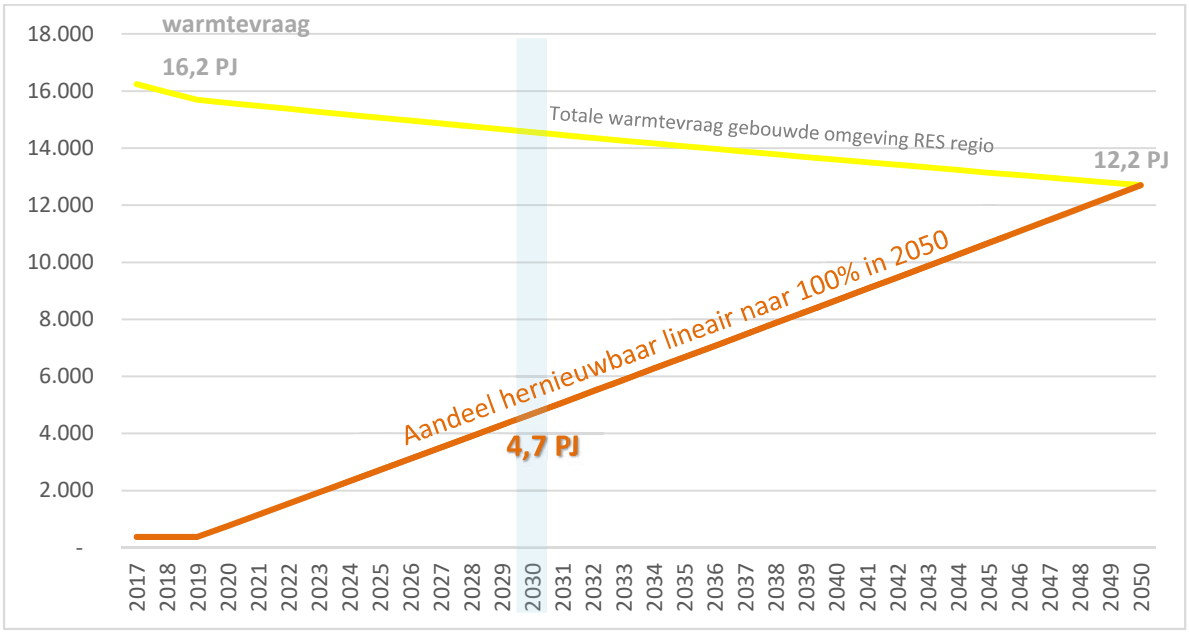
Indien we vanaf 2050 in een lineair scenario terugrekenen naar peiljaar 2017, kan een beeld worden verkregen van de stappen die moeten worden gezet om voldoende duurzame opwek te realiseren op weg naar 100% hernieuwbaar. Ook kan hieruit een doelstelling voor 2030 worden afgeleid. In Figuur 3.5 en 3.6 wordt deze lijn weergegeven. De blauwe lijn in figuur 3.5 is de lijn voor het totale elektriciteitsverbruik in de RES regio, exclusief toename als gevolg van veranderingen in elektrische mobiliteit en warmtetransitie. De gele lijn in figuur 3.6 is alleen de warmtevraag in de gebouwde omgeving.

Eerst wordt gekeken naar de besparing. In dit scenario moet in 2030 ongeveer 10% elektriciteitsbesparing (1,2 PJ) en 11% warmtebesparing (1,9 PJ) gerealiseerd worden.

Figuur 3.5 Lineair scenario naar 100% hernieuwbare elektriciteitsvoorziening in 2050 regio NOB (TJ)



Figuur 3.6 Ontwikkeling van de verwachte warmtevraag gebouwde omgeving tot 2050 (TJ)



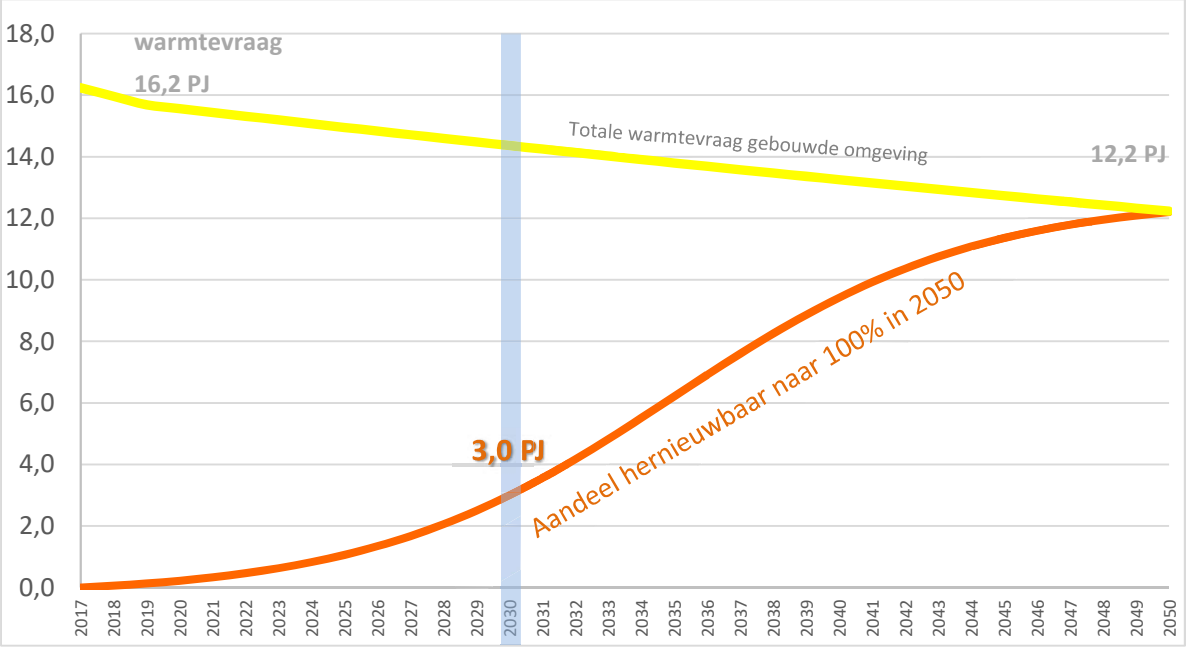
Om in 2050 100% van de elektriciteit die wordt gebruikt in de regio NOB zelf hernieuwbaar op te wekken, moet in 2030 ongeveer **3,6 PJ** aan hernieuwbare elektriciteit opgewekt worden. Op dit moment (2019) wordt circa 0,8 PJ hernieuwbaar opgewekt.

Om in 2050 de volledige warmtevraag in de gebouwde omgeving hernieuwbaar op te wekken, moet in 2030 ongeveer **4,7 PJ hernieuwbare warmte** worden gerealiseerd om op koers te liggen.

Warmtetransitie versnelling scenario

In de bovenstaande grafieken is een beeld geschetst van de toename van het aandeel hernieuwbare warmte in een lineair scenario. Dit betekent echter een substantiële 'opgave' in 2030, terwijl met name de grootschalige technieken om dit te realiseren nog volop in ontwikkeling zijn. Het is daarom realistischer dat voor de verduurzaming van de warmtevoorziening vooral na 2030 winst wordt geboekt en dus een andere scenario reëler is. Daarom is in onderstaande grafiek een versnellingsscenario geschetst.

Figuur 3.7 Ontwikkeling van de verwachte warmtevraag gebouwde omgeving tot 2050 (PJ)



Om in 2050 de volledige warmtevraag in de gebouwde omgeving hernieuwbaar op te wekken, moet in dit versnellingsscenario in 2030 jaarlijks ongeveer **3,0 PJ hernieuwbare warmte** worden gerealiseerd om op koers te liggen.

Veranderende elektriciteitsvraag als gevolg van keuzes in warmteoplossingen

In de vorige paragraaf is de verwachte toekomstige elektriciteitsvraag in 2030 en 2050 bepaald aan de hand van de huidige verbruikscijfers (2017) en een besparingsscenario over het huidige verbruik. De verwachting is echter dat de elektriciteitsvraag zal gaan groeien om verschillende redenen waaronder elektrische mobiliteit, koudevraag, maar zeker ook door een andere warmtevoorziening. Voor deze toekomstige warmtevoorziening zal gebruik worden gemaakt van verschillende bronnen. Voor de benutting van deze bronnen is in de meeste gevallen elektriciteit nodig in plaats van fossiele brandstoffen. Dit levert op RES niveau een extra elektriciteitsvraag op, die afhankelijk is van de keuzes voor warmtebronnen (zie tabel 3.3). Hoe groot de extra elektriciteitsvraag zal zijn is niet op voorhand bekend. Deze keuze wordt inzichtelijk gemaakt in de Transitievisies Warmte en uiteindelijk zal in de Wijkuitvoeringsplannen

de definitieve keuze voor een warmtebron gemaakt worden. Om een inschatting te kunnen maken van de totale extra elektriciteitsvraag, zijn enkele scenario's uitgewerkt, waarin tussen 25% en 40% van de warmtevraag geëlektrificeerd wordt. Deze scenario's sluiten aan bij landelijke prognoses voor het elektrificeren van warmte[28] en houden ook rekening met de mogelijkheden die collectieve oplossingen bieden in deze regio (zie ook 4.2). Het scenario van 40 % elektrificeren gaat uit van een bronnenstrategie waarbij 70 % van de warmtevraag wordt geleverd door warmtepompen.

In onderstaande tabel is weergegeven welke technieken voor welke elektriciteitsvraag zorgen. Hieruit blijkt al dat deze keuzes grote invloed hebben.

Tabel 3.3 Percentage elektriciteit per warmtebron[29]

Techniek	% Elektrisch
Thermische energie uit oppervlaktewater	36 %
Lage temperatuur (LT) aardwarmte	27 %
Diepe geothermie	14 %
Biomassa	17 %
Lage temperatuur (LT) restwarmte uit industrie	41 %
Hoge temperatuur (HT) restwarmte uit industrie	7 %
Warmtepomp of WKO	47 %
Biogas	0 %

Afhankelijk van de bronnenstrategie voor warmte, leidt dat tot circa 2,25 tot 4,8 PJ extra elektriciteitsvraag in 2050, waarbij de verwachting is dat dit eerder aan de bovenkant van deze bandbreedte zit. De toegenomen elektriciteitsvraag door elektrificatie van warmte is daarom ingeschat op 4,0 PJ in 2050. Dit resulteert in een extra opwekkingsdoelstelling van **1,6 PJ elektriciteit in 2030**, bij een lineair realisatie scenario.

Deze verwachte elektriciteitsvraag vanuit warmte wordt in de RES opgeteld bij de totale elektriciteitsvraag van de regio. Zo kan er met deze prognose rekening worden gehouden in de keuzes voor grootschalige duurzame opwek van elektriciteit. De verwachte elektrificatie van de warmtevraag wordt echter niet van het totale toekomstige warmteverbruik in 2050 afgetrokken. De reden hiervoor is dat we de totale warmtevraag inzichtelijk willen houden, om te kunnen monitoren of de prognose voor de elektrificatie van de warmtevraag realistisch is.

3.4 Samenvatting elektriciteitsvraag

In de vorige paragrafen is een verwachting van de toekomstige elektriciteits- en warmtevraag in de regio Noordoost Brabant geschetst in een drietal stappen:

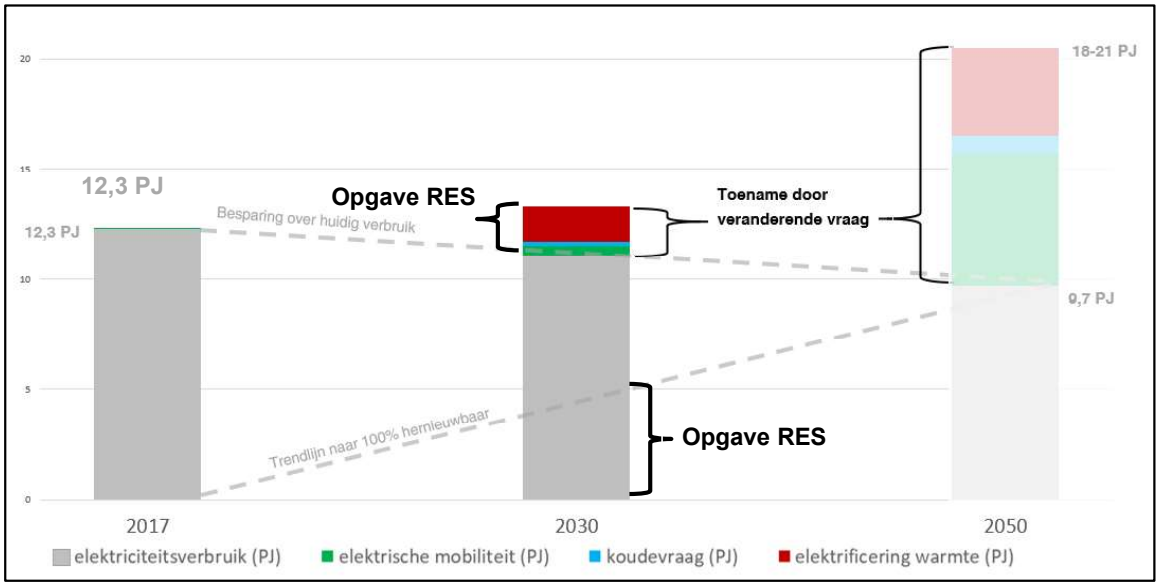
1. Wat is het huidige verbruik?
2. Wat kan worden bespaard op dat huidige verbruik?
3. Welke toename in de vraag wordt verwacht in de periode tot 2030 (en 2050)?

[28] CE Delft, een klimaatneutrale warmtevoorziening voor de gebouwde omgeving – update 2016
[29] Tabel gebaseerd op gegevens en expert judgement Greenvis

De warmtevraag is daarmee voldoende in beeld. De elektriciteitsvraag verandert echter sterk, waardoor deze opgave ingewikkelder is. In onderstaande figuur is dit samengevat:

- De **grijze kolom** is het huidige elektriciteitsverbruik. Dat neemt af als gevolg van besparing op dit verbruik;
- De **groene kolom** is de elektriciteitsvraag als gevolg van elektrische mobiliteit. Tot 2030 stijgt dit relatief beperkt, na 2030 is dit onzeker en sterk afhankelijk van technologische keuzes en ontwikkelingen, maar in een scenario met veel elektrische mobiliteit kan dit aandeel in 2050 stijgen tot maximaal circa 6 PJ.
- De **blauwe kolom** is de koudevraag. Die is nu verwaarloosbaar, maar zal in 2030 toenemen tot circa 0,2 PJ. Indien ook oude, slechter geïsoleerde woningen worden voorzien van airco installaties, zal dit de ondergrens zijn. Indien dit scenario doorgetrokken wordt naar 2050 is de verwachting dat dit een extra elektriciteitsvraag van circa 0,8 PJ in 2050 creëert.
- De **rode kolom** is de elektriciteitsvraag als gevolg van de elektrificering van warmte. Die stijgt beperkt naar 1,6 PJ in 2030, maar zal afhankelijk van de keuzes in de warmtetransitieplannen verder toenemen naar circa 4 PJ in 2050.

