



Bouwstenen voor het Brabants energieperspectief

Provincie Noord-Brabant



Samenvatting

De provincie Noord-Brabant werkt aan een betaalbare, betrouwbare en duurzame energievoorziening voor elk Brabants huishouden en bedrijf. Bovendien wil zij nieuwe ontwikkeling, in de breedste zin van het woord, mogelijk blijven maken. Een transitie van het energiesysteem is nodig: olie, kolen en aardgas faseren uit, duurzame bronnen voor warmte en elektriciteit komen daarvoor in de plaats. Deze bouwstenennotitie bevat de inventarisatie van de belangrijkste ontwikkelingen en opgaven in het Brabantse energiesysteem. Het biedt de basis voor het ontwikkelen van een Brabants energieperspectief en een Brabantse energiestrategie.

Brabantse waarden

Brabanders, stakeholders en de provincie benoemen drie Brabantse waarden voor de ontwikkeling van het energiesysteem:

- **Betaalbaar:** energie is financieel toegankelijk voor iedereen door een zo laag mogelijke energierekening en zo min mogelijk maatschappelijke kosten.
- **Betrouwbaar:** een robuust systeem dat energie veilig en voorspelbaar levert.
- **Omgevingsbewust:** het energiesysteem brengt zo min mogelijk schade toe aan de natuur en de leefomgeving, met oog voor toekomstige generaties.

Ontwikkeling energievraag en -aanbod

De toekomstige **energievraag** in Brabant wordt beïnvloed door veranderingen in verschillende sectoren: de gebouwde omgeving, industrie, landbouw en mobiliteit. Over het geheel genomen daalt de totale energievraag in Brabant naar verwachting van ongeveer 230 PJ nu naar ongeveer 190 PJ in 2050. Dit komt door energiebesparing in de gebouwde omgeving en een efficiënter energiegebruik door de elektrificatie van mobiliteit en industrie.

Het **energieaanbod** in Brabant komt voort uit bijvoorbeeld restwarmte, groen gas, de opwek van elektriciteit uit zon en wind en de productie van waterstof. De omvang van de op dit moment benutte duurzame bronnen is met 40 PJ beperkt ten opzichte van de huidige vraag. Aanvullend kan extra aanbod beschikbaar komen door meer energie uit zon, wind, geothermie en restwarmte te winnen. Voor de energievraag die niet met lokale bronnen wordt voorzien, zal energie moeten worden geïmporteerd. Anders kan in deze vraag niet worden voorzien.

Opgaven voor het Brabantse energiesysteem

De Brabantse energievraag is aanzienlijk groter dan het aanbod uit duurzame Brabantse energiebronnen. De provincie Noord-Brabant staat daarmee samen met de Brabantse stakeholders voor de volgende opgaven om keuzes te maken in het Brabants energieperspectief:

1. **Beperken van de vraag** door energieverpilling tegen te gaan verkleint de vraag en daarmee het verschil met het aanbod.
2. **Bewust inzetten van duurzame energiedragers** voorkomt onnodige conversieverliezen en maakt efficiënt gebruik van de bronnen.
3. **Vergroten van het aanbod** door zoveel mogelijk van de potentiële Brabantse energiebronnen te benutten.
4. **Ruimtelijk bij elkaar brengen van vraag en aanbod van energie**

vermindert het transport van energie en daarmee de benodigde uitbreiding van de energie-infrastructuur.

5. **In de tijd bij elkaar brengen van vraag en aanbod van energie** reduceert de opslag van energie en daarmee de benodigde hoeveelheid energieopslag in het toekomstige energiesysteem.
6. **Bewust uitsfaseren van fossiele brandstoffen** voorkomt, waar mogelijk, energieschaarste doordat de uitsfaserings wordt afgestemd met de ontwikkeling van nieuwe duurzame bronnen en infrastructuur.

Inhoud

1. Inleiding	5
2. Brabantse waarden voor het energiesysteem	8
3. Ontwikkelingen van de energievraag	10
4. Ontwikkelingen in het energieaanbod	13
5. Opgaven voor het Brabantse energiesysteem	16

1. Inleiding

De provincie maakt werk van de ontwikkeling van het Brabantse energiesysteem. Zij draagt bij aan een verkleining van de energieafhankelijkheid en een betaalbare energierekening voor Brabantse huishoudens en bedrijven. Daarnaast zet de provincie in op het verminderen van de Brabantse CO₂-uitstoot door te sturen op reducering van de energievraag en het gebruik van hernieuwbare energie. De provincie wil bovendien verduurzaming en nieuwe ontwikkelingen, in de breedste zin van het woord, mogelijk blijven maken ondanks de schaarste op het elektriciteitsnet. Dat vraagt om efficiënt gebruik te maken van beschikbare bronnen, infrastructuur en de schaarse ruimte.

Bouwstenen voor het Brabants energieperspectief

De provincie wil nu en in de toekomst richting geven aan de ontwikkeling van het Brabantse energiesysteem, via het Brabantse energieperspectief en een energiestrategie¹. Deze bouwstenennotitie legt daarvoor de basis en bevat de volgende onderdelen.

- **Brabantse waarden:** de kaders en ontwikkelprincipes voor het Brabantse energiesysteem, als basis voor het maken van keuzes.
- **Brabantse ontwikkelingen:** geeft inzicht in de huidige en verwachte toekomstige energievraag, in het huidige en verwachte toekomstige aanbod en in de verwachte toekomstige ontwikkelingen in de Brabantse energie-infrastructuur.
- **Inventarisatie van opgaven:** geeft een overzicht van de belangrijkste opgaven voor de ontwikkeling van het Brabantse energiesysteem waar in het Brabantse energieperspectief uitwerking op nodig is.

¹ De ontwikkeling van het energieperspectief hangt samen met andere ontwikkelingen, binnen en buiten Brabant zoals het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE) en Programma Energie Hoofdstructuur (PEH), het Brabants Ruimtelijk Voorstel en het Brabantse pMIEK.

Over de bouwstenen, het energieperspectief en de strategie

De provincie ontwikkelt drie afzonderlijke producten om richting te geven aan een duurzaam en toekomstgericht Brabants energiesysteem.

Bouwstenennotitie (verwachte oplevering: 2024-Q4)

Schetst de context en benoemt de belangrijkste ontwikkelingen die van invloed zijn op het Brabantse energiesysteem. Het gaat daarbij om de Brabantse waarden voor de ontwikkeling van het energiesysteem, inzicht in de ontwikkeling van energievraag en -aanbod in de verschillende sectoren in Brabant én inventarisatie van opgaven die van invloed zijn op het Brabantse energiesysteem.

Brabants energieperspectief (verwachte oplevering: eind 2025)

Maakt richtinggevende keuzes over het Brabantse energiesysteem. Daarbij horen ook keuzes die de provincie (bewust) niet maakt. Het bevat een toekomstbeeld over hoe het maatschappelijk gewenste Brabantse energiesysteem, dat voldoet aan de Brabantse waarden, eruitziet.

Brabantse energiestrategie (verwachte oplevering: nader te bepalen)

Vertaalt het Brabants energieperspectief in het hoe. Het bevat de uitgangspunten, aanpak en werkwijze van de provincie om het gewenste toekomstbeeld te realiseren en laat zien wat qua organisatie, randvoorwaarden en capaciteit nodig is om op korte, middellange en lange termijn het gewenste toekomstbeeld te realiseren.

