

Verduurzaming Brabantse industrie

**Een verkennend onderzoek naar energieverbruik en besparingspotentieel
van de middelgrote en grote industrie in Noord-Brabant**

November 2019



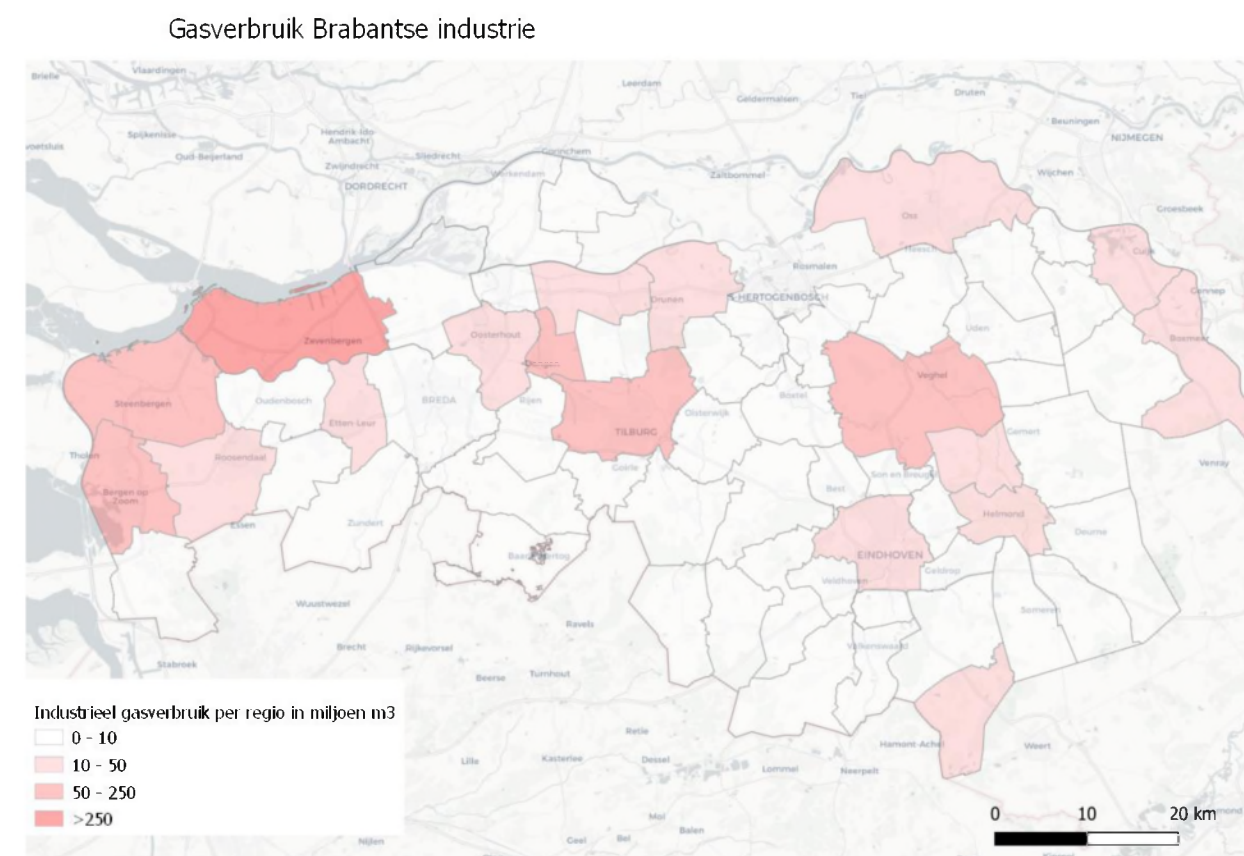
Samenvatting [1]

Doel van het onderzoek

De Provincie Noord-Brabant heeft onderzoek laten doen naar het energieverbruik van de Brabantse industrie, de knelpunten in de energietransitie van de industrie en de mogelijkheden voor de Provincie om deze op te lossen.