Figuur 3.8 Samenvatting verwachte elektriciteitsvraag



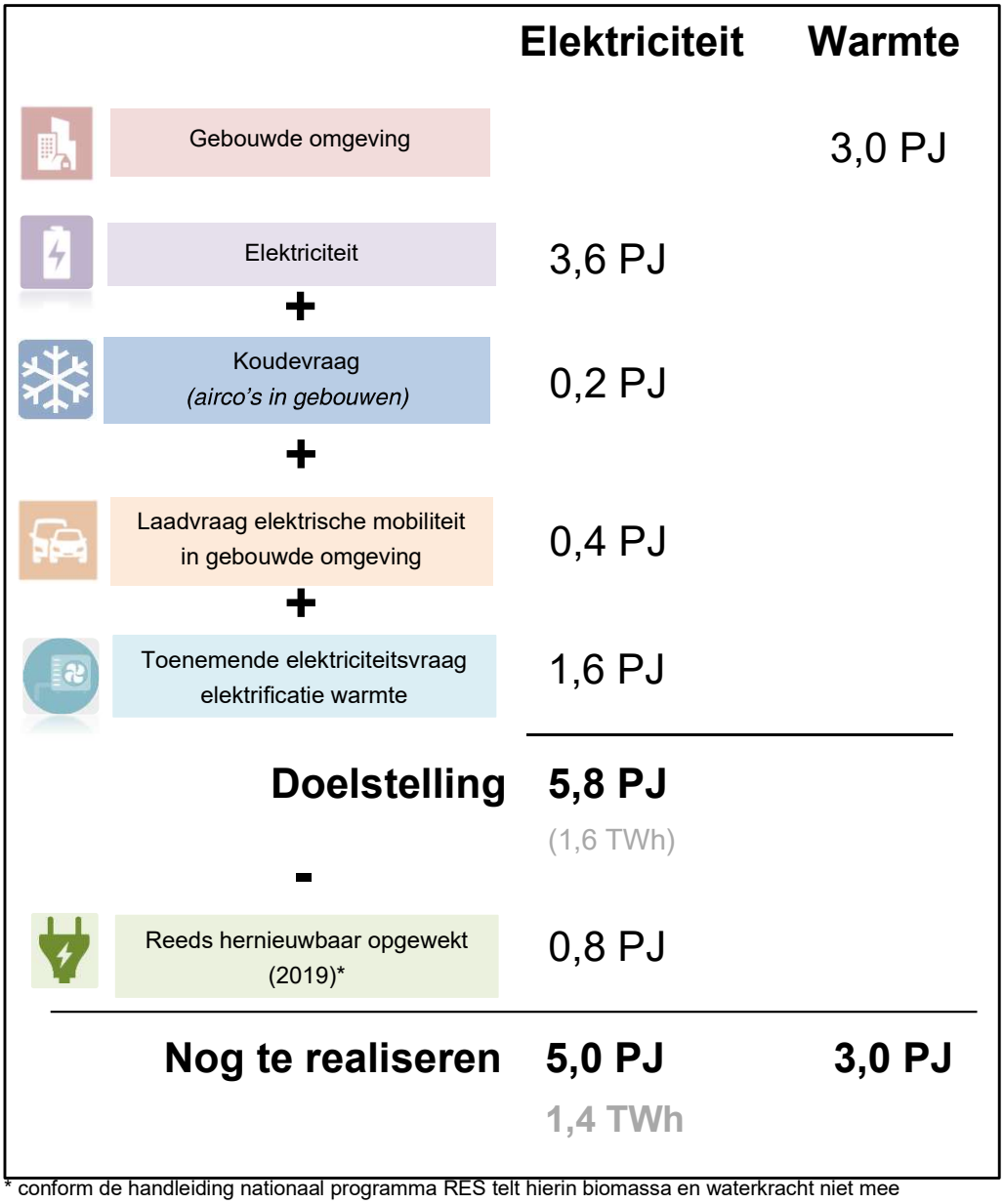
Voor 2030 kan op basis hiervan een goede schatting gemaakt worden van de vraag en de opgave. De totale elektriciteitsvraag in de regio NOB in 2050 is echter minder eenvoudig te voorspellen en afhankelijk van vele keuzes die nog gemaakt moeten worden. Afhankelijk van deze keuzes en ontwikkelingen schatten we in dat de elektriciteitsvraag in 2050 tussen de 18 en 21 PJ zal zijn in de regio NOB.

3.5 Opgave RES regio

In de onderstaande figuur is weergegeven welke opgave er ligt voor de RES regio NOB, uitgaande van het doel om uiteindelijk in 2050 het eigen elektriciteitsverbruik en de warmtevraag in de gebouwde omgeving vrijwel volledig hernieuwbaar op te wekken. Hierbij is

rekening gehouden met een veranderende elektriciteitsvraag als gevolg van elektrische mobiliteit, toename van het aantal airco's en de vraag als gevolg van warmteoplossingen die elektriciteit vragen. Voor warmte is uitgegaan van het 'versnellingsscenario'. Hierbij is de elektriciteitsvraag ook in TWh uitgedrukt, aangezien dit landelijk de standaard is in de RES.

Figuur 3.9 Doelstelling en opgave in 2030 op weg naar 100% hernieuwbaar in 2050



* conform de handleiding nationaal programma RES telt hierin biomassa en waterkracht niet mee

Regio NOB in relatie tot de landelijke cijfers: naar een doelstelling

In verhouding tot de landelijke doelstelling (35 TWh) op land in 2030 zou de RES regio NOB met een hernieuwbare opwek van in totaal 1,6 TWh in 2030 een bijdrage leveren van 4,5% aan de landelijke doelstellingen. Dit is redelijk in lijn met het aantal inwoners in de regio (ongeveer 3,6% van de Nederlandse bevolking woont in Noordoost Brabant), redelijk in lijn met het grondoppervlak (ongeveer 3,9% van het landoppervlak van Nederland) en ook wanneer wordt

gekeken naar een evenredige verdeling over de RES regio's (er zijn 30 regio's) is 1,6 TWh een getal dat in ieder geval niet ver boven of onder de lijn de verwachting en mogelijkheden van de regio ligt.

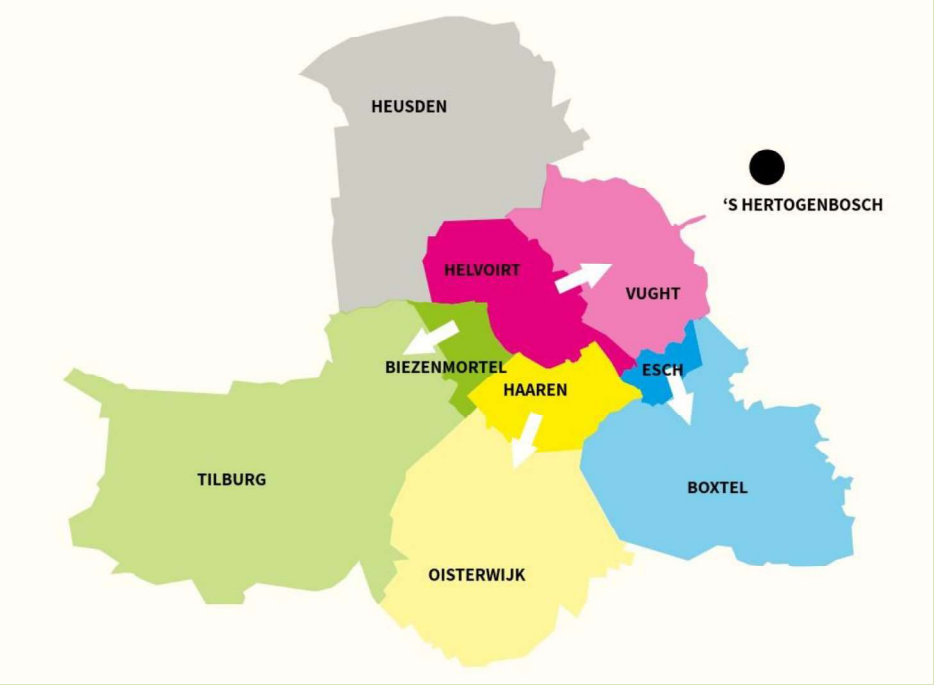
Een mogelijke doelstelling voor opwek van hernieuwbare warmte en elektriciteit in de regio, gebaseerd op het eigen energieverbruik, kan daarmee zijn:

- 5,8 PJ (1,6 TWh) elektriciteit hernieuwbaar opwekken in 2030. Na aftrek van het aandeel reeds opgewekt (0,8 PJ) resteert nog een opgave van 5 PJ of 1,4 TWh.
- 3,0 PJ warmte hernieuwbaar opwekken in 2030

Kader 3.4 Herindeling Haaren

De gemeente Haaren (onderdeel van de RES regio NOB) is per 1 januari 2021 opgeheven waardoor de dorpen Haaren, Helvoirt, Esch en Biezenmortel ieder onderdeel uitmaken van een andere buurgemeente. Op 5 juli 2018 besloot de gemeenteraad van Haaren dat Biezenmortel bij Tilburg komt, Esch bij Boxtel, Haaren bij Oisterwijk en Helvoirt bij Vught. Dit heeft gevolgen voor het energieverbruik en de opwekpotentie van de RES regio NOB. Een deel van de gemeente Haaren valt na de herindeling buiten de RES regio en de gemeentegrenzen van Boxtel en Vught zullen deels veranderen. In onderstaande figuur zijn de gemeentegrenzen na herindeling weergegeven zoals deze zijn opgenomen in het herindelingsadvies.

Figuur 3.4 – Herindeling gemeentegrenzen.



De cijfers voor energieverbruik en opwekpotentie in dit RES document zijn opgesteld op basis van de gemeente indeling zoals die was ten tijde van het opstellen van de concept RES (februari 2020). Als gevolg van de herindeling zullen deze veranderen, maar in welke mate dit precies gebeurt is pas te zeggen zodra er officiële data beschikbaar komt over verbruik, etc. Er kan nu al wel een inschatting gemaakt worden. Hieronder is dat gedaan door het verbruik, de potentie en de opgave van de gemeente Haaren te verdelen over de gebieden die bij de gemeente Boxtel en Vught gevoegd worden. Deze allocatie is zowel naar rato van de afgesproken verdeling (13% naar Boxtel, 39% naar Vught) van het grondoppervlak gedaan.

Het huidige verbruik voor de gemeente Haaren is 1.150 TJ. Op basis van oppervlakte verdeling zal hiervan circa 108 TJ in de gemeente Boxtel terechtkomen en 519 TJ in de gemeente Vught. De opgave voor de RES regio neemt daarmee in totaliteit af met circa 523 TJ.

Voor de opwek potentie van duurzame energie is ook een afname te verwachten. Er is minder grondgebied beschikbaar waarop iets kan worden opgewekt. De verwachting is dat er circa 46 TJ minder zon op dak en 59 TJ minder windenergie potentie zal zijn. Voor wat betreft warmte is dit lastiger te voorspellen, aangezien de nog te kiezen warmteoplossing voor woningen veel bepalender zal zijn.

4 OPWEKPOTENTIE BRONNEN IN NOB

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk gaan we in op de mogelijkheden voor duurzame opwek in de regio NOB. Hierbij kijken we vanuit een technisch en economisch perspectief naar de kansen die er bestaan. Dit is opgedeeld in de kansen voor warmte en voor elektriciteitsopwekking. In enkele gevallen is hier natuurlijk enige overlap, aangezien bijvoorbeeld biomassa of biogas gebruikt kan worden voor warmteopwekking, maar ook verbrand kan worden in een WKK installatie om elektriciteit te produceren (en warmte). Zoals in het Klimaatakkoord is aangegeven is het streven van partijen om duurzame biomassa in te zetten voor hoogwaardige toepassingen in de economische sectoren waar weinig alternatieven zijn, bijvoorbeeld als grondstof in de industrie en als brandstof in zware voertuigen en de lucht- en scheepvaart[30]. Dit is echter wel in tegenspraak met de huidige praktijk. Daarom is ervoor gekozen om biomassa in dit rapport als transitiebrandstof te benoemen en niet als bron voor elektriciteit te verkennen.

4.2 Warmte

4.2.1 Distributiemogelijkheden

Een warmtenet is een interessante infrastructurele toepassing voor het leveren van duurzame warmte, omdat verschillende soorten bronnen op een centraal punt warmte kunnen leveren aan een warmtenet. De warmte wordt met water door een buizensysteem geleverd aan woningen en gebouwen. Van echte grootschalige warmtenetten in Noordoost Brabant is nog geen sprake, wel zijn er enkele kleinere private warmtenetten bij utiliteits- en hoogbouw.

Waar collectieve warmteoplossingen gekozen kunnen worden en waar individuele oplossingen meer aan de orde zijn is afhankelijk van de dichtheid van de warmtevraag. Als woningen dicht genoeg bij elkaar liggen is een collectieve oplossing mogelijk. Ook het gevraagde temperatuurniveau is hierin van belang: is HT/MT warmte nodig of kan volstaan worden met LT of ZLT warmte? De gevraagde temperatuur hangt samen met de karakteristieken van de panden en in hoeverre die te isoleren zijn. Onderstaande Figuur 5.2 geeft de gebieden aan, waarin het mogelijk is om collectieve oplossingen toe te passen.

HT/MT warmtenetten

In oranje zijn die gebieden weergegeven, die een voldoende hoge bebouwingsgraad hebben voor een collectief warmtenet en geschikt zijn voor midden of hoge temperatuur. Dit zijn clusters met een Woningequivalent > 2000. Een woningequivalent (WEQ) is de hoeveelheid energie die jaarlijks nodig is om een gemiddeld huis in Nederland te verwarmen (27 GJ / jaar). Gebouwen ouder dan bouwjaar 1960 zijn in het algemeen onvoldoende te isoleren om LT warmte te kunnen gebruiken.

LT en ZLT warmtenetten

In groen zijn de gebieden weergegeven, die een voldoende hoge bebouwingsgraad hebben voor een collectief warmtenet en waarbij de gebouwen voldoende te isoleren zijn om LT warmte te kunnen gebruiken. Gebouwen nieuwer dan bouwjaar 1960 zijn in het algemeen voldoende te isoleren om LT warmte te kunnen gebruiken. Elk bouwcluster van woningequivalenten is

[30] Klimaatakkoord, D2 Biomassa.

geschikt voor collectieve levering van LT warmte vanuit TEO. Om LT en ZLT-warmtenetten rendabel te kunnen exploiteren is de afstand tussen bron en distributienet maximaal 500 tot 1000 meter (afhankelijk van de brontemperatuur).

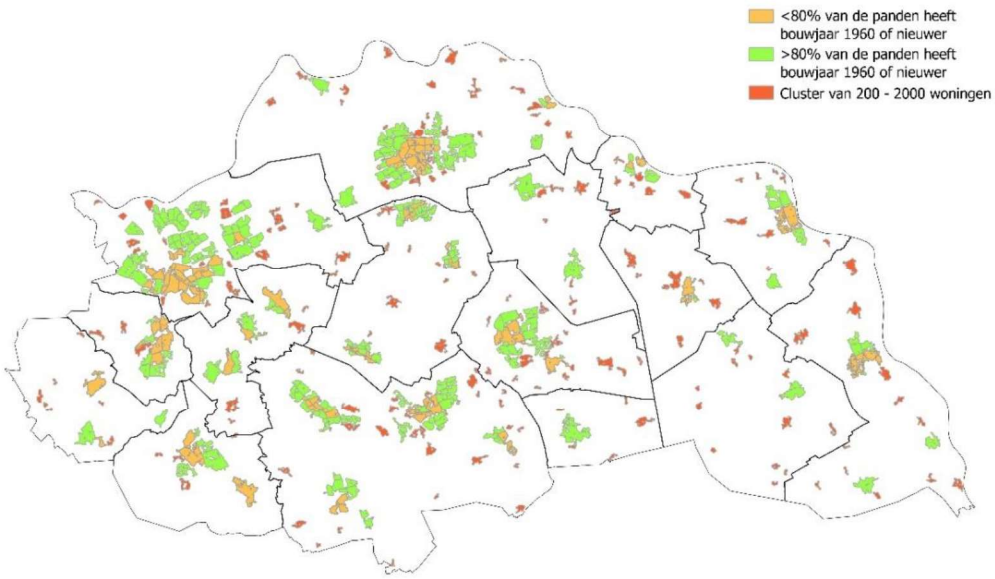
Lokale clusters

In rood zijn de gebieden weergegeven, die een voldoende hoge bebouwingsgraad hebben voor belevering door een collectief WKO-systeem, HT- LT restwarmte of biomassa. Elk bouwcluster van minimaal tussen de 200 en 2000 woningequivalenten is hiervoor geschikt. De leeftijd van deze bebouwing en daarmee het gevraagde temperatuurniveau is hier niet weergegeven, omdat in deze kleinere kernen geen homogene bebouwing is (in tegenstelling tot de meer eenvormige stadswijken).