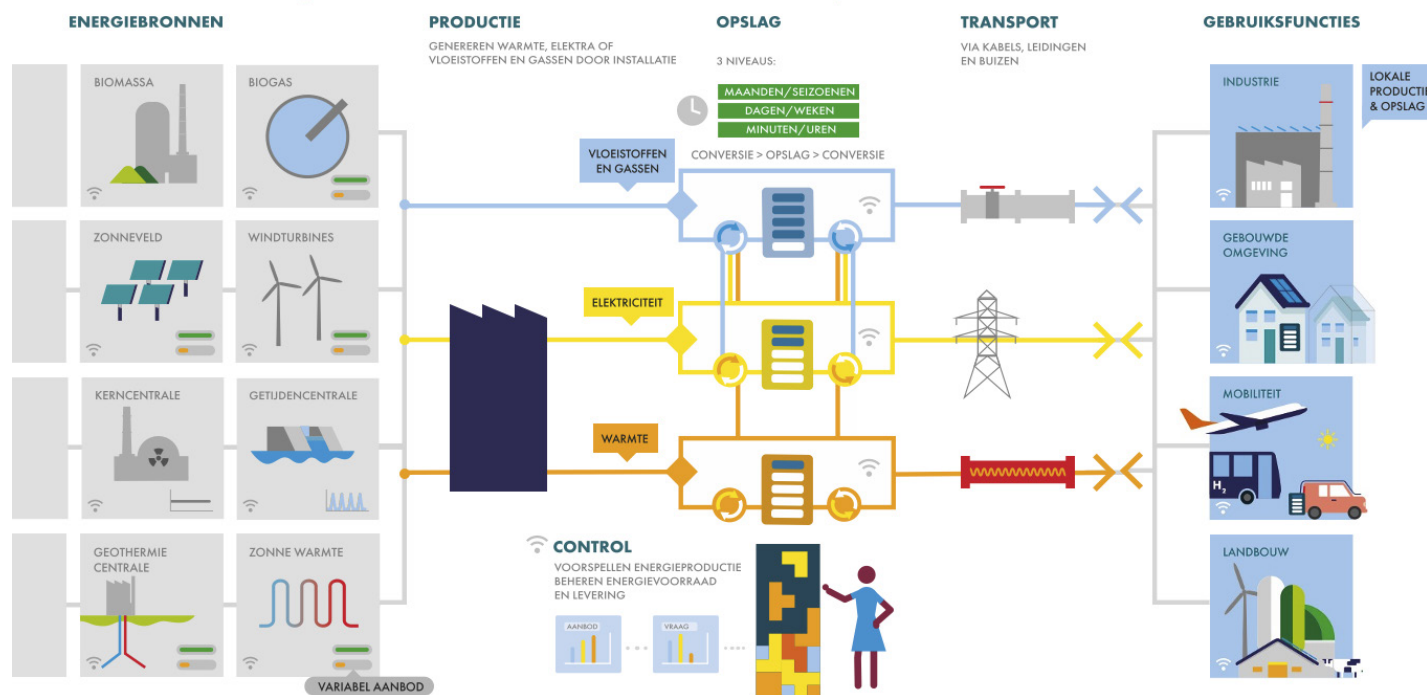
Werken vanuit de energieketen

De kern van het energiesysteem bestaat uit een energievraag vanuit verschillende sectoren en gebruikers, energieaanbod (uit een lokale, regionale of bovenregionale bron), transport van de energie via kabels en leidingen en waar nodig opslag in bijvoorbeeld batterijen of onze bodem. In de uitwerking van de bouwstenen werken wij vanuit de energieketen. Hierin komen aanbod, transport en opslag, vraag, de verschillende energiedragers en schaalniveaus terug.

HET TOEKOMSTIG ENERGIESYSTEEM

Een situatie waarin een groot deel van de bronnen variabel beschikbaar zijn.

Provincie Noord-Brabant



Figuur 1. Schematische weergave van het energiesysteem

Onderzoek en participatie

De provincie Noord-Brabant werkt aan de ontwikkeling van het Brabantse energieperspectief en heeft de regie op de voorliggende bouwstenennotitie. Op basis van volgende activiteiten zijn deze bouwstenen tot stand gekomen:

- Een zo breed mogelijke inventarisatie voor de Brabantse waarden en ontwikkeling van vraag en aanbod bij professionals binnen de provincie, stakeholders in het energiedomein, gemeenten en inwoners van Brabant.
- Zoveel mogelijk gebruik maken van bestaande studies en beleid, zoals het Brabants ruimtelijk voorstel en de energiesysteemverkenningen uit de Brabantse RES-regio's Hart van Brabant, MRE en West-Brabant. De energiesysteemverkenning van Noordoost Brabant is in ontwikkeling.
- Het toetsen van uitwerkingen in werksessies binnen de provincie, Brabantse RES-regio's en stakeholders in de energieketen.

De onderdelen van dit document

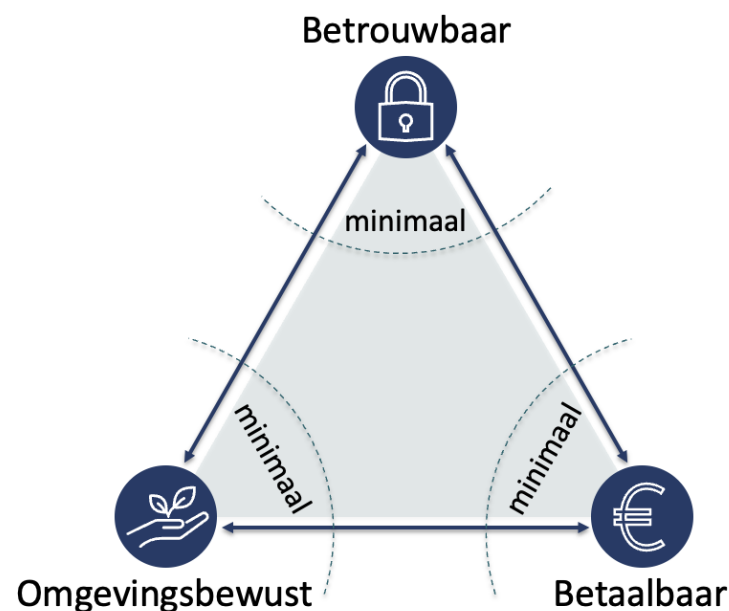
Hoofdstuk 2 beschrijft de Brabantse waarden die de kaders en ontwikkelprincipes voor de ontwikkeling van het Brabantse energiesysteem geven. Hoofdstuk 3 gaat in op de verwachte ontwikkeling van de Brabantse energievraag voor de verschillende regio's en sectoren. Hoofdstuk 4 beschrijft de verwachte ontwikkeling van het Brabantse energieaanbod, de energieopslag en het energietransport voor de verschillende energiedragers. Hoofdstuk 5 benoemt de opgaven voor de ontwikkeling van het Brabantse energiesysteem.

2. Brabantse waarden voor het energiesysteem

Het energiesysteem dient een breed maatschappelijk belang: dankzij het energiesysteem kunnen wij wonen, werken, produceren, recreëren en ons verplaatsen. Het is daarmee een belangrijke maatschappelijke voorziening die iedereen aangaat. Dat maakt ook dat het energiesysteem aan randvoorwaarden dient te voldoen: de **Brabantse waarden** voor de ontwikkeling van het energiesysteem. Deze waarden zijn als belangrijkste uitgangspunten tot stand gekomen met stakeholders en zijn niet per se een weergave van de huidige situatie. Een verdere toelichting op de totstandkoming van de Brabantse waarden staat in Bijlage 1.