Energieverbruik industrie

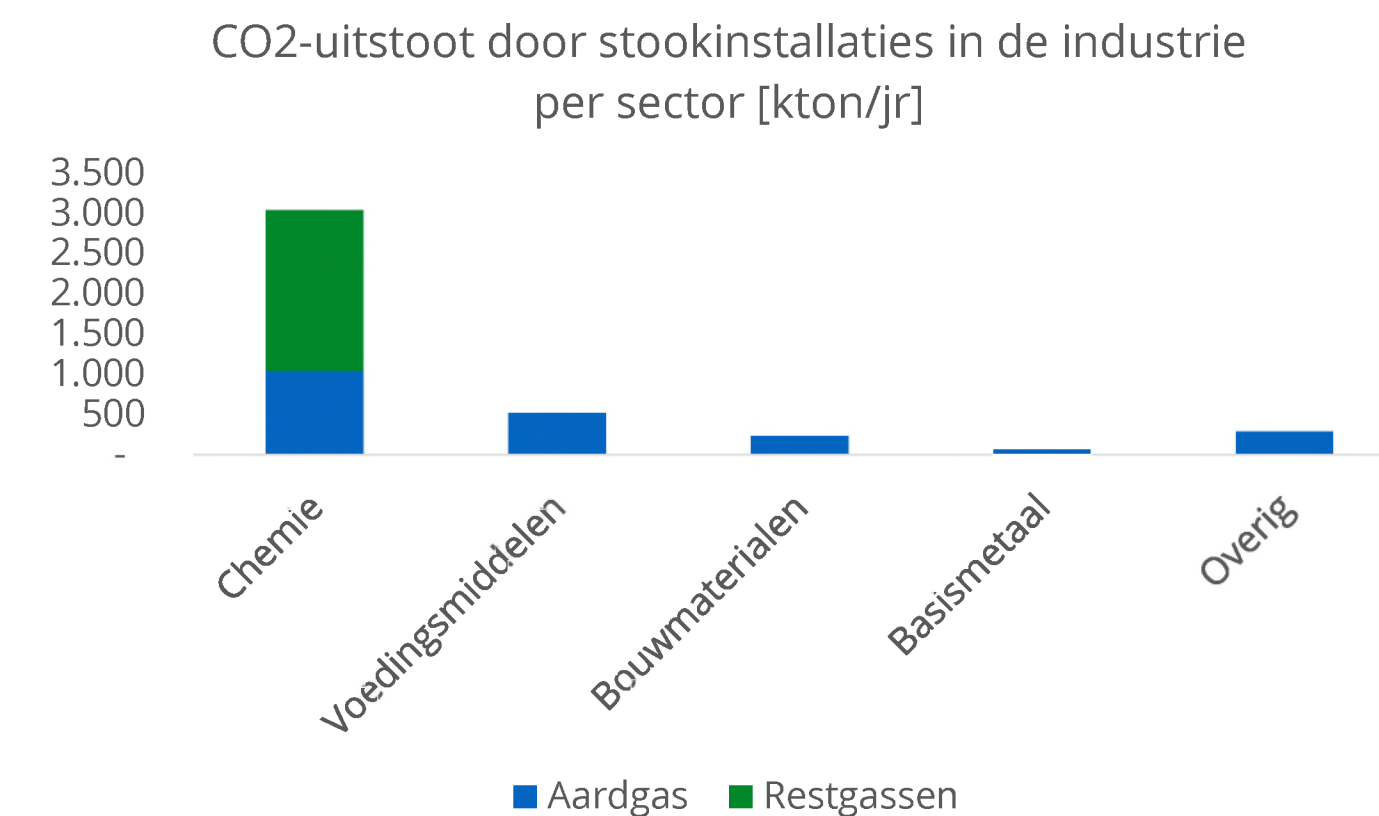
De industrie in Noord-Brabant kenmerkt zich door een grote diversiteit aan sectoren. Om beter zicht te krijgen op de verdeling van het energieverbruik naar sectoren, is op basis van openbare data (CBS, Nederlandse Emissie Autoriteit) en niet-openbare data een lijst opgesteld met de belangrijkste grootverbruikers van de Brabantse industrie. Dit zijn circa 130 bedrijven verspreid over Noord-Brabant.



Aardgasverbruik industrie per gemeente Noord-Brabant.

Bron: BlueTerra op basis van CBS en ETS

Kijkend naar het aardgasverbruik, dan wordt deze gedomineerd door de chemische industrie in Moerdijk. Ook de voedingsmiddelenindustrie en de bouwmaterialenproductie verbruiken veel aardgas. Grote elektriciteitsverbruikers zitten in de metaalindustrie en de chemische industrie.



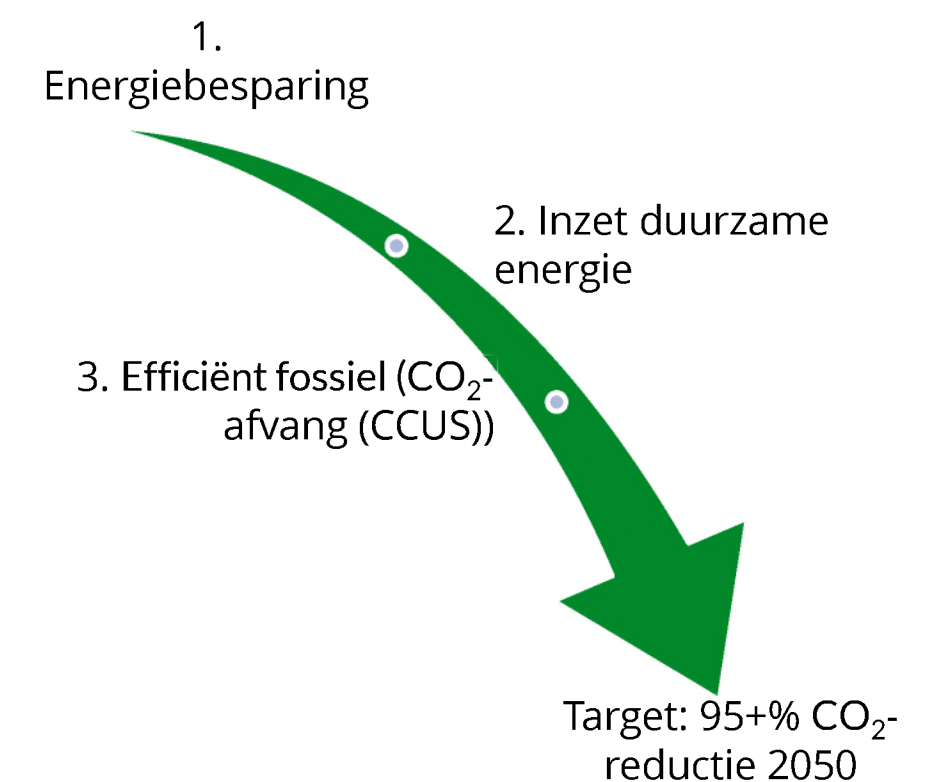
Het energieverbruik is niet evenredig verdeeld, maar sterk geconcentreerd in een kleine groep bedrijven. Hetzelfde geldt voor de CO₂-uitstoot. De 34 bedrijven die onder het EU-ETS emissiehandelssysteem vallen zijn verantwoordelijk voor circa 90% van de directe industriële CO₂-emissies. Het merendeel is afkomstig uit de chemie. Het valt op dat restgassen uit de chemische industrie verantwoordelijk zijn voor een groot deel van de CO₂-uitstoot.

Trias Energetica energietransitie

Transitie en verduurzaming betekent aanpassing van processen en technieken. Aardgas kan alleen worden verminderd en vervangen door meerdere technieken te combineren.

Op basis van de trias energetica ontstaan drie stappen die elk benodigd zijn om vergaande klimaatambities te realiseren.