Individuele oplossingen

Voor alle overige (witte) gebieden zijn individuele oplossingen aan de orde. Mogelijke individuele oplossingen zijn: biomassa in pelletkachels, individueel all-electric of grondgebonden warmtepompen. Individuele oplossingen beschouwen wij binnen de clusters voor collectieve oplossingen als “sluitpost”. Dat wil zeggen: wanneer alle beschikbare bronnen aan de energiemix zijn toegevoegd, zullen de overige woningen met een individuele oplossing worden voorzien. Minimaal 14 % (de omvang van de witte gebieden) van de totale warmtevraag zal individueel ingevuld moeten worden, omdat er geen collectieve clusters mogelijk zijn. Dit percentage varieert uiteraard per gemeente.

Figuur 4.1 Mogelijke distributieclusters warmte



4.2.2 Potentiële bronnen voor de regio NOB

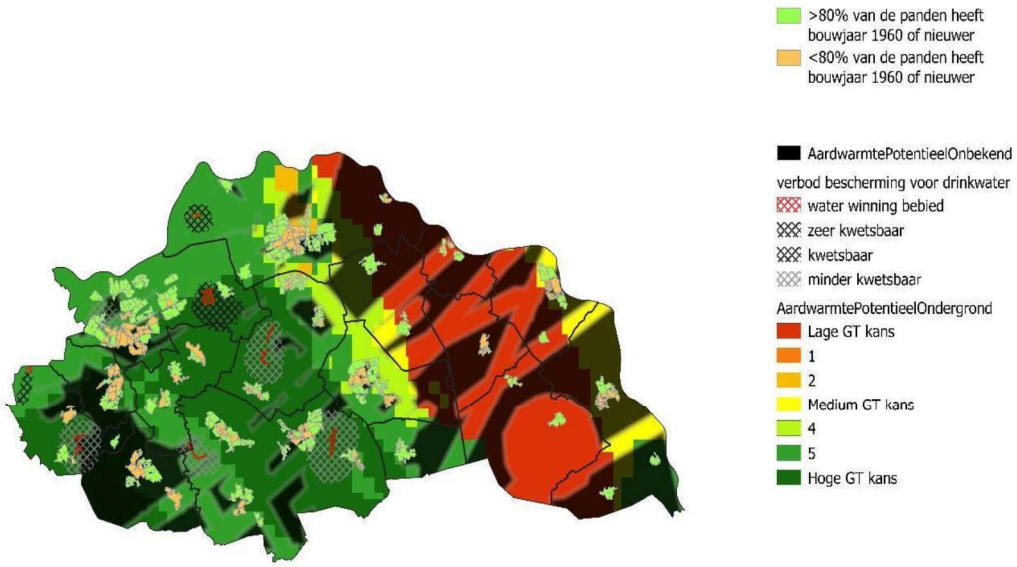
Collectieve oplossingen kunnen alleen benut worden als er warmte geleverd kan worden op het juiste temperatuurniveau. In deze paragraaf wordt de potentie van de bronnen in de regio beschreven en gematcht aan de mogelijkheden voor distributie.

Geothermie

Geothermie is duurzame warmte uit de ondergrond voor de verwarming van gebouwen, kassen en industrie. Geothermie wordt vanaf 500 m diepte gewonnen: de temperatuur loopt op met de diepte. Er wordt onderscheid gemaakt tussen drie typen: ondiepe geothermie (tussen de 500 – 1500 meter), diepe geothermie (1500-4000 meter in de bodem) en ultradiepe geothermie (4000-6000m). Diepe geothermie kan Middentemperatuur (MT) tot hoge temperatuur (HT)-warmte leveren, wat in een warmtenet ingevoed kan worden. De ondiepe geothermie levert lage temperatuur aardwarmte (LTA) die in een Lage temperatuur (LT)-warmtenet gebruikt kan worden.

De aanwezigheid van geothermie in de ondergrond is vastgelegd in het ThermoGIS-register van TNO.Energiebeheer Nederland heeft speciaal voor de RESsen een regionale studie van alle beschikbare data gemaakt: WARM (Waarde van Aardwarmte en Regionale Mogelijkheden). De resultaten van de ondergrond uit het WARM- onderzoek zijn als basis genomen voor dit rapport. Het regiorapport Noordoost Brabant laat zien waar de ondergrond tot 4000 meter geschikt is voor de winning van aardwarmte. Dit heet de ´slaagkans´. Deze slaagkans is berekend voor verschillende aardlagen in de bodem. De slaagkans wordt bepaald door drie factoren, namelijk de dikte en permeabiliteit (doorlatendheid) van de laag en de temperatuur in de laag. Als al deze drie factoren voor een laag positief zijn, wordt de kans op geothermie hoog geacht. Dat is hieronder weergegeven met de kleur donkergroen. Als alle drie factoren negatief zijn (of er is geen data beschikbaar) dan is de kans op geothermie zeer klein en is de kleur rood. Voor een groot deel van Nederland, waaronder de regio NOB is de beschikbare data onvolledig. In onderstaande figuur wordt dit weergegeven in zwart. Onderstaande figuren tonen voor de regio NOB het potentieel in de ondergrond voor geothermie[31] (groen), en het afzetgebied waar geothermie rendabel ingezet kan worden. Als uit het SCAN onderzoek blijkt dat in de omgeving van deze clusters geothermie aangeboord kan worden is transport van deze warmte tot 5 km vanaf de bron mogelijk.

Figuur 4.2 Potentieel Aardwarmte en geothermie



[31] Thermogis, TNO

Over de lagen met potentieel zijn de clusters geprojecteerd met een voldoende hoge warmtevraagdichtheid. Voor diepe geothermie is MT / HT warmte beschikbaar, wat inzetbaar is in de huizen die minder goed geïsoleerd kunnen worden (bouwjaar van voor 1960, oranje). Voor lage temperatuur aardwarmte (LTA) komen huizen met bouwjaar na 1960 in aanmerking (groen).

In 2019 is het ministerie van Economische Zaken en Klimaat een nationaal onderzoek gestart, om de beschikbare data te verrijken en vast te stellen waar de ondergrond in Nederland mogelijk geschikt is voor aardwarmtewinning. Deze Seismische Campagne Aardwarmte Nederland (SCAN) is gestart in 2019 en de eerste resultaten voor de regio NOB zullen op zijn vroegst in 2022 beschikbaar komen en worden opgenomen in het warmtebronnenregister van de provincie Noord-Brabant.

De data uit deze studies kunnen gebruikt worden om bijvoorbeeld kaarten te maken met lagen die potentieel geschikt zijn voor geothermie en bijbehorende diepte/temperatuur en dikte. Aanvullend onderzoek zal moeten uitwijzen of de warmte ook daadwerkelijk economisch winbaar is. Als uit onderzoek blijkt dat in de omgeving van deze clusters geothermie aangeboord kan worden, is transport van deze warmte tot 5 km vanaf de bron mogelijk.

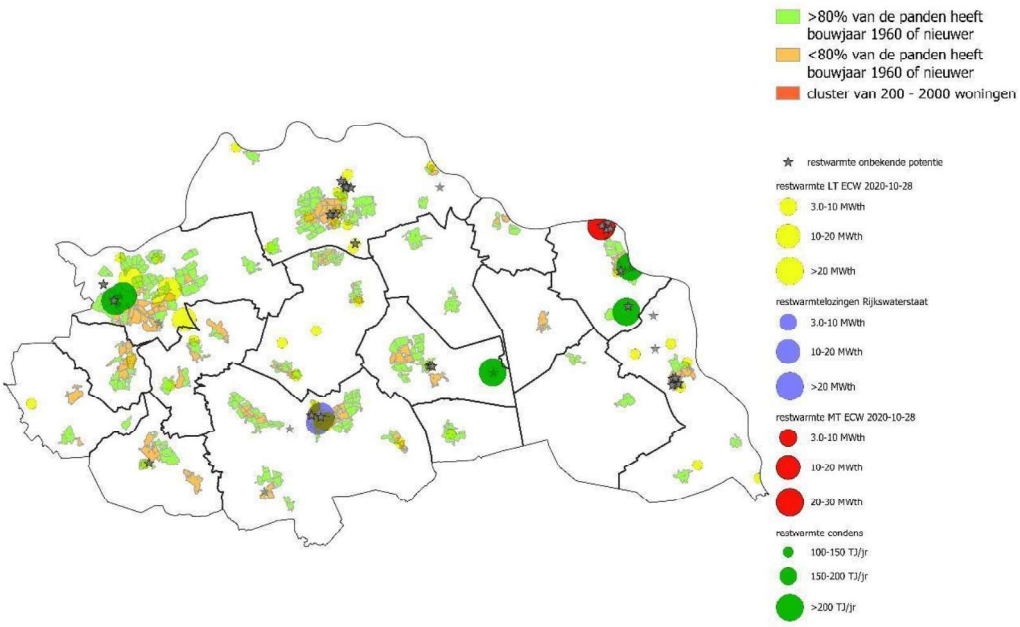
Restwarmte uit de industrie (LT en HT)

Met restwarmte kan een warmtenet gevoed worden. Bronnen voor HT restwarmte zijn industriële restwarmte. Voor LT restwarmte zijn de volgende bronnen meegenomen: condenswarmte (warmte uit koeling van bijvoorbeeld supermarkten), datacenters, warmtelozingen door bedrijven en industriële restwarmte. Ook RWZI's zijn in dit kaartje en de potentieelberekening meegenomen. De provincie Noord-Brabant[32] heeft onderzoeken en enquêtes uitgevoerd, om bij bedrijven het potentieel in kaart te brengen. Deze gegevens zijn gecombineerd met landelijks data in het Warmtebronnenregister van de provincie.
Deze data geeft een eerste indicatie maar behoeft verfijning in de Transitievisies Warmte van de gemeenten, om aanbod en vraag goed te kunnen koppelen en wat er voor nodig is om afspraken te maken over levering.

Onderstaande figuur geeft de ingeschatte potentie en de locatie weer van restwarmte op HT en LT. Voor LT zijn alleen puntbronnen opgenomen met een vermogen boven 3 MW/ 100 Tj / jaar. Ter indicatie; dat is voldoende voor levering aan 2000 a 3000 woningen. In het overzicht van het potentieel in H3.1. zijn de kleinere bronnen wel meegeteld. De locatie van deze bronnen is te vinden in het Warmtebronnenregister van de provincie Noord-Brabant.

[32] https://noord-brabant.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=10292284d5024bea9e3e9e594d110eb3

Figuur 4.3 Restwarmtebronnen HT en LT



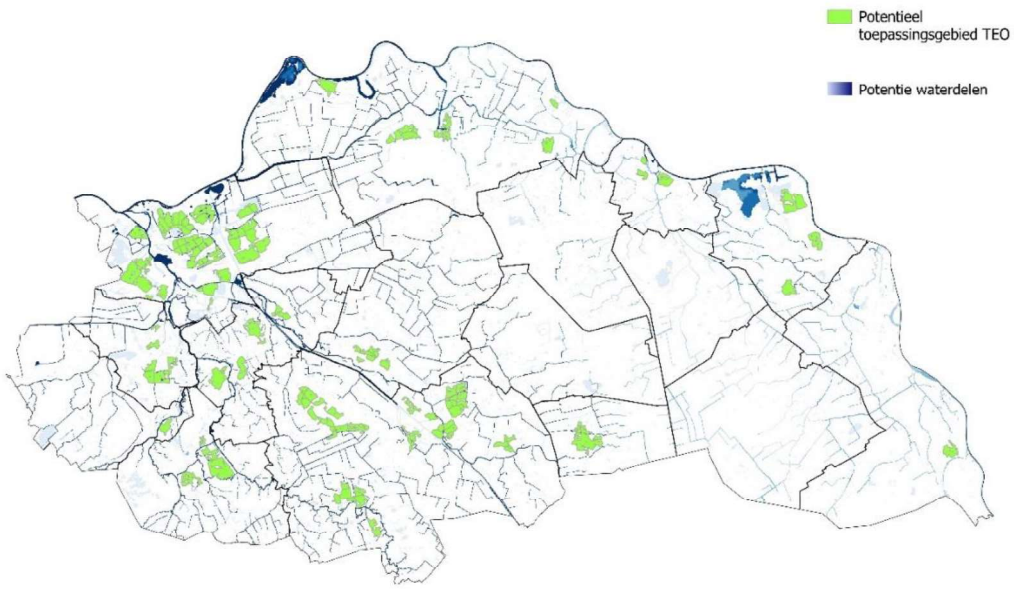
Aquathermie

De bron van aquathermie is water: thermische energie uit oppervlaktewater (TEO), afvalwater (TEA) of drinkwater (TED). De grootste bron van aquathermie is energie uit oppervlaktewater (TEO). Oppervlaktewater heeft een zeer lage temperatuur en kan ingezet worden in clusters woningen in voldoende dichtheid in een LT warmtenet. Hiertoe wordt een warmtepomp ingezet om de temperatuur te verhogen tot de gewenste waarde. Benutting van warmte uit oppervlaktewater en drinkwater gaat in principe altijd gepaard met een buffer of een bodemenergiesysteem (WKO: warmte-koude opslag). In de zomermaanden wordt de warmte aan het water onttrokken via een warmtewisselaar en opgeslagen met een temperatuur van circa 18 °C in de ondergrond (bij WKO) of in de buffer. In de wintermaanden wordt de warmte benut.

IF-Technology heeft ten behoeve van het provinciaal warmtebronnenregister onderzoek gedaan naar de beschikbaarheid van thermische energie uit oppervlaktewater. Onderstaande figuur geeft de theoretische potentie weer van TEO. Ook is het mogelijke afzetgebied geprojecteerd: alle gebouwclusters met voldoende warmtevraagdichtheid én geschiktheid voor lage temperatuur in de toekomst (wijken na 1960). Daarnaast is op landelijk niveau door STOWA (i.s.m. Deltares en Syntraal) een aquathermieviewer gepubliceerd. De viewer brengt de potenties van warmte uit oppervlaktewater (TEO) en afvalwater (TEA) op regionaal en lokaal niveau gedetailleerd in beeld en maakt het mogelijk een bepaald gebied te selecteren en geeft de beschikbare potentie in cijfers weer. Er wordt een TED-viewer verwacht die toegevoegd zal worden als extra laag aan deze aquathermieviewer. Voor specifieke informatie over de maatschappelijke potentie – die lager ligt dan de technische potentie – van een bepaalde bron kan contact opgenomen worden met de betreffende waterbeheerder.

In de regio NOB zijn nu 4 gerealiseerde TEO projecten en 1 TEA project.[33] Er loopt een aantal verkenningen naar concrete toepassingsmogelijkheden van aquathermie. Een mooi voorbeeld is de wijk 't Zand van de gemeente 's-Hertogenbosch, welke is aangewezen als proeftuin in het kader van het landelijke Programma Aardgasvrije Wijken.