De Brabantse waarden voor de ontwikkeling van het energiesysteem zijn **betaalbaar, betrouwbaar** en **omgevingsbewust**. Dit zijn de waarden die wij als provincie, Brabanders en stakeholders belangrijk vinden voor de ontwikkeling van het Brabantse energiesysteem.

Bij het maken van keuzes zijn de Brabantse waarden dé criteria waarvoor wij de balans bewaken en waarop wij sturen. Dit wil niet zeggen dat de provincie verantwoordelijk is voor elke waarde. Elke waarde willen wij zo optimaal mogelijk invullen, én voor elke waarde geldt ook een ondergrens. Tussen de Brabantse waarden kan een spanning ontstaan. Dat maakt dat wij streven naar een optimale balans tussen de drie Brabantse waarden waarbij nadrukkelijk aandacht is voor de ondergrens per waarde.



Figuur 2. Brabantse waarden

Betrouwbaar

Een betrouwbaar energiesysteem gaat over de zekerheid van en de toegang tot het energiesysteem. Dat geldt voor elke (potentiële) gebruiker: het Brabantse energiesysteem is er voor iedereen. De Brabanders drukken een betrouwbaar energiesysteem uit in:

- De samenleving mag ervan uitgaan dat energie beschikbaar is en het systeem werkt. Wij ontwikkelen hiervoor een robuuste energie-infrastructuur en maken gebruik van diverse energiebronnen.
- De beschikbaarheid van en toegang tot de energie zijn voorspelbaar. Prijzen zijn stabiel en vooraf bekend voor gebruikers. Het energiesysteem is veilig voor externe invloeden en voor haar omgeving. Fysieke en digitale veiligheid zijn geborgd.
- Het toekomstig energiesysteem is ook betrouwbaar bij conflicten en crises, en daarmee onafhankelijk van geopolitieke spanningen.

Betaalbaar

Energie is een basisvoorziening voor inwoners en bedrijven: daarom moeten bedrijven en huishoudens energie kunnen betalen. Dat geldt ook voor bijkomende investeringen voor bijvoorbeeld het isoleren van een woning en de aanschaf van warmtepompen, zonnepanelen of thuisbatterijen. De Brabanders drukken betaalbaarheid uit in:

- Zo laag mogelijke maatschappelijke kosten voor het energiesysteem en de samenleving. Deze kostenminimalisatie moet in verhouding tot de economische impact en toekomstige opbrengsten worden beschouwd.
- Het toekomstig energiesysteem is voor iedereen financieel toegankelijk. Energie is betaalbaar in zowel vaste als variabele lasten voor ieder huishouden en financieel gezond bedrijf.

- Een eerlijke verdeling van lasten en lusten. Dat betekent dat specifieke investeringen die slechts een beperkte doelgroep dienen niet door iedereen worden gedragen. Andersom moeten investeringen met een groot maatschappelijk belang - zoals een warmtenet - eerlijk worden gedeeld. Dit betekent ook brede financiële participatie bij energieopwekking, zodat de samenleving hiervan kan profiteren.

Omgevingsbewust

Het ontwikkelen van het energiesysteem vraagt om nieuwe bronnen en infrastructuren. Die vragen om ruimte, zijn direct zichtbaar en hebben invloed op onze leefomgeving. Een omgevingsbewust energiesysteem houdt hier rekening mee en vermindert de negatieve impact op de omgeving; nu en voor de toekomstige generaties. De Brabanders drukken een omgevingsbewust energiesysteem uit in:

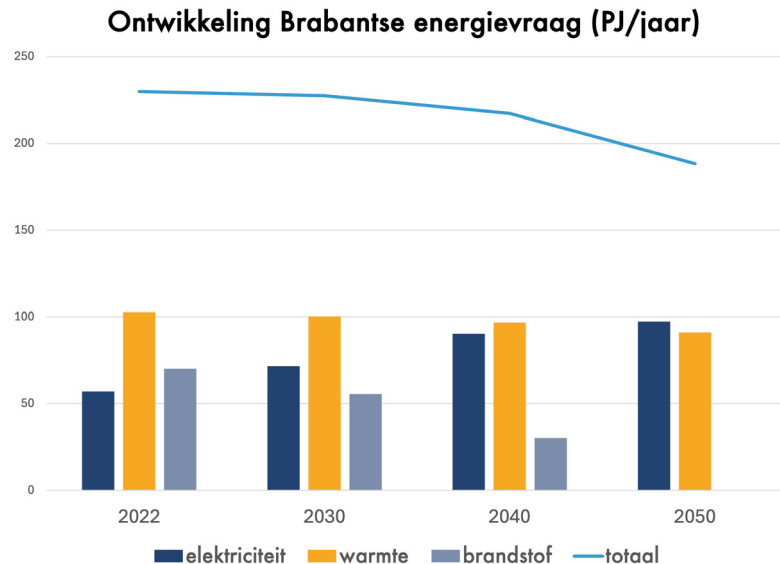
- Het toekomstige energiesysteem minimaliseert schadelijke effecten voor de gezondheid. Waar mogelijk draagt het bij aan een gezonde leefomgeving.
- Het toekomstig energiesysteem draagt waar mogelijk bij aan een schoner en gezonder ecosysteem en het verminderen van lucht- en watervervuiling. Onder andere om ervoor te zorgen dat de toekomstige generaties kunnen leven in een gezonde en leefbare wereld.
- Het toekomstige energiesysteem minimaliseert haar impact op de natuur, het landschap, de leefomgeving van mens en dieren en het milieu. Waar mogelijk dragen oplossingen bij aan natuurherstel.
- Het toekomstige energiesysteem wordt ontwikkeld voor de toekomstige generaties. Hierbij houden wij het gewenste toekomstbeeld voor ogen en kijken we niet alleen naar de korte termijn.
- Het toekomstige provinciale energiesysteem maakt, waar mogelijk, gebruik van de regionale energievisies.

3. Ontwikkelingen van de energievraag

Dit hoofdstuk brengt de verwachte groei van de energievraag in de sectoren gebouwde omgeving, industrie, mobiliteit en landbouw in beeld. We maken daarbij onderscheid in elektriciteit, warmte en brandstof voor voertuigen. Bijlage II geeft een verdieping en onderbouwing van de data.

Ontwikkeling Brabantse energievraag

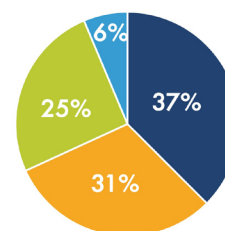
Tot 2050 daalt de totale energievraag in Brabant van 230 PJ nu naar 190 PJ. De vraag naar warmte blijft tot 2050 nagenoeg gelijk. De vraag naar elektriciteit verdubbelt vrijwel. Doordat elektromotoren veel efficiënter zijn dan brandstofmotoren zorgt de uitfasering van brandstof voor een significante afname van de totale energievraag.



Figuur 3. Verwachte ontwikkeling Brabantse energievraag

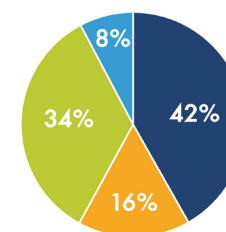
Op dit moment hebben de sectoren gebouwde omgeving (37%), mobiliteit (31%) en industrie (25%) veruit het grootste aandeel in de Brabantse energievraag. De vraag vanuit landbouw is met 6% van het huidige totaal relatief beperkt. In 2050 daalt het aandeel van de energievraag van mobiliteit aanzienlijk, dit komt hoofdzakelijk door de eerder benoemde efficiëntiewinst door elektrificatie. Hierdoor neemt het relatieve aandeel van de gebouwde omgeving, industrie en landbouw in de Brabantse energievraag licht toe. De rest van dit hoofdstuk zal per sector inzoomen op de data en de belangrijkste trends duiden. Hierbij worden de sectoren op volgorde van verwachte grootte in 2050 behandeld.