- Energiebesparing
- Duurzame opwekking
- Efficiënt fossiel (CO₂-afvang (CCUS))



“Energiebesparing is nog steeds de goedkoopste transitiemaatregel”

Samenvatting [2]

Technische mogelijkheden

Energiebesparing en elektrificatie

Er zijn diverse besparingskansen, zowel generiek als sectorspecifiek. Generieke besparingsopties zijn energie-efficiëntie en materiaalefficiëntie. Belangrijke technieken zijn industriële warmtepompen en mechanische damprecompressie (MVR) voor stoomsystemen. Hiermee kan met een hoog rendement restwarmte en lagedrukstoom hergebruikt worden, waarmee de industrie maximaal 42% kan besparen op het finale energieverbruik gebaseerd op het aardgasverbruik t.b.v. warmte. Daarnaast is er een veelheid aan technieken beschikbaar die veelal tegen marktintroductie aan staan. Met deze technieken kan een deel van het aardgasverbruik efficiënt vervangen worden door inzet van elektriciteit.

Duurzame opwek

Voor duurzame opwek zijn zon en wind, biomassa en geothermie de meest aantrekkelijke oplossingsrichtingen, waarbij zon voor een individueel bedrijf slechts een beperkte rol speelt. Zon is wel de techniek met de minste risico's ten aanzien van maatschappelijk draagvlak. Bij wind op land kan de landschappelijke inpassing, geluid en slagschaduw een probleem vormen. Biomassa kent discussies over oorsprong, fijnstof en transportbewegingen. Geothermie die van aardbevingen. Wind op zee is voor de industrie de minst risicovolle oplossingsrichting. Gezien de hoge kosten voor de uitbreiding van het transportnet zullen vooral bedrijven in de kuststrook (waaronder Moerdijk) hiervan profiteren. Vergeleken met andere provincies heeft Brabant een sterk elektriciteitsnet. Transport via de waterstofroute, mogelijk van Rotterdam naar Chemelot, biedt ook kansen voor Noord-Brabant.

CO₂-afvang

De afvang van CO₂ (CCS) uit schoorstenen zal vooralsnog voorbehouden blijven aan grote bedrijven, waarbij ook in de toekomst weinig alternatieven zijn. Dit zijn bijvoorbeeld bedrijven met afvalverbranding, biomassacentrales, hoogovens en chemische processen. Op de korte termijn kan de CO₂ opgeslagen worden in lege velden onder de Noordzee. Op de langere termijn zal de CO₂ met behulp van waterstof omgezet kunnen worden in kunststoffen.

Samenvattend kan gesteld worden dat er nu al veel technische mogelijkheden zijn om van het aardgas af te komen. De uitdaging is om deze transitie onder de huidige lage tarieven van aardgas en de huidige energie-infrastructuur met haar beperkingen te versnellen.

Oplossingsrichtingen per sector

Chemie

Het aantal grote chemische bedrijven in Brabant is beperkt en hun energiesystemen zijn complex en vervlochten met nabij gelegen bedrijven. Een clusteraanpak ligt voor de hand voor de bedrijven in Moerdijk en Bergen op Zoom. Intern liggen er nog veel mogelijkheden voor warmteterugwinning maar daarvoor moet ingegrepen worden in processen en dat vergt een lange adem. Voor hoge temperatuurprocessen kan elektrificatie of de inzet van waterstof een oplossing bieden. Ook deze transitie zal tientallen jaren vergen. Voor de chemie zou toepassing van biomassa een tussenoplossing kunnen zijn. CCS lijkt bij restgassen de enige oplossing, naast reductie in de hoeveelheid ervan.

Voeding&dranken

Voor de voedingsmiddelen – en drankenindustrie geldt dat er weliswaar veel diversiteit zit in de bedrijven, maar dat slimme elektrificatie in deze sectoren zinvol is. Hier wordt namelijk veel gebruik gemaakt van lagedrukstoom en warmte van minder dan 100 °C Celsius. Ook warmtepompen en mechanische damprecompressie passen hier uitstekend bij en kunnen voor een forse energiebesparing zorgen. Daar waar sprake is van clusters kan (nadat alle besparende maatregelen zijn doorgevoerd) overwogen worden diepe geothermie toe te passen. Omdat de meeste bedrijven in een stedelijk gebied liggen, zou de resterende laagwaardige restwarmte beschikbaar gesteld kunnen worden aan lokale warmtenetten (Zie BIJLAGE II).

Metaal en bouwstoffen

De metaal- en de bouwstoffen industrie kenmerken zich door processen met een hoge temperatuur, veelal boven de 1000 °C. Elektrificatie is mogelijk voor bedrijven in de buurt van hoogspanningslijnen. Als de waterstofleiding Rotterdam-Chemelot tot stand komt, dan ontstaan ook kansen rond dat tracé. Bij elektrificatie is het zaak flexibiliteit in de productie na te streven zodat ingespeeld kan worden op sterk fluctuerende elektriciteitstarieven.

“Ontwikkeling CCS en waterstof kan hand in hand”

Samenvatting [3]

Extreme scenario's

Om een indruk te krijgen van de impact van volledige elektrificatie, waterstof-economie, biomassa of carbon capture and storage (CCS) zijn hiervoor enkelvoudige routes uitgewerkt. Een combinatie van routes zal noodzakelijk zijn, aangezien er geen enkele route op zichzelf zal volstaan.

All electric

Het besparingspotentieel van elektrificatie van het aardgasverbruik exclusief restgassen is circa 42%, ofwel 14 petajoule (PJ). De doelstelling van de Brabantse Energieagenda is dat de industrie in 2030 5 PJ minder verbruikt ten opzichte van 2016. Met elektrificatie kan dit doel vermoedelijk gehaald worden, al wordt dit uitdagender als het energieverbruik sterk stijgt vanwege economische groei. Elektrificatie zal leiden tot ruwweg een verdubbeling van het elektriciteitsverbruik van de industrie. De impact die dit heeft op het hoogspannings- en middenspanningsnet en moet nader worden onderzocht.