Figuur 4.4 Potentieel voor TEO



Warmte uit (gezuiverd) afvalwater (TEA) wordt onttrokken bij de hoofdriolering, het rioolgemaal of bij de rioolwaterzuiveringsinstallatie (rwzi). De warmte uit rwzi's is al meegenomen in berekeningen van restwarmte van de industrie (figuur 2.2.) In vergelijking met oppervlaktewater kan vanuit het afvalwater gedurende een langere periode van het jaar, soms het gehele jaar, warmte afgenomen worden. Vanwege de mogelijke belemmering op de biologische zuivering van het afvalwater wordt waar mogelijk de voorkeur gegeven aan de benutting van het gezuiverde afvalwater (effluent genaamd)water boven rioolwater en wordt bij onttrekking van warmte uit riolering (afvalwater) een combinatie met een WKO of buffer aangeraden. Opslag verhoogt het potentieel, de bedrijfszekerheid en mogelijk het rendement van het systeem.

Warmte uit drinkwater (TED) wordt onttrokken bij de productie-installaties of uit het distributienet voor ruw- en gezuiverd drinkwater. Daar is het debiet voldoende groot, aangezien het bij TED gaat om zeer geringe temperatuur verschillen. De potentie hiervan is regionaal klein, maar kan lokaal het onderzoeken waard zijn. Daarnaast is het technisch mogelijk om delen van het distributienet in te zetten als distributieleiding voor warmte. Bij het inzetten van drinkwater als energiebron komen zeer veel aspecten kijken, zoals de leveringszekerheid en het voorkómen van leveringsonderbrekingen. Dat betekent dat een initiatief voor TED afhankelijk kan zijn van een natuurlijk moment voor aanpassingen in het leidingtracé.

[33] www.aquathermie.nl

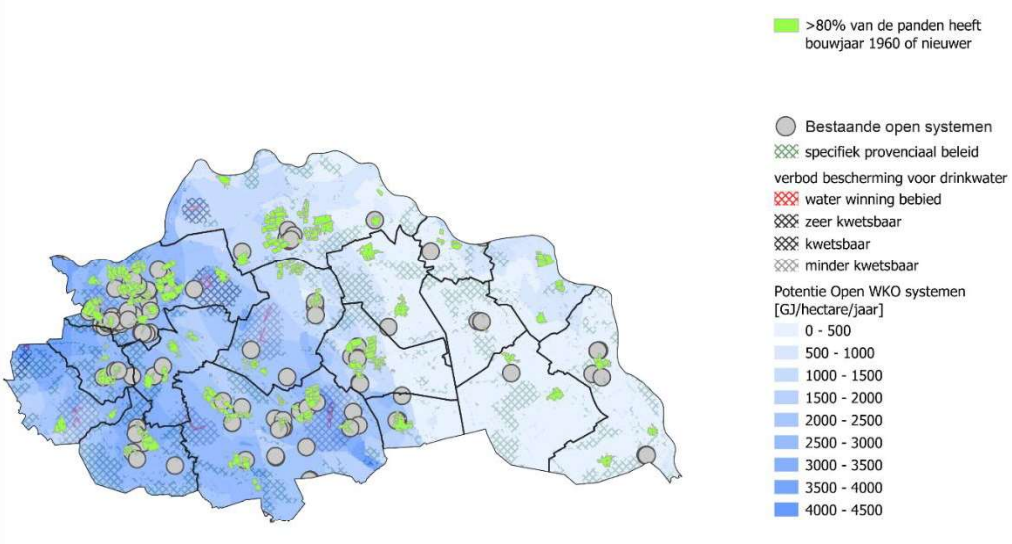
Bodemenergie (tbv WKO-systemen)

Bodemenergie is de toepassing van warmte en koude die in de ondergrond zijn opgeslagen op een diepte van minder dan 500 meter. Een warmtepomp kan de warmte uit de bodem opwaarderen tot een voor gebouwen bruikbaar niveau. Voor individuele gebouwen kan dat met een zogenoemde bodemlus; voor grote gebouwen of clusters van gebouwen kan dit met een warmtekoudeopslag (WKO)-systeem. De warmte die in de winter gebruikt wordt, moet in de zomer weer worden aangevuld. Dit kan bijvoorbeeld door gebouwen in de zomer te koelen, of door aquathermie te gebruiken.

De potentie voor WKO is ingeschat met behulp van het warmtebronnenregister van de provincie. In onderstaande figuur is deze potentie weergegeven; hoe blauwer de kleur, hoe meer potentieel er in de ondergrond aanwezig is. Er is een aantal boringsvrije zones ingesteld voor bescherming van het drinkwater, hier kan het potentieel voor WKO niet benut worden. De provincie bereidt op dit moment Omgevingsbeleid voor om het grondwater ook buiten de drinkwaterwinningsgebieden te beschermen. De verwachting is, dat dit beleid effectief zal worden in 2021.

Het mogelijke afzetgebied voor WKO zijn die gebouwclusters met voldoende warmtevraagdichtheid en gebouwen die in voldoende mate te isoleren zijn. Deze zijn weergegeven in rood en groen. Na uitsluiting van boringsvrije zones is de potentie op een paar gebieden na overal voldoende om de bovenliggende gebouwclusters te voeden.

Figuur 4.5 Potentieel voor bodemenergie d.m.v. WKO en huidige WKO-systemen



Biomassa

Uit biomassa kan energie gemaakt worden door verbranding van droge biomassa en vergisting van natte biomassa.

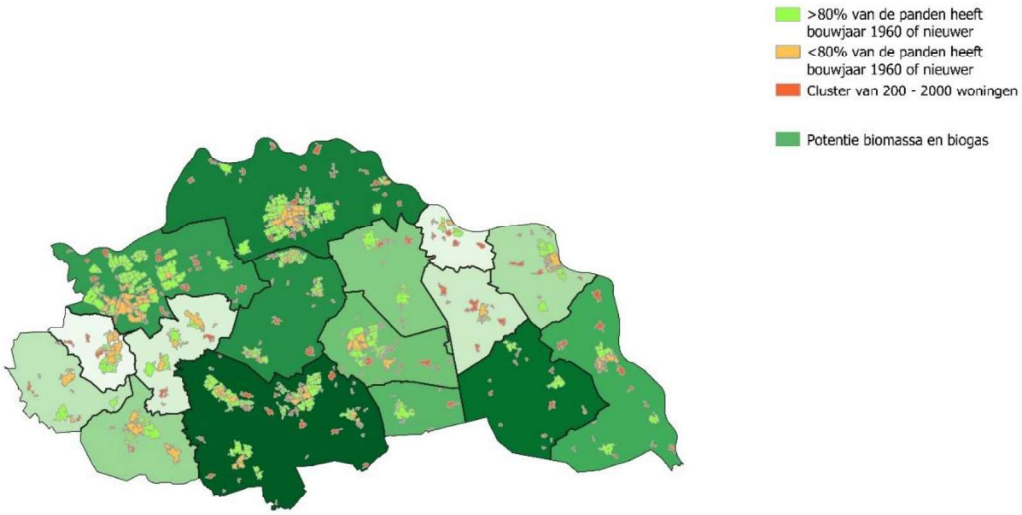
Droge biomassa
Droge biomassa wordt verbrand waarbij elektriciteit en warmte ontstaat. Dit kan grootschalig collectief door verbranding van houtachtige biomassa in biomassacentrales. Het is ook een optie om vaste biomassa voor een individueel huishouden te kiezen als vervanging voor aardgas (pelletkachel). Diverse biomassastromen zijn beschikbaar voor verbranding: reststromen uit de houtindustrie, snoeihout uit beheer en onderhoud, afval van huishoudens en snoeihout uit de tuinbouw.

Natte biomassa
Biogas afkomstig van natte biomassa uit vergisters kan via een WKK worden omgezet in warmte en elektriciteit. In de toekomst kan het opgewerkt worden tot aardgaskwaliteit, waarna het eventueel ingevoed kan worden in het aardgasnetwerk. Biomassastromen die geschikt zijn voor vergisting zijn reststromen uit de akkerbouw (stro en loof), (berm)gras dat vrijkomt uit beheer en onderhoud, huishoudelijk afval (gft), mest uit de landbouw en rioolslib uit RWZI's.

Royal Haskoning DHV heeft een studie voor het provinciaal warmtebronnenregister gedaan naar de beschikbaarheid van deze stromen en het potentieel van vergisting en verbranding van biomassa. Zij komen tot de conclusie dat verbranding van droge biomassa waarschijnlijk geen mogelijkheden biedt aangezien er een tekort aan (regionaal) hout is. Het beschikbare potentieel voor vergisting zit volgens hen in de regio NOB vooral in mest, GFT (wat tot nu toe gecomposteerd wordt) en in het benutten van (berm)gras.

In onderstaand figuur is de regionaal beschikbare biomassa per gemeente weergegeven. Voor groen gas is de locatie van de bron van de biomassa minder relevant aangezien het o.a. door een aardgasleiding getransporteerd kan worden.

Figuur 4.6 Biomassa en biogas potentie



Zonthermie collectief
Met zonnecollectoren op daken of velden kan warmte worden opgewekt om collectieve systemen te voeden. Warmtebuffering op grote schaal voor seizoensopslag is hierbij een

essentiële component, aangezien de warmtebehoefte in de winter het grootst is. Ecovat of PIT-storage zijn voorbeelden van dergelijke buffersystemen. In onderstaande kaart is uitgegaan van alle beschikbare, niet bebouwde oppervlak op een afstand tussen bron en vraag van maximaal 200 meter. In figuur 3.7 die de totale potentie weergeeft, is gerekend met een bruikbaar oppervlak van 4% van de landbouwgronden[34].

Individuele oplossingen

Als er geen grootschalig collectieve oplossingen beschikbaar zijn, is een individuele oplossing aan de orde. Al beschreven zijn de pelletkachel met droge biomassa als bron en de individuele bodemlus met aardwarmte als bron. Een aantal van de overige oplossingen maakt gebruik van warmte uit bronnen die overal beschikbaar zijn (bijvoorbeeld lucht en zon) en die dus ook overal toegepast kunnen worden, mits de woningen in voldoende mate geïsoleerd zijn.

Luchtwarmte

Een elektrische warmtepomp waardeert de warmte van een bron (buitenlucht of bodem) op naar een bruikbare temperatuur voor verwarming en warm tapwater. De warmtepomp is momenteel de meest efficiënte individuele all electric oplossing. De hybride warmtepomp combineert een luchtwarmtepomp met een cv-ketel op (duurzaam) gas. Als de luchttemperatuur niet te laag is, wekt de warmtepomp efficiënt de benodigde warmte op uit elektriciteit. Als het koud is of er is warm tapwater nodig, dan springt de gasketel bij. Deze warmtepomp kan dienen als tussenoplossing richting aardgasvrij of als eindoplossing als een duurzaam gas wordt gebruikt, zoals groengas.

Infraroodpanelen

Infraroodpanelen (IR-panelen) zijn een vorm van directe elektrische verwarming. Bij gebruik als hoofdverwarming is het elektriciteitsverbruik ongeveer tweemaal zo hoog als bij een elektrische warmtepomp.[35]

Zonthermie individueel

Het verwarmen met zonnewarmte kan ook individueel. Hierbij wordt warmte gewonnen uit zonnecollectoren of PVT-panelen (combinatie zonnepaneel en -collector). Individuele PVT systemen kennen geen seizoensopslag. Zonnewarmte kan gebruikt worden als voorziening van ruimteverwarming en warm tapwater, in combinatie met een warmtepomp.[36]

Waterstof

Waterstof is een energiedrager, geen energiebron. Waterstofgas kan aardgas vervangen met beperkte aanpassingen aan het gasnet en apparatuur. Bij de eindgebruiker zal alle gasapparatuur aangepast moeten worden en binnen een buurt moet in één keer omgeschakeld worden. Anno 2019 wordt waterstof vooral gemaakt uit aardgas, in de toekomst zal dit meer en meer gebeuren door elektrolyse met hernieuwbare stroom. Bij dit proces treedt ongeveer 30% energieverlies op. Duurzame waterstof is momenteel schaars, omdat duurzame elektriciteitsoverschotten ook schaars zijn en dat zal voorlopig nog zo blijven. Grootschalige toepassing in de gebouwde omgeving wordt naar verwachting pas na 2030 mogelijk[37]. De

[34] Hierbij is aangesloten op de potentie voor zon op grond van het Nationaal Programma RES
[35] https://www.expertisecentrumwarmte.nl/kennis/factsheets/
[36] HoCOSto
[37] https://www.expertisecentrumwarmte.nl/kennis/factsheets/

huidige, gangbare functie van waterstof is als grondstof voor de industrie, op zeer kleine schaal wordt het gebruikt als transportbrandstof. Waterstof zou in de toekomst gebruikt kunnen worden voor de verwarming van woningen, maar dan hoofdzakelijk in oude bebouwing die zeer moeilijk of duur is om op andere wijze te verwarmen. De verwachting is dat waterstof voornamelijk industrieel toegepast gaat worden, omdat daar hoge temperaturen nodig zijn en een hoge energiedichtheid. Het opwekken van deze hoge temperaturen gebeurt momenteel op gas, maar daar zal in de toekomst een alternatief voor gevonden moeten worden, bijvoorbeeld bio- of waterstofgas.

4.2.3 Totale regionale potentie warmte

In onderstaande figuur is een samenvatting opgenomen van de potentie van warmtebronnen in Noordoost Brabant. De figuur geeft de totale potentie weer als percentage van de totaal verwachte warmtevraag in 2050.

Met potentie wordt het volgende bedoeld:

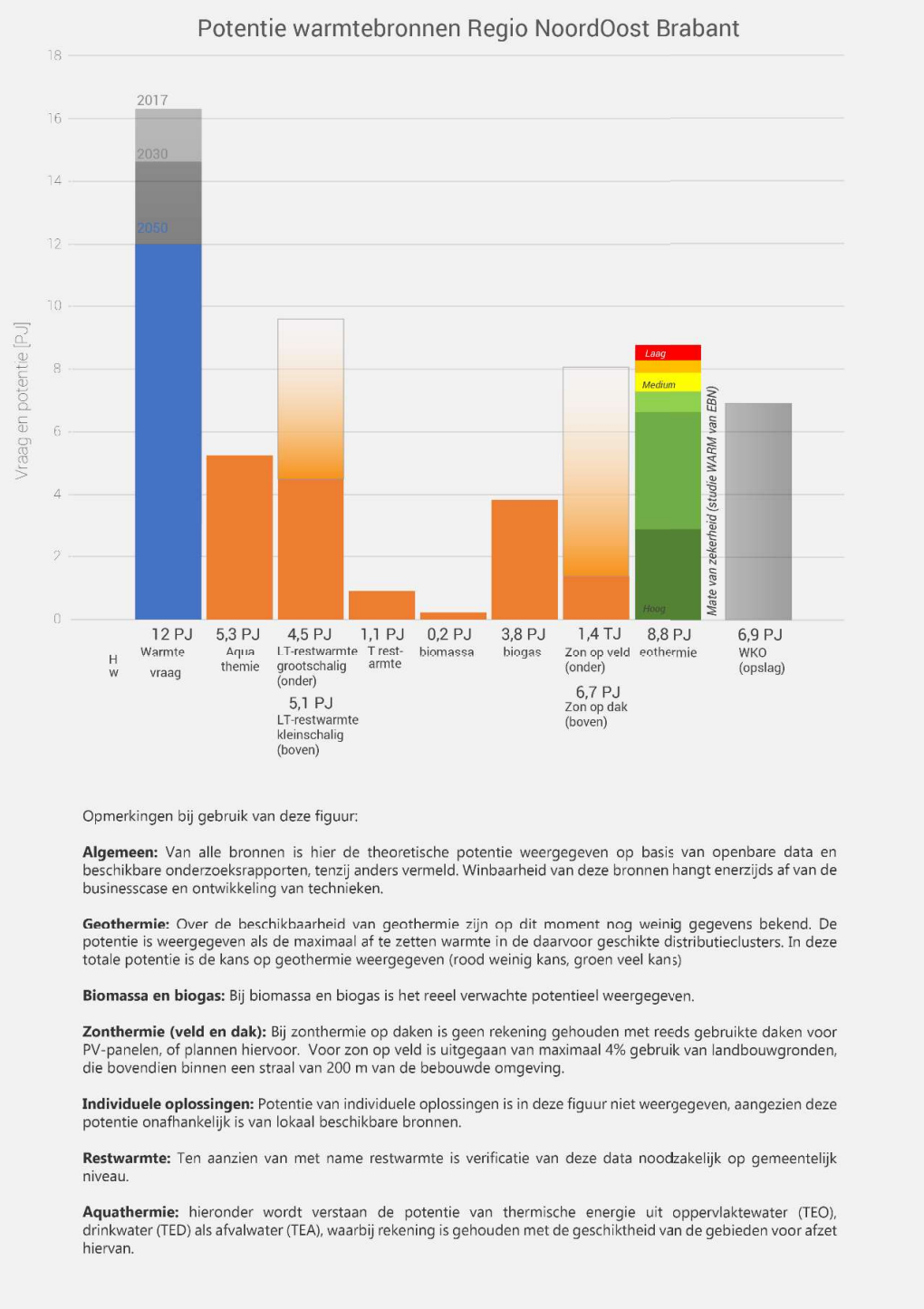
- Voor TEO, restwarmte en WKO zijn de geschikte distributiegebieden gekoppeld aan de theoretische potentie van de bron. De weergegeven potentie is dus de theoretisch beschikbare energie die af te zetten is in een daarvoor geschikt afzetgebied.