Huidige aandeel energievraag per sector



■ Gebouwde omgeving ■ Mobiliteit
■ Industrie ■ Landbouw

Verwachte aandeel energievraag per sector in 2050

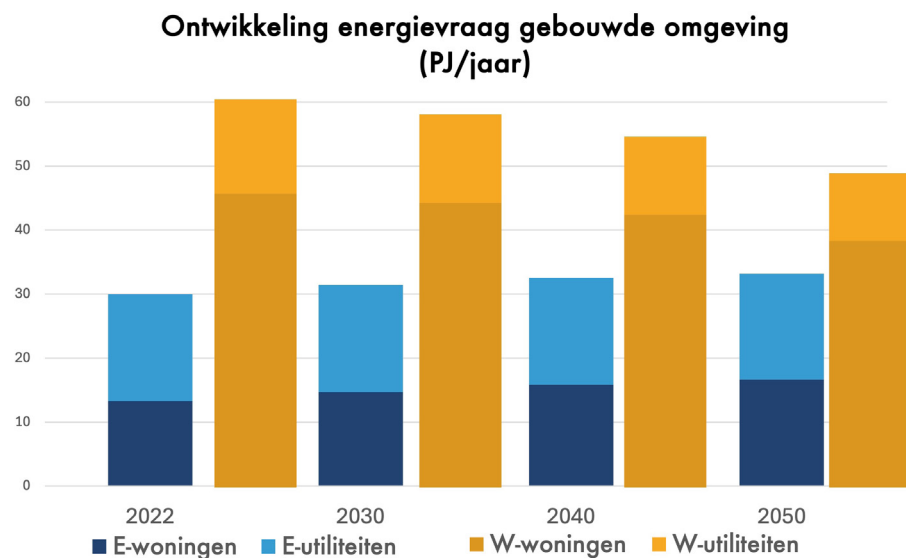


■ Gebouwde omgeving ■ Mobiliteit
■ Industrie ■ Landbouw

Figuur 4. Verhouding in energievraag tussen verschillende sectoren

Gebouwde omgeving

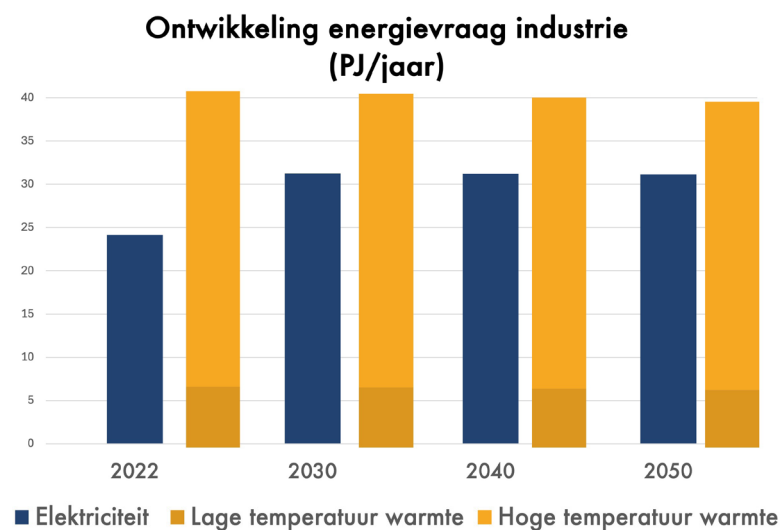
Onder de gebouwde omgeving verstaan wij de woningbouw, bedrijven en utiliteiten. Hiertoe behoren ook publieke voorzieningen zoals scholen, musea en overheidsgebouwen. De groei van het aantal woningen en bedrijven zorgt voor een toename van de elektriciteitsvraag van circa 10% tot 2050. Ondanks deze groei neemt de warmtevraag door energiebesparing (zoals isolatie) af met circa 16% tot 2050.



Figuur 5. Ontwikkeling energievraag Brabantse gebouwde omgeving

Industrie

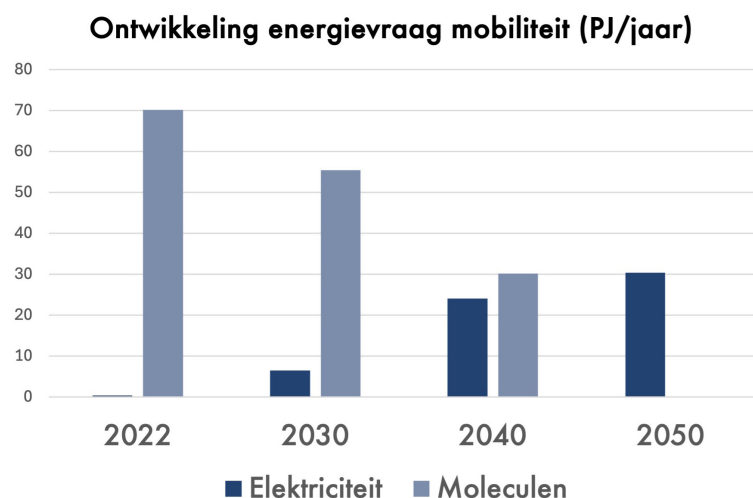
Het type industrie in Brabant is sterk bepalend voor de toekomstige energievraag. Binnen de energievraag onderscheiden wij elektriciteit, lagetemperatuurwarmte (bijv. voor ruimteverwarming) en hogetemperatuurwarmte (bijv. voor productieprocessen). Naar verwachting blijft de warmtevraag tot 2050 nagenoeg gelijk. De elektriciteitsvraag neemt tot 2050 toe met circa 30%.



Figuur 6. Verwachte ontwikkeling energievraag Brabantse industrie

Mobiliteit

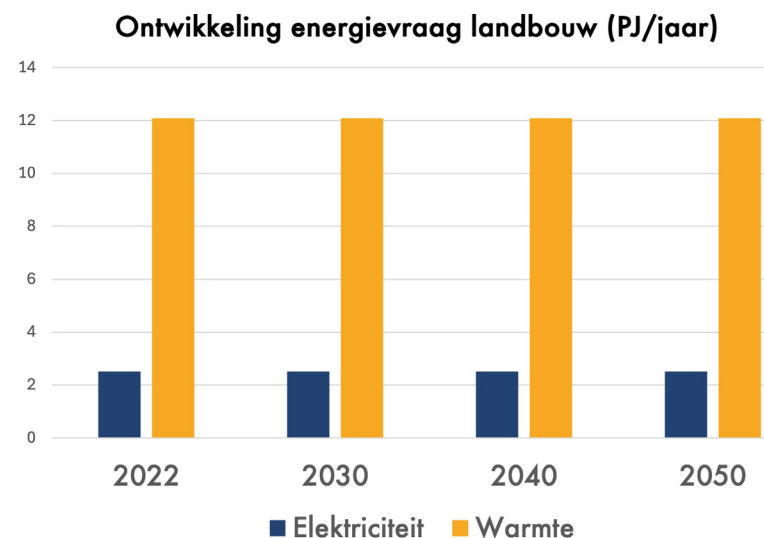
Tot mobiliteit behoren het vervoer over weg, spoor, water en door de lucht. Mobiliteit maakt op dit moment nog in grote mate gebruik van olie (omgezet in benzine, diesel en kerosine). Binnen de scope van dit onderzoek vallen de mobiliteitsvormen over weg en binnenwater. Door elektrificatie daalt de totale energievraag van deze mobiliteitsvormen aanzienlijk. Het huidige beleid koerst aan op een volledige uitsluiting van fossiele brandstoffen in 2050. Daarvoor komt elektriciteit in de plaats.