Volledig op waterstof

In een fictief scenario waarbij het aardgasverbruik van 35 PJ, waarvan 33 PJ voor warmte, één op één wordt vervangen door waterstof, kan mogelijk de bestaande infrastructuur worden gebruikt. Er is dan 3 miljard m³ blauwe waterstof (CO₂-vrij) nodig. Dit zal vermoedelijk moeten worden geïmporteerd, al zijn er wel kansen om in de chemieclusters blauwe waterstof te gaan produceren. Richting 2040 kan de blauwe waterstof deels worden vervangen door (geïmporteerde) groene waterstof.

Volledig op biomassa

Biomassa wordt gezien als een tijdelijke oplossing, totdat andere technieken haar rol over kunnen nemen. Als de warmtevraag volledig met geïmporteerde biomassa wordt ingevuld, dan is circa 2,2 miljoen ton houtpellets per jaar nodig. Dit staat gelijk aan ruim 700 vrachtschepen of 70.000 vrachtwagens, en betreft ongeveer 1,5x het jaarlijkse houtpelletverbruik van de Amercentrale in vol bedrijf. Vanwege maatschappelijke onrust en stikstofproblematiek is grootschalige uitrol van biomassaprojecten op dit moment niet denkbaar.

Volledige CCS

CO₂ zal worden afgevangen na verbranding van restgassen van de chemische industrie. De Amercentrale kan CO₂ gaan afvangen uit kolen en uit biomassa. In theorie kan daarnaast jaarlijks maximaal vier megaton CO₂ uit aardgas worden afgevangen in Brabant, exclusief de energiecentrales. Hierbij moeten ook kleinere bedrijven CO₂ gaan afvangen. De geschatte capaciteit van de gasvelden op de Noordzee is 1200 megaton. De chemische industrie heeft ook koolstof nodig, dus een deel van de CO₂ hoeft niet opgeslagen te worden, maar kan onder andere ingezet worden in de kunststofproductie.

Kansen

De voornaamste kansen die zich voordoen in de industrie van Noord-Brabant zijn slimme elektrificatie (inzet van warmtepompen en dergelijke), inzet van vooreerst blauwe en later groene waterstof en de afvang en benutting van CO₂ van restgassen.

“Om de doelstelling te halen zijn alle paden nodig”

Knelpunten

De knelpunten die in deze studie geïnterpreteerd zijn betreffen niet alleen de financiën, maar ook de cultuur/maatschappelijke knelpunten, de techniek en de bestuurlijke. De belangrijkste worden hier samengevat.

Cultuur/maatschappelijk

De aandacht van aandeelhouders en CEO's van bedrijven voor de energietransitie verschilt van bedrijf tot bedrijf, maar zou absoluut beter kunnen. Vooral internationaal opererende bedrijven zien energie als bijzaak en komen niet zomaar in beweging. Een ander belangrijk maatschappelijk knelpunt is de beschikbaarheid van goed technisch personeel.

Financieel

Niet alleen de rentabiliteit van maatregelen is een probleem, maar ook het kapitaalbeslag. Een belangrijke bottleneck om financiering door derden te laten doen is dat de daarmee gepaarde risico's in de balans opgenomen moeten worden en daardoor geen oplossing bieden.

Techniek

Het aanpassen van processen in bestaande fabrieken is technisch uitdagend. Duurzame technieken zijn minder bewezen en vaak storingsgevoeliger dan aardgasgestookte installaties. Meer launching customers zijn nodig.

Bestuurlijk

Soms werken regelgeving en vergunningen remmend op de energietransitie.

Samenvatting [4]

De provincie kan een rol spelen in de versnelling van de energietransitie in de grote industrie door in te spelen op de eerder genoemde knelpunten. Samengevat zijn deze:

1. Convenanten met CEO's

Convenanten met individuele bedrijven om zich extra (bovenwettelijk) in te zetten voor de energietransitie.

2. Plannen voor CO₂-vrije productie 2050

De ontwikkeling van individuele plannen voor CO₂-vrije productie als onderdeel van die convenanten.

3. Brabantse Energie Leiders

De communicatie op het gebied van energie verbeteren door het bestaande platform (Brabantse Energie Leiders) uit te bouwen.

4. Scholing

Ondersteuning initiatieven om MBO en HBO studenten op energiegebied te scholen.

5. Best Available Techniques

In vergunning trajecten een lijst met bewezen energiebesparende technieken voorleggen die getoetst moet worden.

6. Energie Innovatie Platform

Een marktplaats creëren waar leveranciers en launching customers elkaar kunnen vinden. Steun voor lokale innovaties als metal fuels.

8. Extra mankracht op vergunningen

Intensievere begeleiding en het versnellen van aanvragen op energiegebied.

9. Extra mankracht op infrastructuur

Intensievere bemoeienis met infrastructurele projecten om stagnatie te voorkomen. Specifiek aandacht voor clusters Moerdijk en Bergen op Zoom.

10. Extra mankracht op regiefuncties

Extra mankracht beschikbaar stellen om regionale projecten van de grond te tillen, procesmanagers, kwartiermakers.

11. Extra mankracht op ruimtelijke ordening

Intensievere bemoeienis met inpassing van projecten in de energietransitie om stagnatie te voorkomen.

12. Duurzaam inkopen

Echt werk maken van duurzaam inkopen, CO₂-footprint en het hebben van zorgsystemen mee laten wegen bij tenders.

13. Landelijk beleid

Lokale bedrijven ondersteunen bij het lobbywerk om landelijk beleid te beïnvloeden ter bevordering van het vestigingsklimaat.

14. Olie en restgassen

Het gebruik van olie en restgassen in Moerdijk dient nader onderzocht te worden qua omvang en reductiemogelijkheden, gezien de invloed op de totale CO₂-emissie van de industrie in Noord-Brabant.