- Voor geothermie is het potentieel in beeld gebracht alsof de bron beschikbaar zou zijn. De geschikte afzetgebieden bepalen dus de potentie, aangezien de omvang van de bron nog onbekend is. De slaagkansen voor geothermie in deze afzetgebieden zijn weergegeven in het staafdiagram.

- Voor biomassa en biogas is de theoretische maximale potentie weergegeven en een inschatting van het reële potentieel[38]. Deze potentie geeft een grove indicatie, maar zal per biomassastroom omgezet moeten worden in een reële potentie. De reële potentie hangt onder andere af van de oogstbaarheid, de zuiverheid, de mogelijkheden om biomassareststromen voor andere toepassingen te benutten.

[38] Verkenning potentieel bio-energie RES-en Brabant, Royal Haskoning DHV, 2019

Figuur 4.7 Overzicht potentie warmtebronnen regio NOB



Opmerkingen bij gebruik van deze figuur:

Algemeen: Van alle bronnen is hier de theoretische potentie weergegeven op basis van openbare data en beschikbare onderzoeksrapporten, tenzij anders vermeld. Winbaarheid van deze bronnen hangt enerzijds af van de businesscase en ontwikkeling van technieken.

Geothermie: Over de beschikbaarheid van geothermie zijn op dit moment nog weinig gegevens bekend. De potentie is weergegeven als de maximaal af te zetten warmte in de daarvoor geschikte distributieclusters. In deze totale potentie is de kans op geothermie weergegeven (rood weinig kans, groen veel kans)

Biomassa en biogas: Bij biomassa en biogas is het reeel verwachte potentieel weergegeven.

Zonthermie (veld en dak): Bij zonthermie op daken is geen rekening gehouden met reeds gebruikte daken voor PV-panelen, of plannen hiervoor. Voor zon op veld is uitgegaan van maximaal 4% gebruik van landbouwgronden, die bovendien binnen een straal van 200 m van de bebouwde omgeving.

Individuele oplossingen: Potentie van individuele oplossingen is in deze figuur niet weergegeven, aangezien deze potentie onafhankelijk is van lokaal beschikbare bronnen.

Restwarmte: Ten aanzien van met name restwarmte is verificatie van deze data noodzakelijk op gemeentelijk niveau.

Aquathermie: hieronder wordt verstaan de potentie van thermische energie uit oppervlaktewater (TEO), drinkwater (TED) als afvalwater (TEA), waarbij rekening is gehouden met de geschiktheid van de gebieden voor afzet hiervan.

Uit deze figuur is op te maken, dat de theoretische potentie van alle bronnen bij elkaar opgeteld groter is dan de verwachte warmtevraag. In de praktijk is de inzet van de bronnen zeer lokaal: In sommige gebieden valt wellicht wat te kiezen wanneer meerdere warmtebronnen kunnen worden benut. In andere gebieden zullen echter weinig lokale bronnen beschikbaar zijn: voor

14% van het bebouwde gebied (vooral buitengebied) zijn vrijwel zeker individuele oplossingen nodig.

De weergegeven theoretische potentie van de bronnen zal niet overal benut kunnen worden: per warmtebron zal nader onderzoek naar reëel potentieel en technisch / economisch potentieel (businesscase) uitsluitsel geven over het potentieel wat daadwerkelijk benut kan worden.
Er zijn op dit moment geen voor de hand liggende (rest)warmtebronnen die zo groot zijn dat ze middels een regionaal netwerk meerdere gemeenten kunnen bedienen. De beschikbare bronnen zijn per gemeente weergegeven in bijlage 1.

Voor alle bronnen geldt, dat bovenstaande potentie niet zonder meer en op korte termijn te realiseren is. Een strategie voor de benutting van de bronnen zal in elk geval rekening moeten houden met onderstaande randvoorwaarden:

- **Aquathermie**
  Aquathermie is technisch een goed ontwikkelde warmtebron. Er is al twintig jaar praktijkervaring opgedaan. Om aquathermie op grote schaal in te kunnen zetten voor de verwarming en koeling van gebouwen is nog wel meer kennis nodig op het gebied van bijvoorbeeld governance en de gevolgen voor de ecologie van het water. Het Rijk is met diverse partijen, waaronder Waterschap Aa en Maas, een Green Deal aquathermie aangegaan. Doel hiervan is om het potentieel van aquathermie goed in kaart te brengen en ook onder de aandacht te brengen, zodat het meegenomen wordt in de TVW's. Onderdeel is een onderszoeksagenda t.b.v. opschaling[39].

  Aandachtspunten bij het benutten van aquathermie:
  - Waterkwaliteit en ecologie
    Aquathermie brengt zowel kansen als risico's met zich mee voor de ecologische kwaliteit en ecologie van het oppervlaktewater. Waterbeheerders werken momenteel, mede op basis van landelijk onderzoek, kaders uit waarbinnen aquathermie kan worden toegepast. Hierbij wordt rekening gehouden dat in de beginperiode ontwikkelruimte nodig is om zowel ervaring op te doen met de techniek als om inzichten te krijgen in de effecten op de ecologie. In ieder geval is vanuit dit oogpunt de combinatie van TEO met een WKO het uitgangspunt.
  - Regenereerbaarheid en verdeling
    De aanwezige warmte in het watersysteem en de rioleringen is regenereerbaar. Bij onttrekking van warmte wordt het oppervlaktewater en afvalwater weer opgewarmd door respectievelijk de zon en de aanwezige bodemwarmte. Hoe snel dit plaatsvindt is vooralsnog onduidelijk, waardoor op dit moment nog niet aangegeven kan worden op welke afstanden van elkaar een gelijke hoeveelheid warmte opnieuw onttrokken kan worden uit het systeem. Ook hiervoor zullen op termijn door de waterbeheerders kaders worden ontwikkeld, waarbij de invloed van potentiële cumulatieve effecten een afweging zijn. Voor nu betekent het vooral dat binnen en soms tussen gemeenten goede afstemming en afweging plaats moet vinden, om te zorgen dat aquathermie projecten elkaar niet bijten.

[39] Netwerk aquathermie: www.aquathermie.nl

- Riothermie
  Het afkoelen van ongezuiverd rioolwater kan een risico vormen voor de doelmatige werking van de rwzi. Negatieve effecten op het zuiveringsproces moeten voorkomen worden, omdat deze zich uiteindelijk doorvertalen in hogere maatschappelijke kosten e/o negatieve effecten op de ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater. Om deze reden wordt, waar mogelijk, de voorkeur gegeven aan de benutting van effluentwater boven rioolwater. Bij toepassing van riothermie wordt een combinatie met een WKO of buffer aangeraden, om een te sterke afkoeling van het afvalwater in de wintermaanden te voorkomen.
- Waterbeschikbaarheid
  Aquathermie uit oppervlaktewater is afhankelijk van het aanbod aan water. Met de verandering van het klimaat kunnen hoog gelegen beken droogvallen in de zomermaanden.

- **Geothermie**
  Het potentieel wat hier is weergegeven zal in de praktijk het maximaal haalbare zijn; namelijk als blijkt dat in elk geschikt afzetgebied ook bronnen aanwezig zijn. Zoals aangegeven; de aanwezigheid en benutbaarheid van bronnen in de regio is zeer onzeker. Het SCAN onderzoek gaat hier in de loop van 2022 meer duidelijkheid over geven. De verwachting is dat geothermie pas na 2030 ingezet kan worden. Bij de eventuele toepassing van diepe geothermie zal ook rekening gehouden moeten worden met andere gebruikers dan de gebouwde omgeving: diepe geothermie kan een interessante bron zijn voor de tuinbouw en voor de verduurzaming van de procesindustrie.

- **Restwarmte uit de industrie**
  Gegevens over de beschikbaarheid en het huidig gebruik van restwarmte zijn niet openbaar te verkrijgen. Het berekende potentieel is een inschatting die verificatie behoeft bij individuele bedrijven, bijvoorbeeld bij het opstellen van de Transitievisie Warmte. Daarnaast is het de vraag of de eigenaar van de restwarmte bereid is om deze restwarmte te leveren. Ook iets om rekening mee te houden is het feit dat bedrijven zelf ook hun energievoorziening gaan verduurzamen en het de vraag is of de restwarmte in de toekomst ook beschikbaar blijft.

- **Bodemenergie**
  Er is een aantal boringsvrije zones ingesteld voor bescherming van het drinkwater, hier kan het potentieel voor WKO niet benut worden. De provincie bereidt op dit moment Omgevingsbeleid voor om het grondwater ook buiten de drinkwaterwinningsgebieden te beschermen. De verwachting is, dat dit beleid effectief zal worden in 2021.

- **Droge biomassa**
  Droge biomassa wordt gezien als een transitiebrandstof: op het moment wordt het veel ingezet in biomassa centrales of als bijstook. Er is veel discussie over duurzaamheidsaspecten. In 2050 zal vaste biomassa naar verwachting aftrek vinden in andere sectoren en onderdeel zijn van de biobased economy[40]

- **Natte biomassa**
  In theorie heeft groen gas een groot potentieel in de regio NOB. De huidige productie is echter beperkt (9,6 PJ). De verwachting is dat landelijk in 2030 maximaal 2 bcm (biljoen m^3

[40] Verkenning potentieel bio-energie RES-en Brabant, Royal Haskoning DHV, 2019

= miljard m^3 = 70 PJ/ jaar) groen gas beschikbaar is[41]. Dat is een verdubbeling van de huidige productie. De belangrijkste biomassastroom in de regio NOB is dierlijke mest. Het gebruik van dierlijke mest voor biogas kan niet los gezien worden van de transities in de landbouw: De Minister van EZK schetst in de Routekaart Groen Gas[42] dat het kabinet wenst dat de biomassa gebruikt voor groengas bijdraagt een de milieu- en klimaatdoelstellingen van het kabinet en dat er aandacht is voor ongewenste instandhoudingseffecten, waarbij de leveringszekerheid van groen gas afhankelijk wordt van dierlijke mest.
De inzet van biogas in aardgasleidingen in de gebouwde omgeving is vanuit kostenoverwegingen op het moment zeer aantrekkelijk. Na 2030 wordt echter een groeiende vraag naar groen gas verwacht vanuit industrie en mobiliteit (zwaar verkeer), omdat er voor deze sectoren beperkte andere mogelijkheden zijn om te verduurzamen. Het Ministerie van EZK beschrijft groen gas als sluitstuk voor de warmtetransitie; daar waar andere bronnen niet kosteneffectief of niet inzetbaar zijn. De Routekaart doet echter geen voorstel voor de allocatie van groen gas aan sectoren, gezien de moeilijkheid om op dit moment toekomstbestendige keuzes te maken.

4.3 Elektriciteit

4.3.1 Potentie windenergie

Opwekking van energie door middel van windturbines levert in potentie een grote bijdrage aan de realisatie van duurzame energiedoelstellingen. Het uitgangspunt is dat een grote moderne windturbine per jaar 52 TJ aan elektriciteit kan opwekken in de regio NOB. Dit komt overeen met een windturbine met de volgende kenmerken: een ashoogte van minimaal 130 meter, een rotordiameter van minimaal 130 meter, een geïnstalleerd vermogen van 4+ MW, en 3.500 vollasturen per jaar. Dit is passend bij het windklimaat in Noordoost Brabant. Een dergelijke turbine wekt per jaar circa 14.700 MWh op. Dit komt overeen met het jaarlijks elektriciteitsverbruik van zo'n 4.400 huishoudens. In algemene termen geldt dat de energieopbrengst van een windturbine echter sterk samenhangt met de grootte van een windturbine aangezien de opbrengst evenredig is met het kwadraat van de rotordiameter en de derde macht van de gemiddelde windsnelheid die toeneemt bij een grotere hoogte (= ashoogte). Daarnaast is de specifieke locatie en opstelling van invloed.

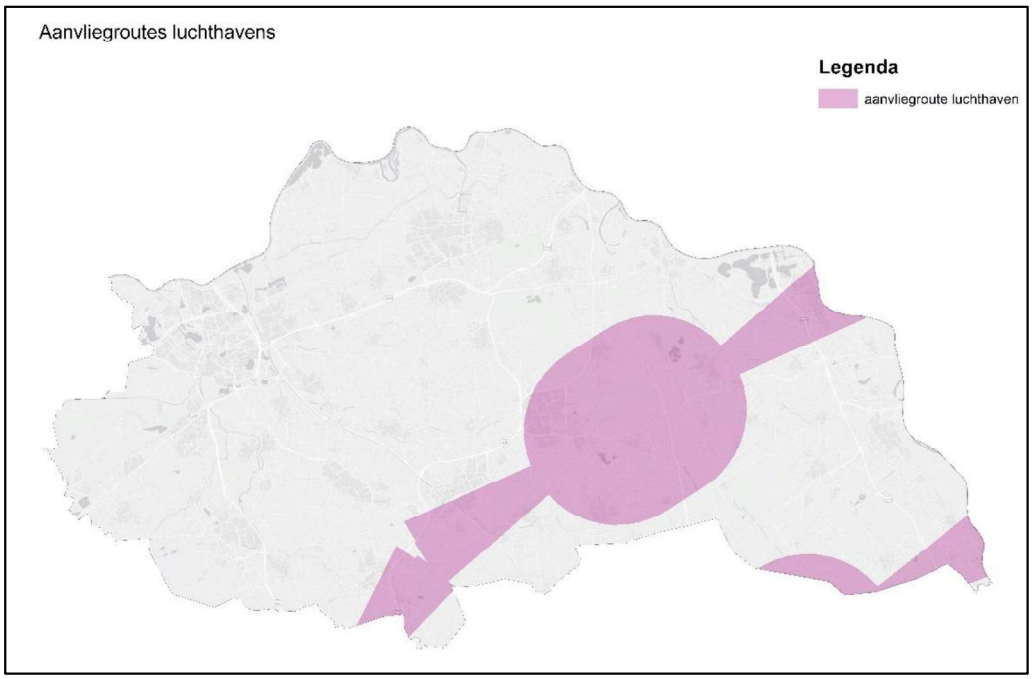
Om windenergie te kunnen realiseren, moet dit wel mogelijk zijn binnen de geldende wet- en regelgeving. Hierbij spelen vele aspecten een rol, waarbij de milieuregels rond geluid en slagschaduw, externe veiligheid en de regels rond luchtvaart de belangrijkste harde beperkingen vormen. Daarom wordt primair naar deze aspecten gekeken om de potentie te bepalen voor de RES regio.[43]

Luchtvaart: beperkingen als gevolg van Vliegbasis Volkel en Luitenant-Generaal Best kazerne
Luchthavens in Nederland hebben een aanvliegroute naar de start en landingsbaan: de zogenaamde funnels. Onder deze aanvliegroute gelden hoogtebeperkingen voor bouwwerken, oplopend vanaf de landingsbaan. Deze hoogtebeperkingen zijn zodanig laag dat het niet

[41] Contouren en instrumenten voor een Routekaart Groengas 2020-2050, CE Delft, 2018
[42] Routekaart Groen Gas, Ministerie van EZK, maart 2020
[43] Dit betekent niet dat andere aspecten een ondergeschikte rol spelen bij de haalbaarheid van windenergie, echter deze aspecten – waaronder bijvoorbeeld effecten op landschap - worden in de andere RES werkgroepen aan de orde gesteld.

mogelijk is een moderne windturbine met de afmetingen zoals eerder genoemd te realiseren. In onderstaande figuur zijn de aanvliegroutes van beide luchthavens aangegeven.