Figuur 7. Verwachte ontwikkeling energievraag Brabantse mobiliteit (excl. luchtvaart en spoor)

Landbouw

Tot de sector landbouw (en landgebruik) behoren akkerbouw, veeteelt en glastuinbouw. Het grootste deel van de energievraag is afkomstig vanuit de glastuinbouw die behoefte heeft aan een relatieve lagetemperatuurwarmte, vergelijkbaar met de gebouwde omgeving. Een onderbouwde inschatting van de verwachte ontwikkeling van de energievraag tot 2050 is niet beschikbaar. Op basis van gesprekken met de sector is aangenomen dat de energievraag vooralsnog gelijk blijft.



Figuur 8. Verwachte ontwikkeling energievraag Brabantse landbouwsector

4. Ontwikkelingen in het energieaanbod

Tegenover de ontwikkeling van de Brabantse energievraag staat de ontwikkeling van nieuwe lokale en regionale Brabantse energiebronnen en energie-infrastructuur. De verwachte ontwikkelingen in Brabant van bronnen en infrastructuur brengen wij in beeld voor de verschillende energiedragers: warmte, elektriciteit en moleculen zoals groen gas en waterstof. Een belangrijke kanttekening hierbij is dat de meeste verwachte ontwikkelingen in 2030 zijn afgerond. Oftewel, met name in de periode 2030-2050 liggen er veel kansen voor het maken van keuzes over het gewenste energiesysteem.

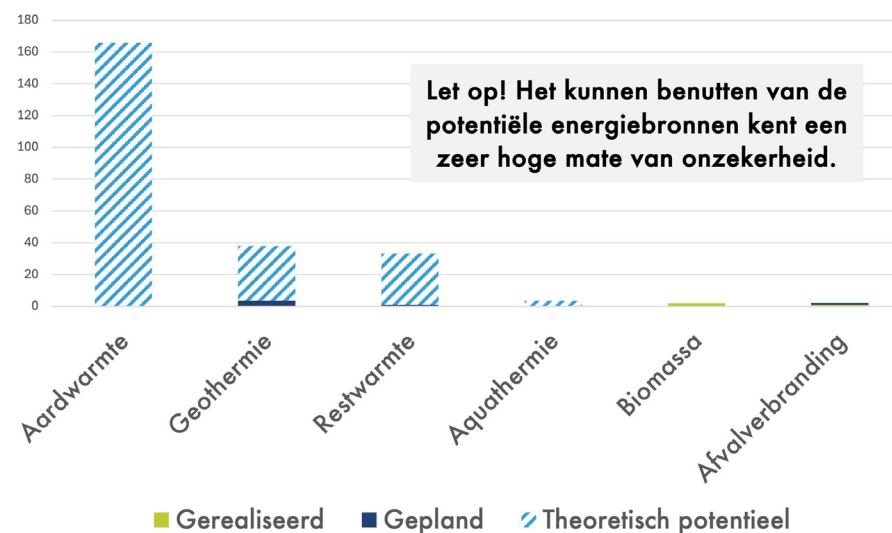
Warmte

Duurzame warmte komt beschikbaar uit verschillende bronnen, zoals restwarmte, de aardbodem (aardwarmte en geothermie), water (aquathermie) en zon (zonthermie). Het verwachte aanbod aan duurzame warmte in Brabant groeit naar 8,5 PJ in 2030 ten opzichte van 3 PJ op dit moment. Aanvullend is er een groot theoretisch potentieel aan duurzame warmte uit aardwarmte, geothermie, restwarmte en aquathermie van ruim ca. 235 PJ. Echter leert de praktijk dat slechts een zeer beperkt deel van het theoretische potentieel daadwerkelijk kan worden ontsloten. Dit neemt niet weg dat het aanbod duurzame warmte in Brabant nog aanzienlijk kan groeien.

Eén van de belangrijke voorwaarden om duurzame warmte te ontsluiten is de bijbehorende warmte-infrastructuur. Dit kan deels door de bestaande warmtenetten in Brabant beter te benutten en/of uit te breiden. Ook is het ontwikkelen van nieuwe warmtenetten mogelijk op plekken met een dichte bebouwing zoals bijvoorbeeld

's-Hertogenbosch, Roosendaal en Bergen op Zoom. Tot slot is het ontwikkelen van kleinschaligere initiatieven mogelijk in de kernen in de landelijke gebieden.

Gerealiseerd, gepland en potentieel aanbod warmte in Brabant (PJ/jaar)



Figuur 9. Gerealiseerd, gepland en theoretisch potentieel van Brabantse duurzame warmtebronnen

Waterstof

Waterstof is een gas dat ingezet kan worden voor bijvoorbeeld industriële processen met een hogetemperatuurwarmtebehoefte, piekvragen voor collectieve warmtesystemen en transport zoals scheepvaart en luchtvaart. Groene waterstof wordt geproduceerd via elektrolyse uit hernieuwbare elektriciteit en water en brengt daarmee ook een aanvullende water- en elektriciteitsvraag met zich mee.

Het beschikbare aanbod van waterstof in Brabant is sterk afhankelijk van de ontwikkeling van elektrolyzers en import van waterstof van buiten de provincie. Het huidige potentieel voor Brabantse waterstofproductie wordt geschat op ruim 38 PJ per jaar afkomstig uit elektrolyse bij diepere aanlanding van Wind op Zee in mogelijk Tilburg, Moerdijk en Geertruidenberg. Dit zijn elektrolyzers die worden gevoed vanuit wind op zee en het nationale elektriciteitsnet. Dit waterstofpotentieel brengt een verwachte elektriciteitsvraag van 55 PJ per jaar met zich mee. Daarnaast worden mogelijkheden voor elektrolyse bij Oosterhout en Waalwijk verkend.

Om waterstof gericht te kunnen gebruiken, is transport van waterstof nodig. Dit kan via de nationale waterstofinfrastructuur – waarbij een deel van de nationale hoofdstructuur van het aardgasnet mogelijk wordt omgebouwd voor waterstoftransport – en de Delta Rhine Corridor. Daarnaast is distributie over weg, spoor en water mogelijk.

Groen gas

Groen gas is gas geproduceerd vanuit biomassa, zoals mest en plantaardigafval. Groen gas heeft gelijkende eigenschappen aan aardgas en kan daarom ook worden gebruikt voor procesindustrie, de piekvraag voor warmtenetten, glastuinbouw en voor verwarming van de gebouwde omgeving. De hoeveelheid groen gas is per definitie beperkt doordat de hoeveelheid biomassa die duurzaam gebruikt kan worden om groen gas te produceren beperkt is. Het theoretisch potentiële aanbod ligt naar verwachting in 2050 rond de 15 PJ per jaar. Ook hier geldt dat in de praktijk slechts een beperkt deel van de theoretische potentie kan worden benut. Desondanks kan het aanbod van groen gas in Brabant nog verder groeien.

Het huidige aardgasnetwerk kan worden ingezet voor de distributie van groen gas. Op dit moment wordt er op diverse plaatsen in de provincie al groen gas ingevoerd in het aardgasnetwerk. Het gaat hierbij met name om de regionale

aardgasinfrastructuur. In de toekomst vraagt dit mogelijk om aanpassingen in de bestaande gasinfrastructuur met de inzet van boosters en aanpassingen van specifieke verbindingen.