Geluiden uit Brabantse Energie Leiders groep:

“De aardgasprijs is zo laag dat onze aandeelhouders geen belangstelling hebben voor investeringen om dit terug te dringen”

“We hebben geen idee bij welke ontwikkelingen we moeten aansluiten”

“Het duurde 2,5 jaar voordat we een vergunning kregen”;

“De regelgeving ten aanzien van doorberekening vergroting netaansluiting blokkeren de elektrificatie”

“Het initiatief stadswarmte X bloedt dood”

“Ons duurzame product is iets duurder en maakt bij tenders weinig kans

“Elektriciteit uit zonPV is door het belastingstelsel niet goedkoper dan gewone elektriciteit”

“De ontwikkeling van onze hybride oven is gestaakt vanwege de onzekerheden in de ontwikkeling van energietarieven, belastingen en heffingen”

“Onze wkc dreigt door besparingen buiten de boot te vallen voor de vrijstelling energiebelasting”.

“Industrie is zoekende in een onzekere energiewereld”

Inhoudsopgave

Samenvatting

1. Introductie
2. Onderzoekopzet
3. Geografische situatie
 - a) Geografische spreiding bedrijven
 - b) Beschrijving elektrische infrastructuur
 - c) Beschrijving aardgasinfrastructuur
 - d) Beschrijving infrastructuur moleculen
 - e) Beschrijving warmte-infrastructuur
4. Analyse energieverbruik
 - a) Aardgas
 - b) Elektriciteit
 - c) CO₂
 - d) CO₂-uitstoot in perspectief
5. Processen en technieken
 - a) Chemie
 - b) Metaal
 - c) Bouwmaterialen
 - d) Voedingsmiddelen
 - e) Dranken
 - f) Temperatuurniveaus

6. Mogelijkheden verduurzaming

- a) Een pad naar verduurzaming
- b) Optimalisatie processen
- c) Duurzame warmteopwekking
- d) Ontwikkelingsniveaus technieken
- e) Kansen voor restwarmtebenutting
- f) Kansen op clusterniveau

7. Impact scenario's

- a) All electric world
- b) Waterstofeconomie
- c) CC(U)S
- d) Houtpellets
- e) Randvoorwaarden per techniek
- f) Mogelijk scenario Nederlandse industrie

8. Kansen en knelpunten

- a) Kansen
- b) Beleidsontwikkelingen
- c) Knelpunten in de energietransitie genoemd door de industrie
- d) Oplossingsrichtingen

9. Conclusies en aanbevelingen

- a) Conclusies
- b) Aanbevelingen [1]
- c) Aanbevelingen [2]
- d) Aanbevelingen [3]

Hoofdstuk 1 Introductie

De verduurzaming van de Brabantse industrie is een belangrijke ontwikkelopgave voor de provincie.

1. Introductie

Context

De verduurzaming van de Brabantse industrie is een belangrijke ontwikkelopgave voor de provincie. Om uitvoering te geven aan deze opgave wordt door een integraal team gewerkt aan het Uitvoeringsprogramma Energie voor de bestuursperiode 2020-2024. Daarin worden de strategische lijnen voor de komende vier jaar uitgezet.

Er mist op dit moment een overzicht hoe het energieverbruik en de CO₂-emissies van de Brabantse industrie is opgebouwd. Ook de opties voor verduurzaming per sector en de ontwikkelstatus daarvan zijn niet bekend.

Klimaatakkoord

Op 28 juni heeft het kabinet het Klimaatakkoord gepresenteerd en is begonnen met de uitvoering ervan. Het is de Nederlandse uitwerking van de internationale klimaatafspraken van Parijs (2015). In het akkoord staan meer dan 600 afspraken om de uitstoot van broeikasgassen tegen te gaan.

Het overkoepelende doel is een 49% minder CO₂-uitstoot in 2030 ten opzichte van 1990. De besparingsopgave is 49 megaton per jaar, waarvan de industrie 14,3 megaton per jaar moet besparen exclusief economische groei. Als dit doel wordt gehaald, dan blijft voor de industrie een uitstoot over van 35,7 megaton per jaar in 2030. Voor de industrie betekent dit dus nu nog een besparingsdoel van 29% in 2030.

De elektriciteitssector zal het merendeel van de daling van de CO₂-uitstoot moeten realiseren. De industrie draagt daarna in absolute zin het meest bij aan de daling.

Rol van de provincie

Provincies krijgen een belangrijke rol in de regionale uitwerking van het Klimaatakkoord. Om de transitie te concretiseren is Nederland opgedeeld in 30 energieregio's.

Elke gemeente, provincie en ook waterschap werkt op dit moment binnen deze regio's samen met stakeholders aan een Regionale Energiestrategie (RES). Door meer inzicht te vergaren in de verdeling van energiestromen en transitiekansen kan de provincie haar rol in de uitvoering van het Klimaatakkoord beter uitvoeren.

De industrie valt strikt genomen niet onder de RES, maar kan in sommige gevallen wel restwarmte gaan leveren aan de gebouwde omgeving.

Doel van het onderzoek

Het doel van de studie is om inzicht te krijgen in het jaarlijkse energieverbruik en de CO₂-uitstoot van de verschillende sectoren in de Brabantse industrie, de kansen om deze te verduurzamen en te identificeren, waar de meeste impact te bereiken is op energieverbruik gerelateerde CO₂-emissies.

“Wat kan de provincie doen om de energietransitie te versnellen?”

Leeswijzer

Dit rapport begint met een verkenning van het energieverbruik. Daarna wordt ingegaan op de belangrijkste sectoren, processen en besparingsopties en knelpunten. De conclusies en aanbevelingen zijn opgenomen in de samenvatting.

Uitleg eenheden

De universele eenheid van energie is een Joule. De Joule is gedefinieerd als de energie die nodig is om een object te verplaatsen met een kracht van 1 newton over een afstand van 1 meter. Gangbare veelvouden zijn een megajoule (MJ, ofwel een miljoen Joule), een gigajoule (GJ, ofwel een miljard Joule), een terajoule (TJ, ofwel een biljoen Joule) en een petajoule (PJ, ofwel een biljard Joule). Gasverbruik wordt uitgedrukt in kubieke meters gas, ofwel m³. Voor de energiedichtheid is uitgegaan van de lager verbrandingswaarde van Gronings gas, ofwel 31,65 megajoule per m³. Elektriciteitsverbruik wordt uitgedrukt in kilowattuur, ofwel kWh. Een megawattuur, ofwel MWh, is duizend maal groter en staat gelijk aan 3,6 Gigajoule.