Figuur 4.8 Aanvliegroutes luchthavens



Naast de beperkingen van vliegbasis Volkel is tevens bekeken of er vanuit vliegveld Niederrhein (Weeze) en Eindhoven bouwhoogtebeperkingen of obstakelvrije zones zijn aangewezen. Op basis van een internationaal verdrag tussen Nederland en Duitsland[44] moet worden voldaan aan de internationale luchtvaartregelgeving (ICAO) voor wat betreft obstakelvrije zones in aanvliegroutes van de luchthaven Weeze. Deze zones zijn niet gelegen binnen de RES regio Noordoost Brabant.

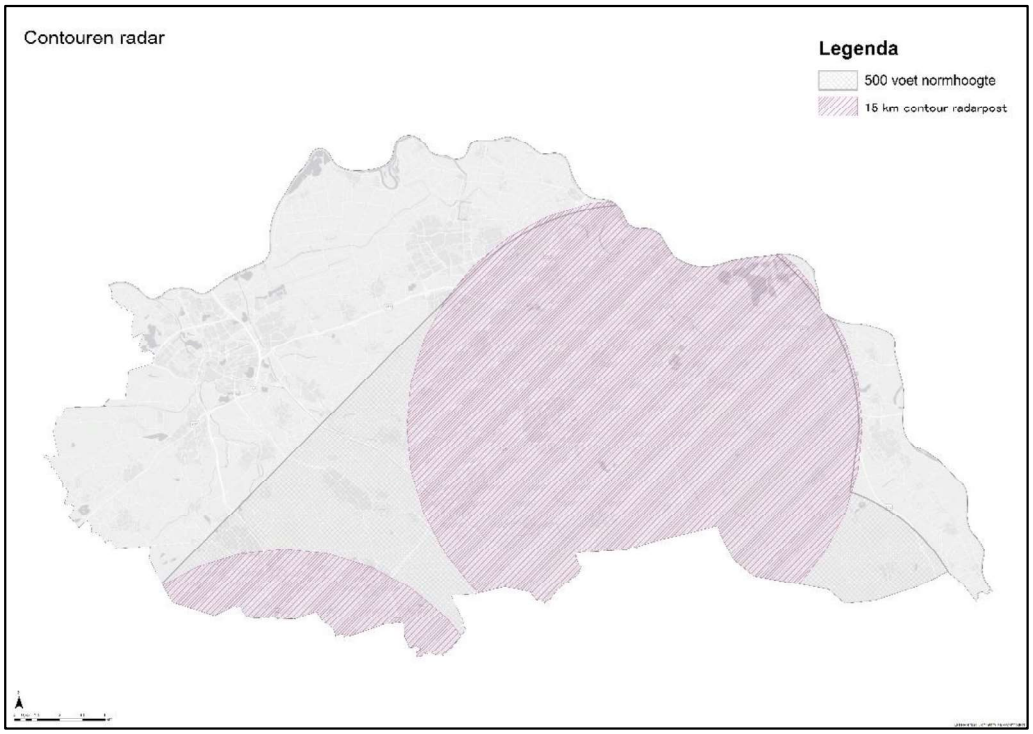
Defensieradar

Om de goede werking van radar in Nederland te kunnen garanderen zijn in het Rarro[45] regels opgenomen om verstoring van radarsignalen door windturbines te voorkomen[46]. Op vliegbasis Volkel en in Eindhoven staat momenteel een verkeersleidingradar. In het Gelderse Herwijnen een gevechtsleiding radar[47]. Er geldt voor hoge objecten een onderzoeksplicht naar mogelijke verstoring van de radar. Tot een afstand van 15km rond de luchthaven, die oploopt van 49m (radarhoogte nabij de luchthaven) naar 114m (aan de rand van de 15 km zone) is de kans op een positieve uitkomst van een dergelijk verstoringsonderzoek gering. Daarbuiten (tot 75 km van de posten) is de kans aanzienlijk groter op een positieve uitkomst[48]. Hoe groter de afstand

[44] http://wetten.overheid.nl/BWBV0001588/2006-10-01
[45] Regeling algemene regels ruimtelijke ordening
[46] zie: http://wetten.overheid.nl/BWBR0031018/2017-10-01#Paragraaf2_Artikel2.4
[47] In Herwijnen is momenteel een SMART gevechtsleiding radar gepositioneerd. Mogelijk wordt deze radarpost uitgebreid met een verkeersleidingradar. De Rijkscoördinatieprocedure om dit mogelijk te maken wordt ten tijde van het opstellen van de RES opgestart. Het is momenteel niet bekend welke consequenties deze nieuwe radarpost heeft voor dit onderzoek.
[48] De 75 km contour is niet in de kaarten opgenomen, aangezien deze contouren vrijwel heel Nederland omvatten en daarmee geen toegevoegde waarde hebben voor het inzichtelijk maken van de mogelijkheden voor windenergie in de regio NOB. Voor ieder individueel windenergieproject zal een locatiespecifiek

hoe beter, maar uiteindelijk zal een project specifiek onderzoek inzage moeten bieden in de daadwerkelijke effecten.

Figuur 4.9 Radarcontouren



Gebouwen

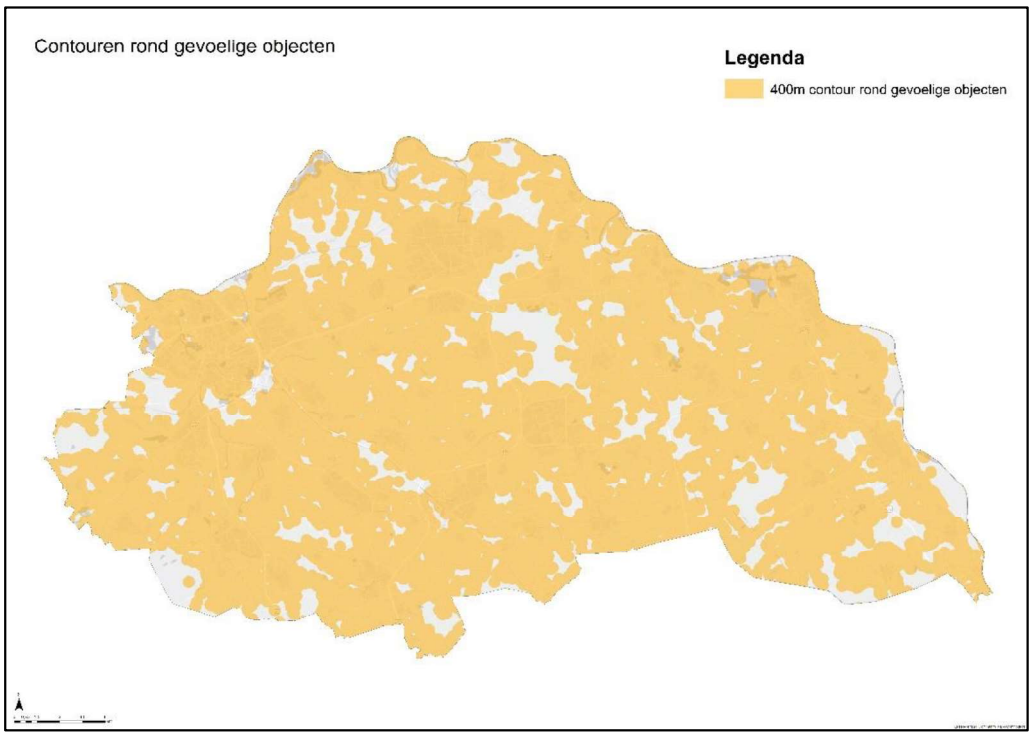
Na aftrek van de belemmerde zones is nog een vrij omvangrijk gebied buiten de bouwhoogtebeperking contour aanwezig. De tweede belangrijke beperking voor windenergie zijn gebouwen met een woonfunctie (gevoelige objecten). Hier moet voldaan worden aan de geluidnorm voor windturbines[49]. Op basis van een referentiewindturbine met de afmetingen zoals eerder beschreven wordt uitgegaan van een minimale afstand van circa 400 meter tot gevoelige objecten, waarbuiten kan worden voldaan aan de norm. In specifieke gevallen kan dit meer of minder zijn, echter dit vergt maatwerk op projectniveau[50].

onderzoek naar de mogelijke verstoring van de radar moeten worden uitgevoerd. Dit wordt gebruikelijk pas in een latere fase (tijdens de vergunningprocedure) uitgevoerd.

[49] Activiteitenbesluit, artikel 3.14a

[50] In het geval een woningeigenaar en bewoner ook initiatiefnemer is van een windenergieproject hoeft niet in alle gevallen te worden voldaan aan de norm.

Figuur 4.10 Contouren rond gevoelige objecten



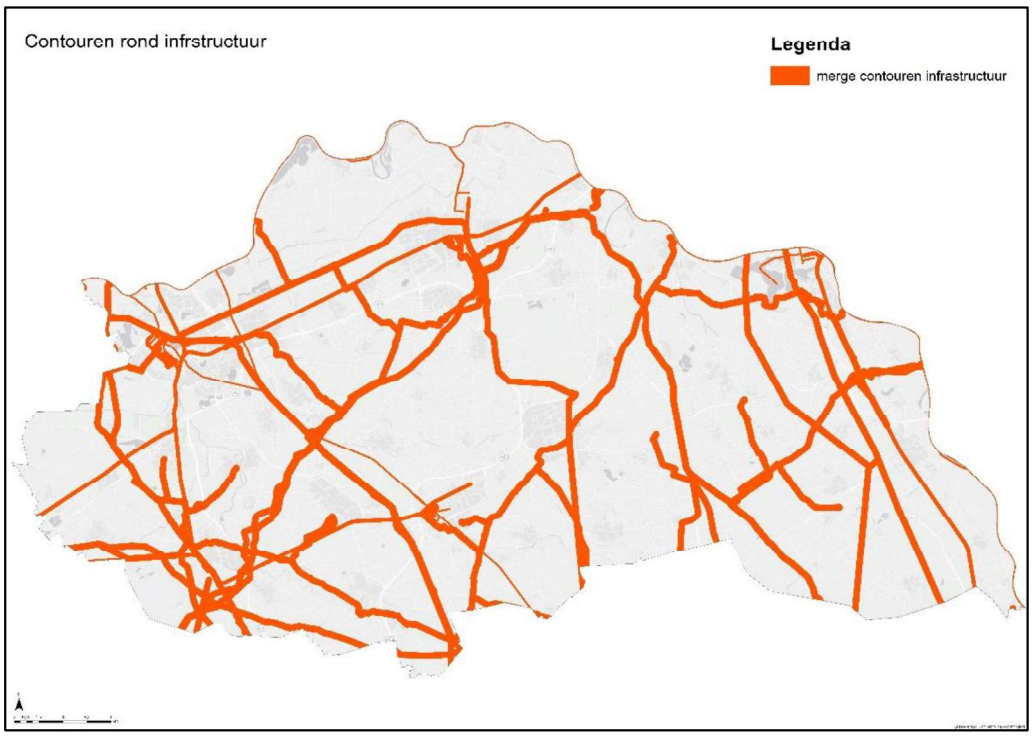
Veiligheid en infrastructuur

Naast gebouwen gelden ook voor rijkswegen, buisleidingen, hoogspanningsverbindingen en spoorlijnen[51] afstandsnormen voor de plaatsing van windturbines. Deze zijn echter afhankelijk van de specifieke situatie en het type windturbine, waardoor in de praktijk eigenlijk op projectniveau maatwerk wordt toegepast. Hierdoor kunnen de aan te houden afstanden in de praktijk kleiner zijn. Om toch rekening te kunnen houden met deze aspecten is nu uitgegaan van vuistregelafstanden conform het HRW[30]:

- Hoogspanningsverbindingen (bovengronds): 200 meter
- Buisleidingen (ondergronds): 200 meter
- Vaarwegen: 65 meter
- Spoorwegen: 123,5 meter
- Autosnelwegen: 65 meter

[51] Uitgaande van de waarden opgenomen in het Handboek Risicozonering windturbines 2014 (HRW).

Figuur 4.11 Contouren infrastructuur en veiligheid

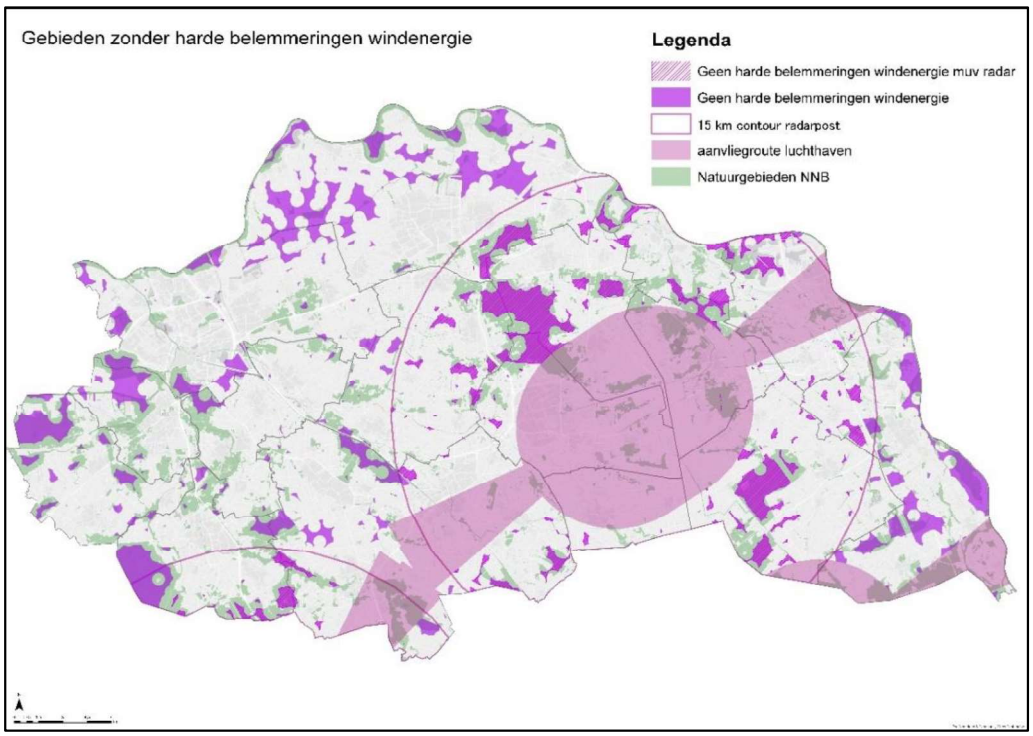


Wanneer deze belemmeringen worden gecombineerd en worden gefilterd, blijft er een bepaald landoppervlak over binnen de regio (zie figuur 4.13). Dit zijn de theoretisch beschikbare locaties voor windenergie, waar op voorhand geen directe wettelijke beperking geldt. Binnen deze locaties moet echter ook worden onderzocht of er voldoende ruimte beschikbaar is om een windturbineopstelling daadwerkelijk te realiseren. Daarom is gekeken, aan de hand van de volgende vuistregels, hoeveel windmolens er mogelijk geplaatst zouden kunnen worden. Hierbij is bijvoorbeeld (nog) geen rekening gehouden met regels vanuit (provinciale) natuurbeschermingswetgeving en beleid (Verordening Ruimte).