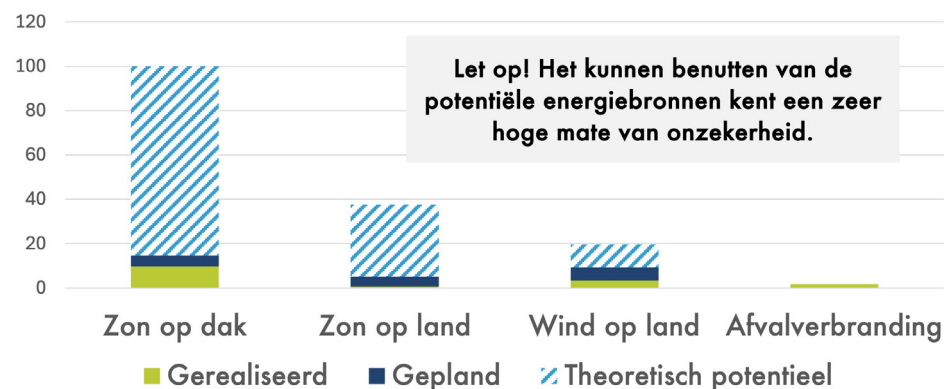
Elektriciteit

Onder duurzame elektriciteit verstaan wij elektriciteit die wordt opgewekt uit hernieuwbare bronnen zoals zon, wind, waterkracht en biomassa. Elektriciteit wordt ingezet voor een breed scala aan toepassingen: het aandrijven van machines en apparaten, verlichting, verwarming, communicatie (zoals via internet en telefoonnetwerken) en het opladen van elektrische voertuigen.

Brabant kent (vanuit de RES 1.0) concrete plannen voor de groei van energieopwekking uit zon en wind op land. Hierdoor groeit het aanbod van duurzame elektriciteit naar 31 PJ in 2030. Aanvullend is verdere groei van elektriciteitsproductie uit zon, wind en thermische bronnen zoals kernenergie mogelijk. Voor zon en wind wordt het theoretisch potentieel geschat op 127 PJ². Wederom geldt dat in de praktijk slechts een beperkt deel van het theoretisch potentieel kan worden benut. Verder geldt voor al deze bronnen dat het daadwerkelijk benutten aanvullende inspanningen vergt. Deze inspanningen gaan over de ontwikkeling van de infrastructuur, inpassing in de omgeving en samenwerking met medeoverheden en netbeheerders.

² Gegeven dat zon op landbouwgronden de laagste trede op de zonneladder is, is hierbij het theoretische potentieel reeds met 95% gereduceerd.

Gerealiseerd, gepland en potentieel aanbod elektriciteit in Brabant (PJ/jaar)



Figuur 10. Gerealiseerd, gepland en theoretisch potentieel van Brabants aanbod duurzame elektriciteit

Elektriciteit vergt ook distributie via het elektriciteitsnet. Hiervoor is verdere versterking en uitbreiding van het elektriciteitssysteem nodig. Schaarste op het elektriciteitsnet is nu vaak al een beperking voor nieuwe ontwikkelingen: gezien de toenemende elektriciteitsvraag is aanzienlijke versterking nodig. Hierbij gaat het om gerichte versterking van het hoogspanningsnet en de aanleg van gelijkstroom verbindingen (door TenneT) en de onderliggende transport- en distributienetten (door Enexis). Flexibilisering van de elektriciteitsvraag door elektriciteit vooral te gebruiken, of op te slaan, als het beschikbaar is, speelt een belangrijke rol om overdimensionering van het elektriciteitsnet tegen te gaan en duurzame bronnen zo optimaal mogelijk te benutten.

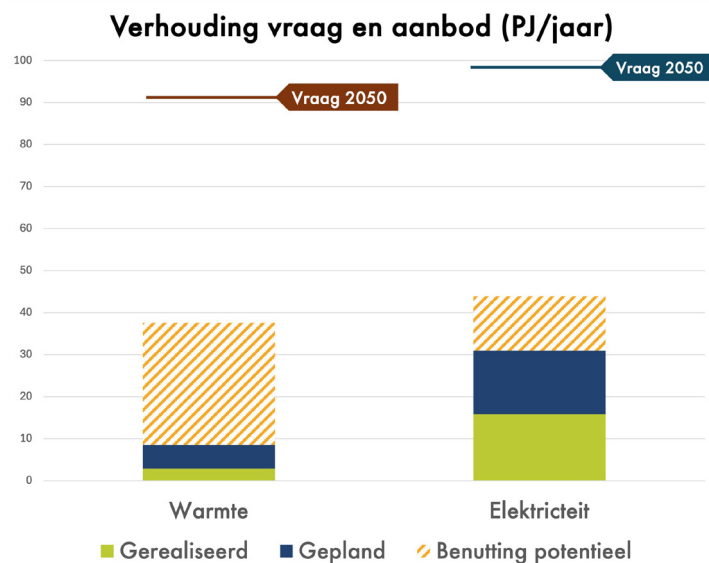
Small Modular Reactor (SMR)

SMR's zijn kleine kernreactoren die betrouwbaar energie kunnen produceren, mits voorzien van voldoende splijtstof en koelwater. Momenteel zijn verschillende SMR technieken volop in ontwikkeling. In de huidige ontwikkelfase is nog onduidelijkheid over de eisen die aan de realisatie van een SMR zullen worden gesteld.

SMR's, en daarmee ook de Molten Salt Reactor (MSR), zijn energiecentrales die warmte en elektriciteit produceren. Deze energiecentrales onderscheiden zich met dat zij hun energieproductie kunnen starten wanneer gewenst. Hierdoor kunnen SMR's interessant zijn voor het toekomstige Brabantse energiesysteem. Om deze reden houdt Brabant de ontwikkeling van SMR's, en MSR's in het bijzonder, scherp in de gaten. Daarmee komt deze techniek ook expliciet aan bod in het energieperspectief.

5. Opgaven voor het Brabantse energiesysteem

De Brabantse energievraag is aanzienlijk groter dan het aanbod uit duurzame Brabantse energiebronnen. Figuur 11 visualiseert dit verschil tussen vraag en aanbod, waarbij is aangenomen dat 10% van het theoretische potentieel uit Hoofdstuk 4 kan worden benut. De provincie Noord-Brabant staat daarmee samen met de Brabantse stakeholders voor een grote uitdaging in de energietransitie. Om gestructureerd met deze uitdaging aan de slag te gaan zijn zes opgaven gespecificeerd.



Figuur 11. Verhouding vraag naar en aanbod van warmte en elektriciteit

Deze zes opgaven vervullen allen een rol in de energietransitie en hangen nauw met elkaar samen. Daarnaast is het nodig om over alle opgaven een keuze te maken aangezien zij allen nodig zijn en niet één opgave zaligmakend is. De zes opgaven zijn als volgt:

- 1. Beperken van de energievraag.** De beschikbare duurzame energiebronnen voor warmte en elektriciteit zijn aanzienlijk kleiner dan de verwachte toekomstige vraag. Vermindering van de vraag door energieverspilling tegen te gaan verkleint dit verschil.
- 2. Bewust inzetten van duurzame energiedragers.** De beschikbare duurzame Brabantse energiebronnen kunnen voor verschillende doelen worden ingezet. Energiedragers zo doelmatig mogelijk inzetten voorkomt conversieverlies en gebruikt de beschikbare bronnen efficiënt waardoor minder energieopwekking nodig is.
- 3. Vergroten van het energieaanbod.** Zo worden meer duurzame Brabantse bronnen ontwikkeld en stijgt het aanbod van duurzame energie. Vergroting van het aanbod verkleint het verschil tussen vraag en aanbod.
- 4. Ruimtelijk bij elkaar brengen van energievraag en -aanbod.** Door energievraag en -aanbod in elkaars nabijheid te ontwikkelen vermindert de noodzaak voor transport van energie. Hierdoor is minder energie-infrastructuur nodig wat de uitbreidingsopgave verkleint.
- 5. In de tijd bij elkaar brengen van energievraag en -aanbod.** Door energievraag en -aanbod zoveel mogelijk op hetzelfde moment te laten plaatsvinden, vermindert de noodzaak voor opslag van energie.