Quotes

De blauw gekleurde quotes zijn opmerkingen van de onderzoekers: wat valt op bij de bestudering van het betreffende onderwerp.

Hoofdstuk 2 Onderzoeksopzet

Omdat de data van CBS onvoldoende detail geeft is in dit onderzoek ook de 'bottom-up' methode toegepast.

2. Onderzoekopzet

Aanpak

Allereerst is onderzocht welke data het CBS kan leveren. Het CBS heeft data van de aansluitingenregisters van de netbeheerders, welke informatie bevatten over alle aansluitingen op het openbare net. Vanwege privacy en herleidbaarheid publiceert CBS echter alleen geaggregeerde gegevens.

Het CBS publiceert per gemeente de aan bedrijven geleverde elektriciteit en aardgas. Dit is een goed startpunt, maar voor enkele gemeenten of sectoren met weinig grote verbruikers wordt door CBS geen data gepubliceerd, omdat het verbruik herleidbaar kan zijn naar individuele afnemers. Om dezelfde reden publiceert CBS op provincie niveau geen uitsplitsing van het energieverbruik naar SBI code.

Omdat de gegevens set van CBS niet compleet is, is in dit onderzoek de 'bottom-up' methode toegepast. Daarbij is gestart met het maken van een longlist van middelgrote en grote industriële bedrijven in Noord-Brabant. Als startpunt is bij de Kamer van Koophandel een lijst opgevraagd van alle bedrijven in Noord-Brabant met SBI-codes 10 t/m 35 en een minimum aantal werknemers in dienst van 50.

Vervolgens heeft een cross-check plaatsgevonden voor de volgende bedrijven:

- ETS-bedrijven
- bedrijven met een hogedruk gasaansluiting van GTS¹

De ETS-bedrijven zijn bedrijven die onder het EU-ETS emissiehandelssysteem vallen. Dit zijn bedrijven met verbrandingsinstallaties met een ingangsvermogen van minimaal 20 MW met uitzondering van afvalenergiecentrales. Van de ETS-bedrijven is de CO₂-uitstoot bekend. Dit is alleen de primaire uitstoot op het eigen terrein. Ingekochte elektriciteit telt hier niet in mee. Het merendeel van alle bedrijven met een hogedruk gasaansluiting van Gasunie GTS vallen ook onder het ETS.

Een relatief klein aantal bedrijven zal verantwoordelijk zijn voor het merendeel van het verbruik. Daarom is ervoor gekozen om de analyse te beperken tot ruim 100 bedrijven.

Vervolgens is deze data vergeleken en aangevuld met niet-openbare data zoals bij de lokale overheden beschikbaar is. De data van niet openbare gegevens is geaggregeerd weergegeven zodat deze niet herleidbaar is tot een enkel bedrijf. Voor een verantwoording verwijzen wij naar de bijlage I: data analyse.

Openbare data

CBS: verbruik per gemeente

ETS: bedrijven onder EU-ETS

GTS: bedrijven op HD-gasnet

Openbare rapporten

Niet-openbare data

Lokale overheden

Database industrie Noord-Brabant

“Energiedata ligt niet voor het oprapen”

Hoofdstuk 3 Geografische situatie

Naast de geografische spreiding van de grote industriële bedrijven in Noord-Brabant is voor een goede analyse ook van belang hoe de energie-infrastructuur is opgebouwd. Dit geldt niet alleen voor elektriciteit en aardgas, maar ook voor industriële gassen, olie, warmte en stoom.

3.a Geografische spreiding Brabantse industrie

Geografische spreiding

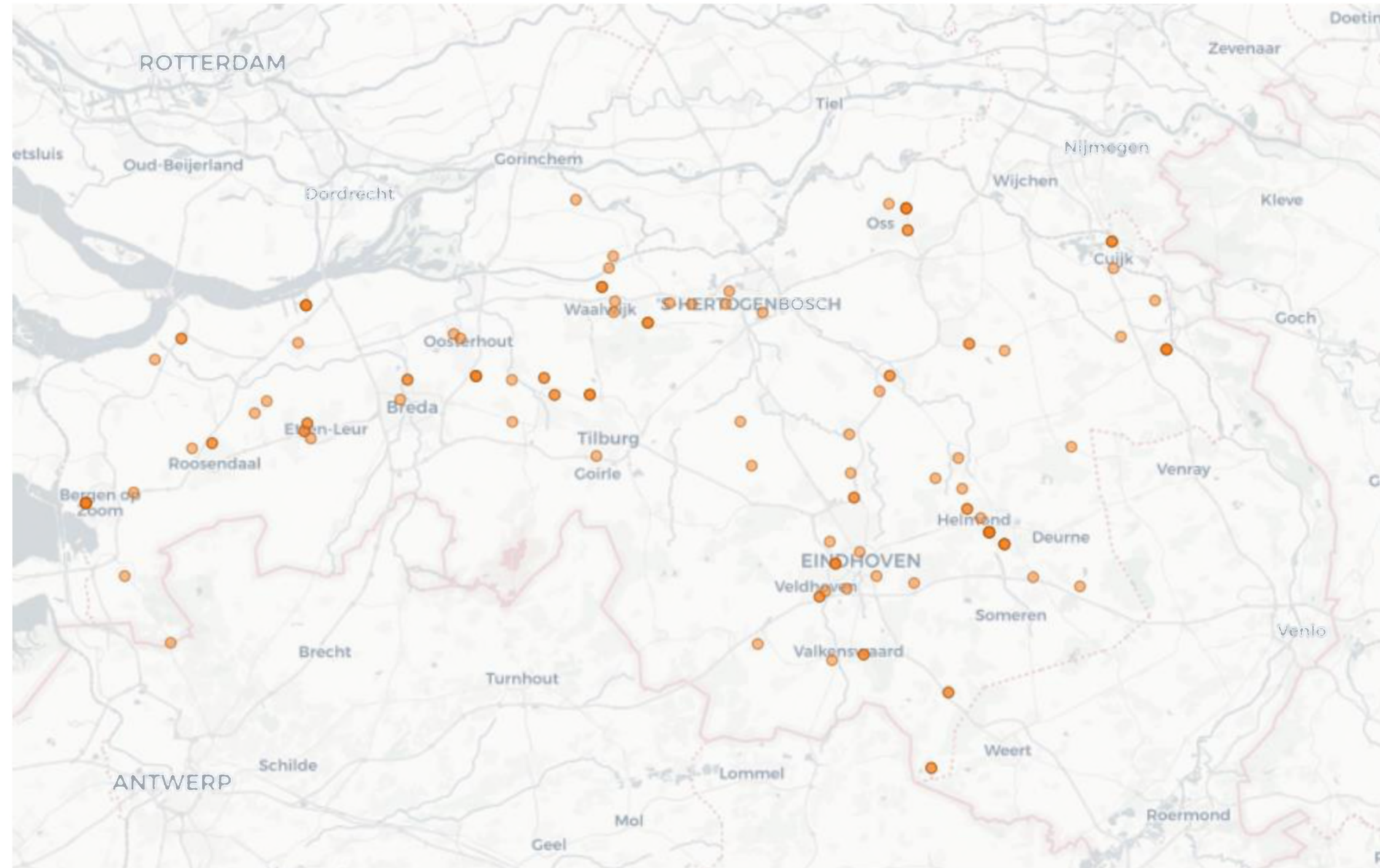
Noord-Brabant kent een lange geschiedenis van industriële activiteit. In Moerdijk en Bergen op Zoom bevindt zich zware industrie en over heel Brabant verspreid bevinden zich industriële bedrijven, dikwijls onderdeel van internationale consortia.