De volgende vuistregels zijn gedefinieerd bij het bepalen potentie per gemeente:

- Windturbines staan op minimaal 500 meter uit elkaar, teneinde onderlinge windafvang te voorkomen;
- Er kunnen minimaal drie windturbines bij elkaar worden geplaatst conform provinciale verordening eisen;
- Per turbine wordt uitgegaan van een opwekpotentie van 52 TJ;

Figuur 4.12 Potentiële ruimte voor windturbines



Op basis van bovenstaande kaart en de vuistregels is de volgende theoretische potentie voor windenergie bepaald[52].

Tabel 4.1 potentie windenergie RES Regio

Aantal hectare zonder harde belemmeringen*	Aantal windturbines	Aantal TJ
13.523	148	7.696

* Na aftrek van gebieden aangemerkt als Natuurnetwerk Brabant en Natura 2000, zoals in de huidige Verordening Ruimte van de provincie het geval is, blijft een totale theoretische potentie van circa 100-120 windturbines over voor de RES regio NOB.

Pijplijn projecten

In bovenstaande analyse is geïnventariseerd welke technische theoretische potentie er is voor windenergie in de regio. Er zijn op meerdere locaties echter al projecten die in ontwikkeling zijn en waarvan de kans dat deze gerealiseerd gaan worden in de komende 5-10 jaar aannemelijk is. Deze zogenoemde pijplijn projecten zijn apart geïnventariseerd. De locaties van deze projecten kunnen overlappen met de potentie uit kaart 4.13.

[52] Door het hanteren van algemene criteria voor de hele RES regio is de huidige situatie en potentie in beeld gebracht. Dit leidt ertoe dat bijvoorbeeld een lopende ontwikkeling zoals windenergie op bedrijventerrein Heesch West niet als potentiële locatie naar voren komt. Op deze plek staan op dit moment nog woningen, die zorgen voor een belemmering. Indien deze woningen worden wegbestemd met de aanleg van het bedrijventerrein komt er echter ruimte vrij. Een dergelijke situatie kan op meer locaties het geval zijn. De huidige exercitie houdt geen rekening met deze locatiespecifieke omstandigheden.

Per pijplijn project is het potentiële opgestelde vermogen en TWh bepaald aan de hand van de bekende informatie uit vergunningaanvragen of andere openbare documenten. Tot slot is een realisatiekans inschatting gemaakt. Projecten die een vergunning hebben verkregen worden vrijwel zeker gerealiseerd (95%). Voor projecten die in beleidskaders zijn opgenomen, maar waarvoor nog geen vergunningprocedure is gestart wordt een realisatiekans van 50% gehanteerd.

Tabel 4.2 Concrete pijplijnprojecten windenergie

Projectnaam	Gemeente	Aantal windturbines	TJ*	TWh	Inschatting realisatiekans	TWh na realisatiekans
Windpark de Rietvelden	's-Hertogenbosch	4	141	0,039	95%	0,037
Windpark Elzenburg de Geer	Oss	4 (uitbreiding naar 6 mogelijk)	172	0,048	95%	0,046
Windpark Veghel de Mars	Meijerijstad	4	140	0,039	95%	0,037
Totaal		14	453	0,126		0,120

* inschatting gebaseerd op de aannames die ook voor de potentiestudie zijn gehanteerd (52 TJ / turbine), tenzij anders bekend uit openbare documenten, zoals vergunningaanvragen of SDE+ beschikking.

4.3.2 Zon op grote daken

Voor het onderzoek naar de potentie van grootschalige zonne-energie op daken is wederom gebruik gemaakt van de zonnescan, uitgevoerd door Buro Karto in opdracht van de provincie Noord-Brabant[53]. In deze scan is middels een instralingsberekening gemaakt per individueel dak, waarbij rekening gehouden is met beschikbaar dakoppervlak, hellingshoek en beschaduwing (zie voor details paragraaf 3.2).

Omdat specifiek gekeken wordt naar grootschalige opwek (> 15 kWp en 3*80A aansluiting) is gerekend met een minimaal benodigd dakoppervlak van 285 m^2 (inclusief benodigde randafstanden). Vervolgens is het potentieel opgewekte vermogen (in KWh) berekend uitgaande van 300 Wp per paneel en een benodigd oppervlak van 1,65 m2 per zonnepaneel. In de onderstaande cijfers is vervolgens een selectie gemaakt op basis van de daken die als 'gunstig' geclassificeerd worden in de scan.

In deze cijfers is nog geen rekening gehouden met technische of economische factoren. Ook is geen rekening gehouden met aftrek vanwege draagkracht van de constructie. Daar staat tegenover dat ook hier alleen wordt uitgegaan van de gunstig georiënteerde daken in de bepaling van de potentie. Er zijn echter ook grote dakoppervlakken beschikbaar die een niet optimale oriëntatie hebben, maar nog steeds technisch geschikt zijn voor de installatie van zonnepanelen. De opbrengst per paneel zal echter lager zijn, waardoor de economische terugverdientijd langer zal zijn.

[53] Buro Karto, mei 2019; https://www.zonnescanbrabant.nl/

In onderstaande tabel is het totaal beschikbare grote dakoppervlak opgenomen, met een gunstige oriëntatie. Dit geeft een technische potentie van circa 3,4 PJ per jaar en een oppervlakte van circa 15 miljoen m^2 (1.500 hectare) dakoppervlak.

Tabel 4.3 Potentie zon op grote daken met gunstige oriëntatie

Potentieel gunstig dakoppervlak m^2 (> 15 kWp)	Potentie zon dak in TJ (> 15 Kwp) met 'gunstige oriëntatie)	TWh per jaar
14.479.178	3.423	0,95

Bron: Zonnescan, Buro Karto 2019

4.3.3 Zon op land

De technische potentien van zonne-energie in grondopstellingen is zeer groot. De systemen zijn eenvoudig schaalbaar en aangezien er weinig beperkingen zijn vanuit milieuwetgeving kan een zonnepark op heel veel plaatsen gerealiseerd worden. Dit zegt uiteraard niets over de wenselijkheid van deze ontwikkeling vanuit landschappelijk of ruimtelijke ordening perspectief.

Restgronden

In de verkenning naar de potentie voor zonne-energie op grond is gewerkt op basis van de zonneladder, waarin eerst gekeken wordt naar potentie van zogenaamde restgronden (geluidschermen, stortplaatsen, spoorbermen en braakliggende terreinen). In onderstaande tabel is dit opgenomen.

Tabel 4.4 Potentie restgronden NOB (TJ)

Spoorbermen	Geluid schermen	Voormalige stortplaatsen	Braakliggend terrein*	totaal restgronden
24,5	17,9	73,8	17,5	134

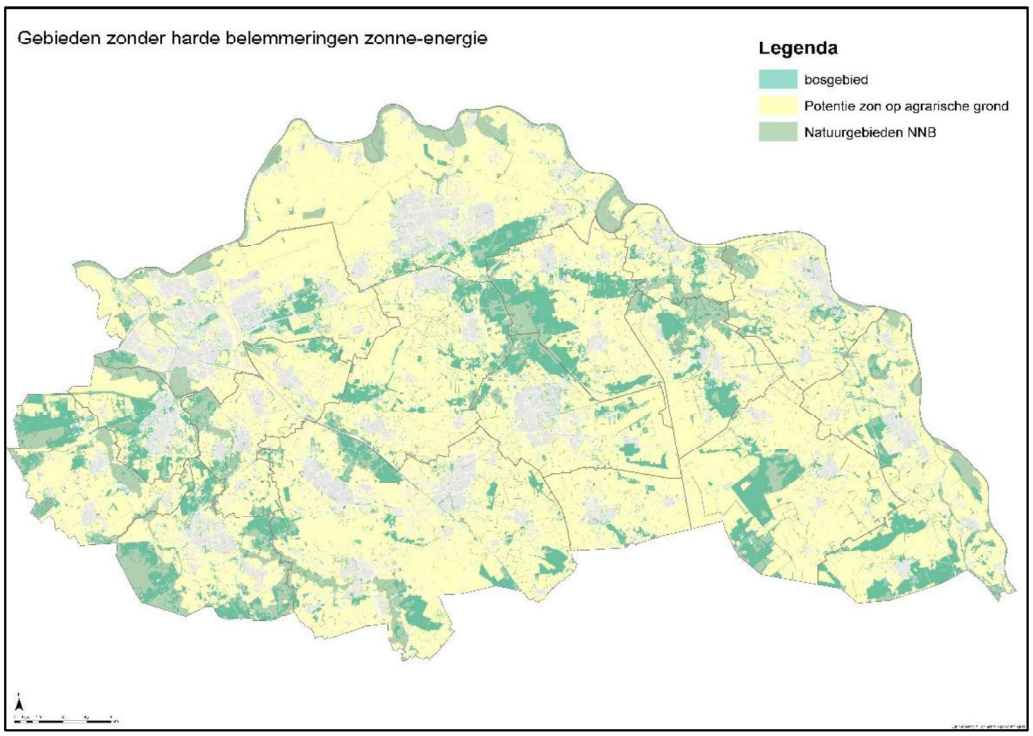
Bron: Data Nationaal Programma RES, Kaartviewer Geodan, versie april 2019

Uit deze tabel blijkt dat er potente is voor zonne-energie op restgronden, maar dat deze relatief beperkt is.

Zon op agrarische grond

Vervolgens is onderzocht welke theoretische potentie er bestaat voor zon op agrarische gronden. Hiervoor is een kaart vervaardigd waarin de bebouwde oppervlakte, waterwegen, spoor- en autowegen en bosgebieden zijn uitgefilterd. De resterende oppervlakte is theoretisch beschikbaar voor zonnevelden (zie Figuur 4.14)

Figuur 4.13 Potentiële ruimte voor zonneparken



Het is echter niet realistisch om al deze gronden in te zetten voor zonne-energie. Er vinden nu immers agrarische activiteiten plaats, die ook ruimte nodig hebben. Om een meer realistische potentie inschatting te maken, wordt uitgegaan van een maximale benutting van 4% van het beschikbare oppervlak, in navolging van de inschatting die Nationaal zijn gemaakt. Voor het inschatting van de opwekpotentie is gerekend een opbrengst van 3,2 TJ per hectare zonneveld per jaar. Dit is passend voor de regio Noordoost Brabant en komt overeen met een opstelling met de volgende kenmerken: 3.100 panelen per hectare, 300 Wp per paneel en 950 vollasturen per jaar. In onderstaande tabel is de potentie voor de regio NOB opgenomen.

Tabel 4.5 Potentie grondgebonden zon NOB

Grondgebonden zon NOB	Aantal hectare	TJ per jaar
Theoretisch maximale potentie	47.001	150.403
Potentie op basis van 4% van beschikbare gronden	1.880	6.016

Op basis van maximaal 4% van het beschikbaar areaal is de potentie circa 6 PJ (1,7 TWh) voor zon op grond in de RES regio NOB.

Pijplijn projecten

In bovenstaande analyses is geïnventariseerd welke technische theoretische potentie er is voor zon (op daken en land) in de regio. Er zijn op meerdere locaties echter al projecten die in ontwikkeling zijn en waarvan de kans dat deze gerealiseerd gaan worden in de komende jaren reëel is. Op basis van de SDE+ beschikkingenlijst van RVO is in de Klimaatmonitor geïnventariseerd hoeveel opgesteld vermogen deze projecten per gemeente betreffen. In

onderstaande tabel zijn deze gegevens per gemeente opgenomen en is tevens omgerekend hoeveel TWh dit betreft. De locaties van deze projecten kunnen overlappen met de potentie uit kaart 4.14. Het is niet de verwachting dat alle projecten in deze pijplijn gerealiseerd worden. Gemiddeld wordt circa 30-40% van de pijplijn projecten daadwerkelijk gerealiseerd.

Tabel 4.6 Pijplijnprojecten zon (MWp)

Gemeente	Vermogen in pijplijn (MW)	Vermogen in pijplijn (TWh)
Bernheze	32,1	0,030
Boekel	21,6	0,021
Boxmeer	16,1	0,015
Boxtel	9,3	0,009
Cuijk	32,9	0,031
Grave	2,9	0,003
Haaren	4,6	0,004
Landerd	13,8	0,030
Meijerijstad	85,5	0,013
Mill en Sint Hubert	3,8	0,081
Oss	45,7	0,043
s'-Hertogenbosch	47,3	0,045
Sint Anthonis	23,6	0,022
Sint-Michielsgestel	7,6	0,007
Uden	22,8	0,022
Vught	5	0,005
Totaal regio NOB	**374,6**	**0.356**

Bron: Klimaatmonitor, geraadpleegd januari 2021.

4.3.4 Waterkracht

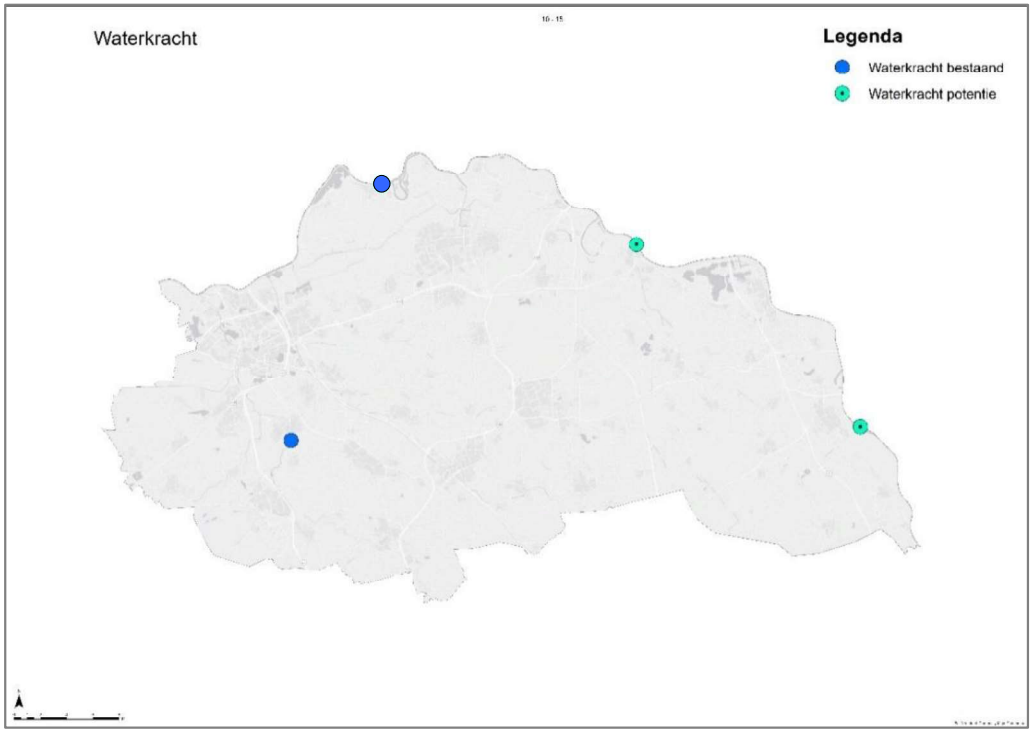
Water kan als vorm van energieopwekking dienen bij onder meer getijdeverschillen, golfbewegingen, hoogteverschillen en stroming. Alleen de twee laatstgenoemden vormen worden op dit moment in Nederland commercieel toegepast in de vorm van waterkrachtcentrales bij rivieren. In vergelijking met landen als bijvoorbeeld Zwitserland en Noorwegen, is er in Nederland relatief minder energie te halen middels hoogteverschillen. Desondanks is er door de aanwezige stroming en hoeveelheid water (debiet) wel degelijk energie in de Nederlandse rivieren beschikbaar. Bovendien is de hoeveelheid water over een jaar gezien vrij constant, waardoor er minder fluctuatie in energieproductie optreedt in vergelijking met bijvoorbeeld zonne- en windenergie.