Hierdoor is minder energieopslag nodig, wat de energieverliezen voorkomt en de uitbreidingsopgave verkleint.

- 6. Fossiele brandstoffen bewust uifaseren.** Zo wordt onnodige energieschaarste voorkomen, doordat de uifasering knelt met de ontwikkeling van nieuwe duurzame bronnen en infrastructuur.

De rest van dit hoofdstuk zal dieper ingaan op de opgaven en enkele opgaven illustreren aan de hand van Brabantse praktijkvoorbeelden.

Opgave 1: Beperken van de energievraag

De energievraag zoveel mogelijk beperken, betekent dat we zoveel mogelijk energie besparen. Daarmee verkleinen wij het verschil tussen vraag en aanbod, en ontlasten wij het energiesysteem als geheel. De energievraag beperken kan op meerdere manieren, onder andere door gedragsverandering (bv. verwarming voor het slapen uitzetten), efficiëntere productie (bv. een warmtepomp in plaats van e-boiler) en beter benutting van het eindproduct (bv. isolatie van de woning waardoor minder warmte vervliegt).

Attracties slim starten in de Efteling

De Efteling heeft een goed voorbeeld van hoe een kleine gedragsverandering een groot effect op de energievraag kan hebben. Door een minimale aanpassing van de opstartroutine draait de wildwaterbaan 20 minuten per dag minder zonder dat de gasten hier last van hebben. Hiermee wordt jaarlijks voor een week aan energieverbruik door de wildwaterbaan bespaard. Door deze kleine gedragsverandering is de energievraag van het hele pretpark met 1% gedaald³.

³ Efteling, 2019. Het duurzame DNA van de Efteling: klimaatneutraal in 2030. Verkregen via <https://www.efteling.com/nl/blog/corporate/20191031-het-duurzame-dna-van-de-efteling>. Geraadpleegd op 25 september 2024.

⁴ Topsector Energie, 2023. Warmtepompen de+5F en 6H. Verkregen via <https://projecten.topsectorenergie.nl/projecten/warmtepompen-5e5f-en-60h-38670>. Geraadpleegd op 25 september 2024.

Opgave 2: Bewust inzetten van duurzame energiedragers

Om in het energiesysteem energieverspilling en onnodige kosten tegen te gaan, moeten energiedragers efficiënt worden ingezet. Hiervoor zijn keuzes nodig over welke energiedrager het beste voor een toepassing kan worden ingezet. Zo is in sommige gevallen een conversie van de energie noodzakelijk om deze voor het gewenste doel te kunnen inzetten. Wij zien de volgende mogelijkheden voor de efficiënte inzet van energiedragers in het Brabantse energiesysteem:

- Alle sectoren hebben een elektriciteitsvraag. De bestaande (primaire) en eventueel nieuwe elektriciteitsvraag wordt in Brabant voorzien met duurzame elektriciteit die met zo min mogelijk conversies is geproduceerd.
- De verduurzaming van de overige (niet-elektrische) energievraag in Brabant wordt gedaan met een geschikte energiedrager die zo efficiënt mogelijk in deze eindvraag voorziet. Tabel 1 geeft per eindvraag een overzicht van de gewenste drager.

Warmte-koudenet ASML

ASML legt op haar productielocatie in Veldhoven een warmte-koudenet aan waardoor zowel de warmte- als koudeproductie van de warmtepompen wordt benut. Dit nieuwe systeem vervangt 95% van de warmteproductie van de bestaande cv-ketels op aardgas en vergroot de efficiëntie van de koelinstallatie. Hiermee wordt op jaarbasis 30,9 TJ aan energie bespaard⁴.

Tabel 1. Voorkeur van inzet van dragers voor niet-elektrische energievraag per sector.

Gebouwde omgeving <i>Warmte voor ruimteverwarming en tapwater</i>	Industrie lage temperatuur <i>Lage temperatuur productieprocessen</i>	Industrie hoge temperatuur <i>Hoge temperatuur productieprocessen</i>	Mobiliteit <i>Verduurzamen voertuigbrandstoffen</i>	Landbouw <i>Warmte glastuinbouw</i>
Voorkeursvolgorde voor inzet van dragers				
1. Collectieve warmtesystemen 2. Elektrificatie 3. Groen gas waar geen alternatieven beschikbaar zijn (zoals monumentale panden) 4. Géén gebruik van waterstof	1. Collectieve warmtesystemen 2. Elektrificatie 3. Groen gas 4. Bij voorkeur géén gebruik van waterstof	1. Waterstof 2. Groen gas 3. Elektrificatie	1. Elektrificatie voor alle modaliteiten 2. Biobrandstoffen als transitie voor wegvervoer en scheepvaart, en lange termijn luchtvaart 3. Mogelijk waterstof voor zwaar wegtransport, voor scheepvaart en luchtvaart	1. Collectieve warmtesystemen 2. Elektrificatie 3. Groen gas 4. Géén gebruik van waterstof

Toelichting Tabel 1

De niet-elektrische energievraag van de verschillende sectoren kan worden gecategoriseerd in de volgende categorieën: lagetemperatuurwarmte, hogetemperatuurwarmte of bewegingsenergie.

De sectoren Gebouwde omgeving, Industrie en Landbouw hebben een vraag naar lagetemperatuurwarmte. Lagetemperatuurwarmte is direct winbaar uit vele bronnen zoals aquathermie of restwarmte uit bijvoorbeeld een SMR waardoor geen energieomzetting nodig is. Deze warmte wordt efficiënt benut als deze met een collectief warmtesysteem bij warmtevragers wordt gebracht. Indien deze bronnen niet beschikbaar zijn of een collectief warmtesysteem niet realiseerbaar is, is een energieomzetting uit elektriciteit de meest efficiënte optie. Warmtepompen zijn in staat om zeer efficiënt elektriciteit om te zetten in warmte; de energetische waarde van geleverde warmte is groter dan de energetische waarde van benutte elektriciteit. Indien ook elektrificatie niet mogelijk is, kan de warmte worden geproduceerd met duurzame moleculen zoals groen gas of waterstof. Echter gaat bij deze energieomzetting

energie verloren, terwijl groen gas schaars is en bij de productie van waterstof ook energie verloren gaat. Daarom zijn groen gas en waterstof respectievelijk optie 3 en 4.

Hogetemperatuurwarmte ($>150^{\circ}$) wordt in de industrie gebruikt en is doorgaans niet direct te winnen. Hierdoor is een energieomzetting nodig om deze warmte te produceren. Van alle energiedragers kunnen duurzame moleculen zoals groen gas en waterstof de hoogste temperaturen bereiken, waardoor dit de meest logische opties zijn. Gegeven dat deze warmtevraag doorgaans groot is en groen gas schaars, wordt waterstof als meest logische optie gezien en daarna groen gas. Met elektriciteit is deze hogetemperatuurwarmte niet tot nauwelijks te produceren, waardoor elektriciteit als laatste optie wordt gezien.