De sector 'Industrie' omvat alle bedrijven die machinaal producten maken en verwerken. Deze sector kent een flink aantal subsectoren, van voedingsmiddelen en bouwmaterialen tot chemie en staal. Bij de indeling van de bedrijven in subsectoren is gebruik gemaakt van de standaard bedrijfsindeling (SBI).

Voor het handelingsperspectief moet ook onderscheid gemaakt worden in ETS-bedrijven en niet-ETS bedrijven (zie hoofdstuk 2).

Binnen de belangrijkste vijf sectoren zitten zowel grote bedrijven die onder het ETS-systeem vallen als bedrijven die daar niet onder vallen.

Het energiegebruik van de Brabantse industrie is aanzienlijk, maar het verbruik van andere industrieclusters in Nederland ligt nog veel hoger.



Grote energieverbruikers geaggregeerd op wijkniveau in Noord-Brabant. Bron: ETS-lijst (NEA, 2019)

“Noord-Brabant : industrieregio bij uitstek”

3.b Beschrijving elektrische infrastructuur

Elektriciteit

De lokale netten van de provincie Noord-Brabant worden gevoed vanuit een hoogspanningsnet. Het hoogspanningsnet (110 kV t/m 380 kV) is in handen van de landelijke netbeheerder TenneT. De regionale middenspanningsnetten (10 kV tm 50 kV) zijn in handen van regionale netbeheerder Enexis. Tussen Geertruidenberg en Eindhoven ligt een hoogspanningsverbinding met een grote capaciteit.

Nieuwe aansluitingen groter dan 1,75 MVA worden momenteel direct aangesloten op een onderstation in het middenspanningsnet. Voor de grotere industriële bedrijven in de lijst is dit mogelijk niet voldoende en moet een directe kabel gelegd worden naar een onderstation dat direct wordt gevoed vanuit het hoogspanningsnet (blauwe en rode lijnen in naastgelegen figuur).

Er zijn circa 30 koppelpunten tussen het lokale middenspanningsnet en het landelijke net van TenneT in Noord-Brabant. Naastgelegen figuur geeft de locatie van deze onderstations weer in het paars. Daarnaast zijn er een honderdtal kleinere onderstations zonder koppeling naar het hoogspanningsnet. In het oranje zijn de grootverbruikers aangeduid. De afstand tussen elk bedrijf en een MS/HS onderstation bedraagt 100 m – 12 km, met een mediaan van 2 km.

Voor bedrijven die ver van een geschikt onderstation zitten zijn de kosten van netverzwaring zeer hoog (BIJLAGE IV).



Hoogspanningsverbindingen 380 kV (rood) en 150 kV (blauw). Bron: TenneT (2019)

*“Het elektriciteitsnet van Noord-Brabant is relatief zwaar uitgevoerd
hetgeen kansen biedt voor elektrificatie”*

3.c Beschrijving aardgasinfrastructuur

Aardgas

Het aardgasnet kent ook een landelijk hogedruksysteem, welke beheert wordt door Gasunie GTS. In Noord-Brabant ligt zowel een hogedruksysteem voor Hoogcalorisch gas als voor Laagcalorisch (Gronings) gas.