Bij de zoektocht naar potentiële locaties voor waterkrachtcentrales in rivieren wordt doorgaans vooral gekeken naar de ligging van bestaande stuw- en sluiscomplexen. Op deze locaties is door middel van een hoogteverschil namelijk meer energieopwekking mogelijk dan enkel beschikbaarheid van stroming. Zo zijn alle operationele waterkrachtcentrales bij sluizen gepositioneerd en hebben hierdoor een verval van enkele meters.

Er bevindt zich op dit moment één operationele grote waterkrachtcentrale in de RES regio Noordoost Brabant in Lith, met een nominaal vermogen van 14 MW (geschatte jaaropbrengst is circa 44.000 MWh. Hiervan mag echter niet het volledige capaciteit aan de RES regio NOB worden toegerekend, maar moet dit gedeeld worden met de RES regio aan de noordzijde van de Maas. Daarnaast is er een kleinschalige waterkrachtcentrale in de gemeente Sint Michielsgestel operationeel in de rivier de Dommel. Deze centrale heeft een vermogen van circa 120 kW en een geschatte jaaropbrengst van 600 MWh.

De rivier de maas begrenst de RES regio in vrijwel de gehele bovenste helft en biedt hiermee nog twee potentiële locaties voor waterkrachtcentrales bij Boxmeer (Sambeek) en Grave. In tabel 4.8 is meer informatie over de huidige en potentiële waterkrachtcentrales opgenomen en de geografische ligging is aangegeven in Figuur 4.15.

Figuur 4.14 Huidige en potentiële locaties voor waterkracht



Ter hoogte van de gemeente Boxmeer ligt het stuw- en sluiscomplex bij Sambeek. Het peilniveau van het water voor en achter de sluis ligt doorgaans op respectievelijk 7,9 en 10,8 m, waardoor er een hoogteverschil van 3 m aanwezig is. In een eerdere studie van de Wageningen Universiteit is berekend dat met een dergelijk hoogteverschil en een gemiddeld plaatselijk debiet van 400 m^3 / s een nominaal vermogen van circa 7 MW mogelijk is.[54] Uitgaande van deze capaciteit kan een jaarlijkse elektriciteitsopwekking van circa 36 GWh worden gerealiseerd.

[54] zie: http://edepot.wur.nl/386008

Ter hoogte van de gemeente Grave ligt het stuw- en sluiscomplex bij Grave en Nederasselt. Uit onderzoek van RHDHV uit 2016 blijkt dat het sluizencomplex bij Grave een te verwachte capaciteit zal hebben van circa 6 MW.

Tabel 4.7 Waterkrachtcentrales regio NOB

Waterkrachtcentrale	Rivier	Ingebruikname	Vermogen (MW)	Opwek TJ
Grave (potentieel)	Maas	n.v.t	6	111*
Boxmeer (potentieel)	Maas	n.v.t	7	130*

* Inschatting op basis van berekening voor Boxmeer; WUR berekent bij een hoogteverschil van 3 m en een gemiddeld debiet van 400 m^3/s circa 7 MW nominaal vermogen en 130 TJ opwek.

De aanvullende potentie voor waterkracht wordt op basis van bovenstaande gegevens geschat op circa 241 TJ per jaar. Omdat de gemeenten aan beide zijden van de rivier deze potentie kunnen benutten, kan maximaal 50% worden toegerekend aan deze RES regio.

4.3.5 Overige

Naast bovengenoemde grootschalige bronnen, zijn potentieel nog verschillende kleinschalige energiebronnen beschikbaar (denk bijvoorbeeld aan kleinschalige windenergie op individuele boerderijen). In het kader van de RES wordt nu echter de focus gelegd op grootschalige opwek die tot 2030 economisch en technisch realiseerbaar is én een substantiële bijdrage aan de doelstellingen kan leveren. Derhalve is in deze rapportage geen uitputtende verkenning gemaakt van alle denkbare energiebronnen.

4.4 Overzicht

In onderstaande tabellen is een overzicht gegeven van de potentie van de verschillende warmte en elektriciteitsbronnen in de regio NOB.

Tabel 4.8 Overzicht potentie warmtebronnen regio NOB (in PJ)

Aquathermie	LT rest-warmte groot + klein	HT rest-warmte	Biomassa	Biogas	Zon op veld + dak (thermisch)	Geo-thermie	Totaal potentieel warmte
5,3	9,6	1,1	0,2	3,8	8,1	8,8	36,9

Tabel 4.9 Overzicht potentie elektriciteitsbronnen regio NOB (in PJ)

Zon op dak > 15 kW	Zon op veld	Zon (rest-gronden)	Wind (zonder cluster keuze)	Waterkracht*	Totaal potentie elektriciteit
3,4	6,0	0,1	7,8	0,2	17,6

* telt niet mee voor het RES bod.

Er is op basis van deze potentiestudie genoeg potentieel om de doelstellingen voor 2030 te realiseren.

4.5 Per gemeente

In onderstaande tabel zijn de potenties voor elektriciteit opwek per bron en per gemeente opgenomen.

Uit deze tabel kan worden afgeleid dat er voldoende potentie is om de doelstellingen voor 2030 in de RES zoals in hoofdstuk 3 gedefinieerd, te realiseren. Hierin is het mogelijk om keuzes te maken in de toe te passen energiemix.

Tabel 4.10 Overzicht potentie elektriciteit opwek per gemeente

	Elektriciteit (TJ)					
Gemeente	**Zon op dak > 15 kWp (3*80A) Zonnescan data**	**Zon op dak (woningen) Zonnescan data***	**Zon op veld**	**Zon (rest-gronden)**	**Wind**	**Wat**
Bernheze	195	76	494	1	53	
Boekel	132	73	254	1	212	
Boxmeer	216	199	516	12	1.058	
Boxtel	143	147	89	3	159	
Cuijk	163	126	202	17	159	
Grave	44	66	94	-	318	
Haaren	66	101	157	3	159	
Landerd	125	111	356	3	-	
Meijerijstad	679	470	886	44	794	
Mill en Sint Hubert	83	96	279	-	-	
Oss	487	458	1.018	13	2,646	
s'-Hertogenbosch	531	517	417	20	1.588	
Sint Anthonis	159	124	691	2	159	
Sint-Michielsgestel	79	178	223	2	-	
Uden	263	216	279	8	-	
Vught	57	92	60	4	529	
Totaal	**3.423**	**3.048**	**6.016**	**134**	**7,832**	

* telt niet mee voor de RES invulling van het bod

5 NETWERK

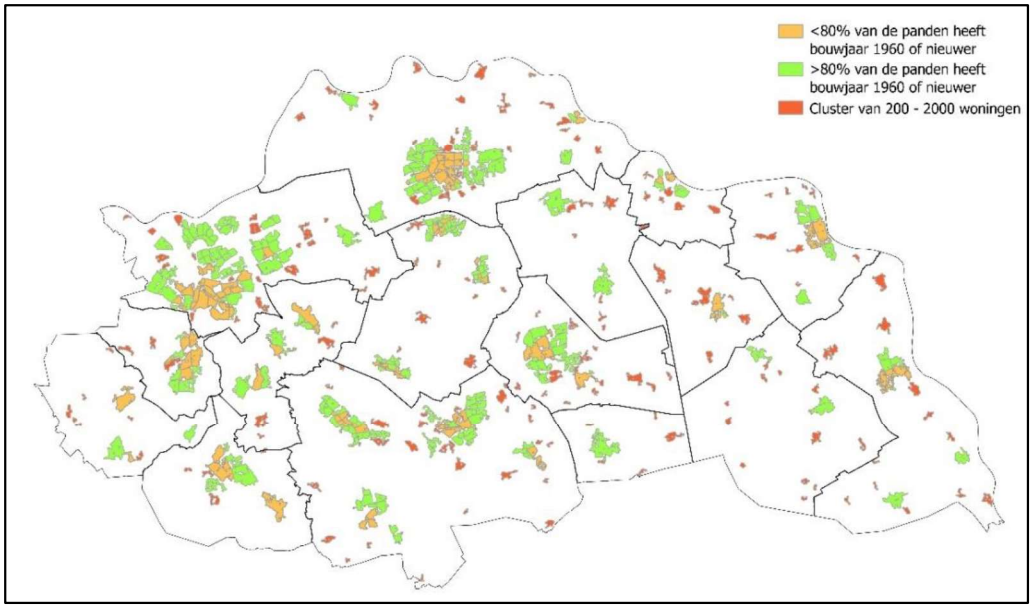
5.1 Inleiding

Naast de potentiële kansen voor opwekken van hernieuwbare warmte en elektriciteit moet de geproduceerde energie ook kunnen worden gedistribueerd naar de eindgebruiker. Dit hoofdstuk gaat in op de huidige en verwachte toekomstige netwerkcapaciteit en geeft inzicht in de consequenties die dit heeft voor de inzet van hernieuwbare opwek in de RES regio NOB.

5.2 Warmte

In de Regio Noordoost Brabant wordt het grootste deel van de warmtevraag nog ingevuld door aardgas. Er is op dit moment zeer weinig specifieke infrastructuur voor warmte, behalve warmtenetten in twee wijken in ‘s-Hertogenbosch. De mogelijke ontwikkelgebieden van collectieve warmte-infrastructuur zijn de clusters zoals beschreven in 4.2.1.

Figuur 5.1 Gebieden voor collectieve warmte-infrastructuur



Voor de toekomstige ontwikkeling van warmte-infrastructuur zijn twee zaken van belang:

1. **Lokale afwegingen**
   Als er in een wijk of buurt een voldoende grote warmtevraag is, die collectief kan worden ingevuld met lokale bronnen zal de hiervoor benodigde infrastructuur ontwikkeld worden. Deze afweging maken de gemeenten in hun Transitievisies Warmte. Het is daarbij relevant te letten op de volgende aspecten:
   a. Schaalniveau: leidt samenvoeging van buurten tot de benodigde warmtevraag of een betere businesscase?
   b. Cascadering: het is vaak efficiënter om de hoge temperatuur warmtebronnen eerst in te zetten voor andere gebruikers, die de hoge temperatuur nodig hebben en daarna aan te wenden voor de gebouwde omgeving.

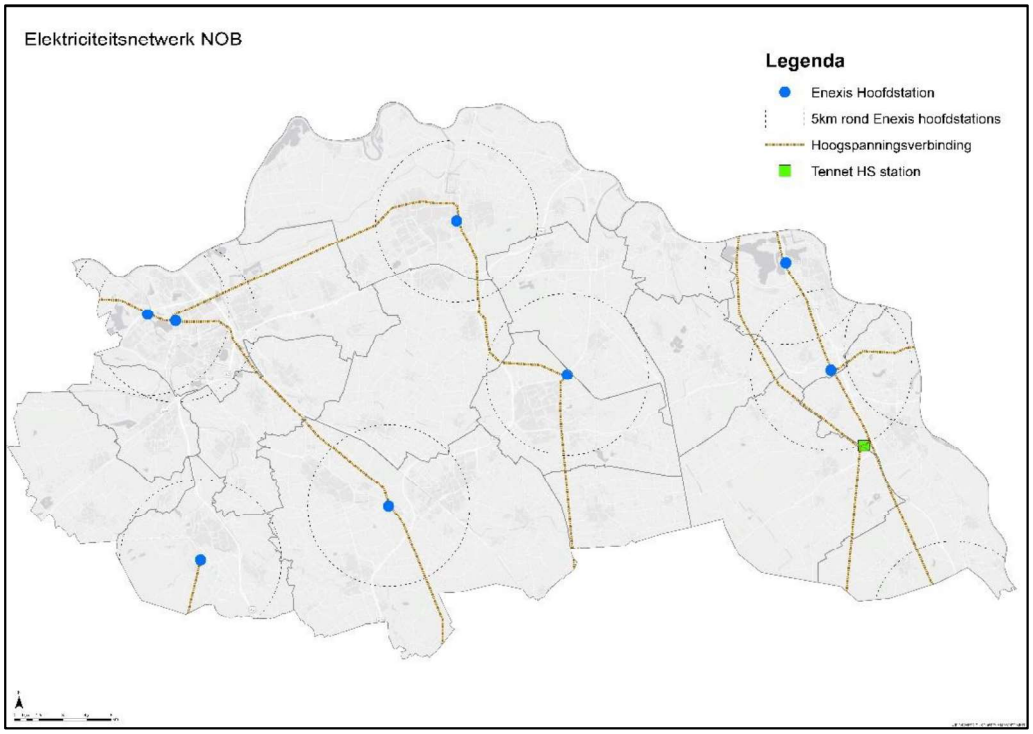
c. Toekomstbestendigheid: is koppeling van een warmtenet mogelijk aan een ander net, om uitwisseling van warmte mogelijk te maken of zijn er meerdere warmtebronnen aan een netwerk te binden om daarmee een robuuster netwerk te creëren? Het kan een strategische keuze zijn om nu een HT-warmtenet aan te leggen voor de gebouwde omgeving eventueel gekoppeld aan industrie, om daarna in stappen naar een MT-warmtenet te gaan (door o.a. isolatie van woningen).

2. **Samenwerking bij grotere bronnen**
Op dit moment zijn er in de regio weinig voor de hand liggende grote bronnen van (rest-)warmte. De resultaten van het SCAN-onderzoek zullen inzicht geven in de beschikbaarheid van geothermie. Afhankelijk van de uitkomsten zullen er mogelijkheden ontstaan voor grote dan wel kleinere, lokale warmtenetten. Het is raadzaam om in de RES in samenwerking tussen gemeenten en mogelijke gebruikers een strategie te ontwikkelen voor het gebruik van de bronnen, de ontwikkeling van de infrastructuur, mogelijke cascadering en koppeling van netten. Ook de financiering van de netten zou hier onderdeel van moeten zijn.

5.3 Elektriciteit

Het elektriciteitsnetwerk in de regio NOB wordt beheerd door netbeheerder Enexis voor wat betreft de spanningsniveaus tot 110 kV. Vanaf dat niveau is Tennet de beheerder. Het netwerk in de regio is opgebouwd uit Hoofdstations, distributie/verdeelstations en klantstations. De hoofdstations zijn voor grootschalige opwek het meest bepalend, aangezien de aan te sluiten vermogens van grootschalige opwek al snel op deze stations zullen uitkomen (alles meer dan circa 6 MVA). In onderstaande figuur is het huidige netwerk in de regio weergegeven.

Figuur 5.2 Elektriciteitsnetwerk NOB



Er is op dit moment nog transportcapaciteit op het net, echter deze capaciteit is zeer beperkt. Zo is er momenteel een transportschaarste in het noordoostelijk deel van de regio (station Haps) en is er in de peelregio geen hoofdstation aanwezig, waardoor aanpassingen nodig zijn om aansluitingsmogelijkheden voor grootschalige opwek te creëren in dit deel van de regio (https://www.enexis.nl/zakelijk/duurzaam/beperkte-capaciteit/gebieden-met-schaarste).

Enexis voert een doorrekening uit van het RES bod en daarin aangegeven opwekmethoden en locaties, ten einde inzichtelijk te maken of dit mogelijk is en tegen welke (maatschappelijke) kosten. Dit zal in een afzonderlijk document worden gerapporteerd.