Bewegingsenergie voor de mobiliteit wordt met elektromotoren het efficiëntst gegenereerd, waardoor elektrificatie de voorkeur heeft. Enkel wanneer elektrificatie voor de gewenste toepassing niet mogelijk is, wordt gekeken naar duurzame moleculen zoals biobrandstoffen en waterstof.

Opgave 3: Vergroten van het energieaanbod

Het energieaanbod vergroten betekent dat wij zoveel mogelijk inzetten op het ontsluiten van het potentieel van de in Brabant beschikbare energiebronnen. Het gaat bijvoorbeeld om de natuurlijke en restwarmtebronnen, gebruik van daken voor zonne-energie (warmte en elektriciteit) en ontwikkeling van zonne- en windparken. Op het moment dat wij de bronnen vergroten, neemt de afhankelijkheid van bovenregionale bronnen af.

Windpark A16

Het project Energie A16 heeft 26 windmolens gerealiseerd langs de snelweg A16. Dit is een vermogen van 136 MW met een verwachte gemiddelde jaarproductie van 1,4 PJ. Dit staat gelijk aan 0.7% van de totale energievraag van Brabant in 2050. Bij de totstandkoming zijn de omwonenden nauw betrokken geweest en zijn er ook meerdere maatregelen getroffen om een deel van de lusten te laten neerslaan waar de lasten worden gevoeld. Een voorbeeld hiervan is dat 25% van de windturbines in lokaal eigendom is. Opbrengsten vanuit deze turbines worden ingezet voor lokale (duurzaamheids)projecten⁵.

Opgave 4: Ruimtelijk bij elkaar brengen van energievraag en -aanbod

Indien energievraag en -aanbod ruimtelijk niet bij elkaar liggen, is transport van energie nodig. Deze infrastructuur voegt een extra schakel toe aan de energieketen die ruimte, geld en realisatietijd vergt. Het bij elkaar brengen van vraag en aanbod verkleint de afhankelijkheid van infrastructuur. Aan deze opgave kan invulling worden gegeven door vraag bij aanbod te realiseren (zoals een laadplein bij een zonne- of windpark) en aanbod bij vraag (zoals zon op het dak van een bedrijf). Inzetten op

deze opgave betekent dat energie – vergelijkbaar aan bijvoorbeeld water en bodem – mede sturend wordt aan de ruimtelijke en economische ontwikkeling van Brabant.

In Brabant zijn diverse locaties waar knelpunten in vraag en aanbod zich gaan voordoen. Voorbeelden hiervan zijn:

- Beschikbaarheid van voldoende elektriciteit in de grotere steden zoals Breda, Roosendaal, Helmond, Eindhoven en Tilburg. Het vergroten van het aanbod in deze steden is beperkt mogelijk: hier is elektriciteit van buiten de steden nodig. Ook voor kleinere gemeenten als Oosterhout, Land van Cuijk en Altena ontstaat een opgave voor elektriciteit: hier doen zich wellicht mogelijkheden voor om de lokale productie uit zon en wind te vergroten.
- Voor warmte onderscheiden zich clusters voor industrie, gebouwde omgeving en landbouw. Voorbeelden van industriële clusters zijn de ontwikkeling van industrie in Etten-Leur, Veghel en Land van Cuijk. Eindhoven, Helmond en Altena zijn voorbeelden van clusters in de gebouwde omgeving. Deze gemeenten hebben een grote warmteopgave, en onvoldoende warmtebronnen. Tot slot, is er de verduurzaming van de warmtevoorziening in de glas- en tuinbouw in bijvoorbeeld Heusden en Steenbergen.

Ecodorp Boekel

Ecodorp Boekel bestaat uit 26 klimaatpositieve sociale huurwoningen die niet op het energiesysteem zijn aangesloten. Deze woningen wekken hun eigen stroom op door middel van zonne- en windenergie. Aangezien deze energiebronnen weersafhankelijk zijn en de vraag naar warmte met name in de winter is, is opslag nodig om de woningen van voldoende energie te voorzien. Met batterijen is er voldoende beschikbaarheid van elektriciteit in het dorp en met een Basaltaccu worden elektriciteitsoverschotten omgezet in

⁵ Energie A16, 2019. Wat hebben we bereikt? Geraadpleegd op <https://energiea16.nl/wat-hebben-we-bereikt/>

warmte en opgeslagen voor in de winter. Door op deze wijze de zomerse over-productie van energie op te slaan en in de winter te gebruiken, wordt het energiesysteem ontzien⁶.

Opgave 5: In de tijd bij elkaar brengen van energievraag en -aanbod

Kenmerkend voor energie uit hernieuwbare bronnen is dat het niet continu beschikbaar en minder “regelbaar” is dan energie uit fossiele bronnen. De zon schijnt immers niet altijd, en het waait evenmin continu. En bijvoorbeeld restwarmte is alleen beschikbaar als productieprocessen actief zijn. Om deze volatiliteit in beschikbaarheid van energie op te vangen, is ontwikkeling nodig op:

- **Flexibel energiegebruik:** sturen op het flexibel gebruik van het energiesysteem, zoals gebeurt met energiehubs en netbewust laden. Hierdoor kan de opgewekte energie direct worden gebruikt en daalt de noodzaak van opslagcapaciteit, wat extra investeringen in en ruimtebeslag door energieopslag voorkomt.
- **Opslag:** door opslag op de juiste plekken in te zetten, kunnen zowel vraag- als aanbodpieken in het energiesysteem worden gereduceerd of zelfs voorkomen. Hierdoor kan de energie met minder transportinfrastructuur worden getransporteerd. Daarnaast zorgt opslag ervoor dat het energieaanbod dat niet op het net past op een later moment alsnog kan worden benut. Hierdoor hoeft er minder opwek te worden gerealiseerd.

Flexibele energievraag Nyrstar

De zinkfabriek van Nyrstar in Budel is een goed voorbeeld van hoe de energievraag kan worden geflexibiliseerd. Op dit moment is de fabriek in staat om 45% van haar energievraag (27 MW) binnen enkele minuten te benutten ten tijde van veel energieaanbod of te reduceren ten tijde van weinig energieaanbod of netcongestie. Hiermee is de fabriek in staat om bij te dragen aan de netstabiliteit en is minder netverzwaring nodig⁷.

Opgave 6: Fossiele brandstoffen bewust uifaseren

De transitie van het huidige energiesysteem, dat nog grotendeels gebruik maakt van fossiele bronnen (kolen, aardgas, olie), naar een duurzaam systeem vindt gefaseerd plaats. Deze fasering is in sterke mate afhankelijk van de individuele keuzes van huishoudens en bedrijven, die hun keuzes mede maken op basis van beschikbare oplossingen en kosten van de verschillende energiedragers. De keuzes die zij maken, kunnen echter ook grote effecten hebben op het energiesysteem. Zo zorgt de snelle elektrificatie op dit moment voor schaarste op het elektriciteitsnet. Dat remt nieuwe ontwikkeling en verduurzaming. Door fossiele brandstoffen weloverwogen en gecoördineerd uit te faseren kan de bovengenoemde schaarste worden beperkt of zelfs voorkomen.

⁶ Ecodorp Boekel, 2021. Ecodorp Boekel met CESAR Basaltaccu in VPRO Tegenlicht op 7 februari.

Verkregen via <https://www.ecodorpboekel.nl/ecodorp-boekel-met-cesar-basaltaccu-in-vpro-tegenlicht-7-februari/>. Geraadpleegd op 25 september 2024.

⁷ VNCI, 2024. <https://www.vnci.nl/chemie-magazine/actueel/artikel/industriële-flexibilisering-kan-elektriciteitsnet-balanceren> Geraadpleegd op 25 september 2024