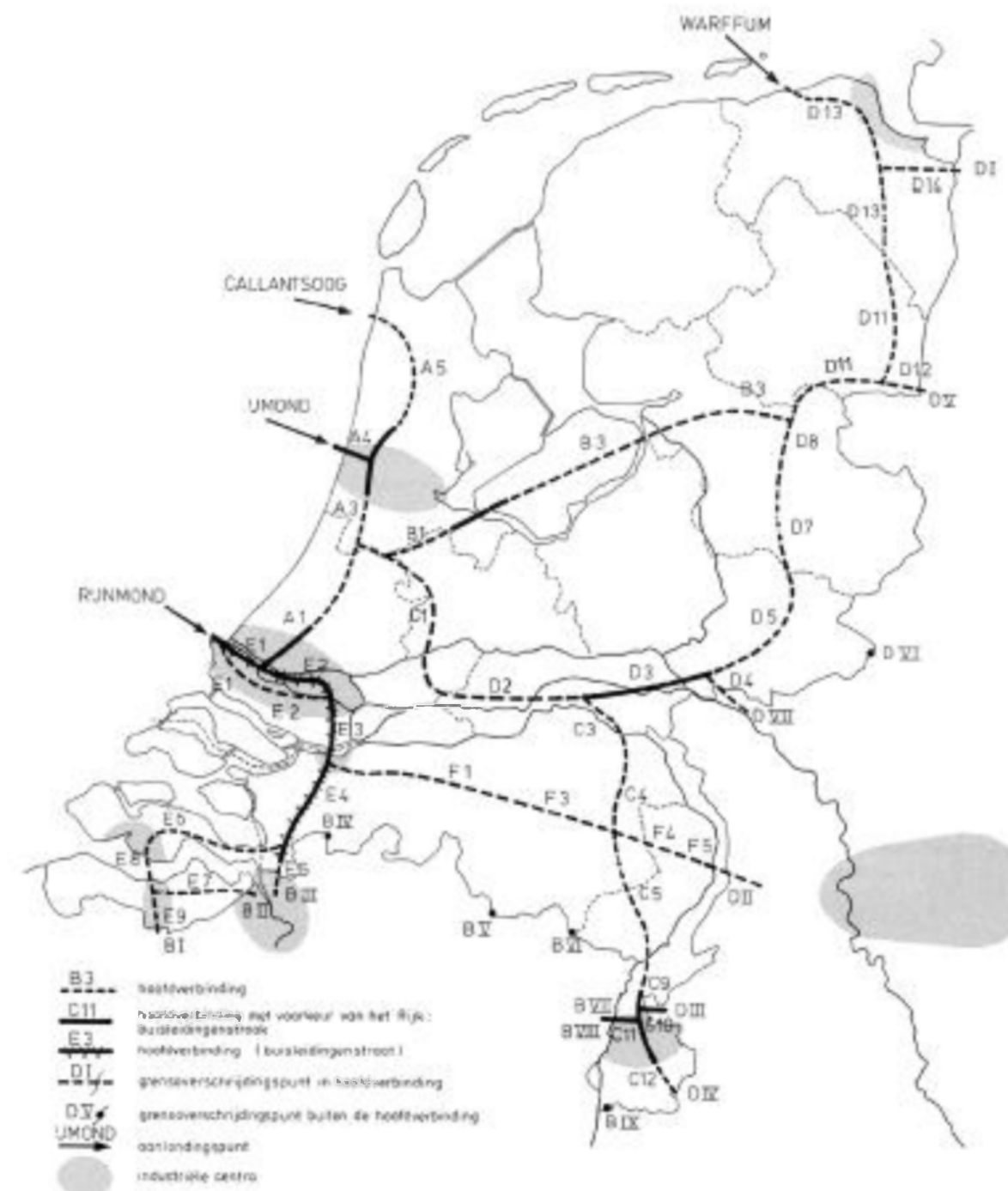
Het gas wordt via gasontvangststations (GOS) gereduceerd in druk en overgedragen naar de regionale netbeheerder Enexis.

Grote industriële bedrijven hebben een eigen GOS (zie gele stippen). Kleinere bedrijven zijn aangesloten op het regionale gasnet. De transportleidingen voor aardgas hebben diameters tot 1,2 meter.

Er ligt een buisleidingenstraat tussen Rotterdam en Antwerpen met een aftakking naar Moerdijk. Een groot knooppunt van gasleidingen ligt in Ravenstein nabij Oss. In onderstaande grafiek is de infrastructuur gestileerd weergegeven.



H-gas (geel) en G-gas (grijs) hoofdinfrastructuur. Bron: Gasunie GTS



Figuur 2.3 Aangewezen hoofdverbindingen uit het Structuurschema Buisleidingen 1985

Overzicht hoofdleidingen. Bron: Structuurvisie buisleidingen 2012-2035 (Rijksoverheid, 2012)

“(Reserve-) aardgasnet biedt kansen voor waterstoftransport”



Overzicht transportleidingen. Bron: Structuurvisie buisleidingen 2012-2035 (Rijksoverheid, 2012)

3.d Beschrijving infrastructuur moleculen

Olie

Er zijn enkele bedrijven die ook grootschalig olie verbruiken. Er ligt een buisleidingenstraat van PPS tussen Rotterdam en Antwerpen met een aftakking naar Moerdijk. Die lijn loopt bovendien via Moerdijk naar Chemelot (blauwe lijn). Deze pijplijn wordt beheerd door Petrochemical Pipeline Services. De paarse lijn geeft het beoogde uitbreidingstracé aan richting Venlo.

Buisleidingen PPS in combinatie met buisleidingen Structuurvisie 2012-2035 t.b.v. verbindingen met Chemelot



Samengestelde kaart met buisleidingen welke PPS in beheer heeft, gecombineerd met het vastgestelde tracé via regio Venlo en het indicatieve tracé via Helmond uit de Structuurvisie Buisleidingen 2012-2035. Deze kaart maakt duidelijk dat er zowel via Venlo als via België een hoofdstructuur aanwezig is. Tevens ligt langs de zuidgrens met België een Nafta-leiding. Vaststelling van het indicatieve tracé leidt tot overprogrammering.

Paars: het bestaande tracé. Oranje: het indicatieve tracé.

Buisleidingstraat PPS met bestaande leidingen (blauw) en vastgesteld tracé voor uitbreiding (paars). Bron: Antea Group

Waterstof (H2, Hydrogen)

Er ligt op dit moment een waterstofleiding die Bergen op Zoom verbindt met Pernis en Antwerpen. Hier liggen mogelijk kansen voor de industrie in Bergen op Zoom, Dinteloord en Moerdijk. Het betreft leidingen met een diameter van 154mm en een capaciteit van 5.000-40.000 Nm³ per uur met een leidingdruk tot 100 bar.

In de toekomstvisie van Gasunie en TenneT is een waterstof infrastructuur geschetst met enkele grote hubs en verbindingslijnen. Grote productielocaties zijn voorzien in onder andere Rotterdam, Terneuzen en Geleen. In deze visie loopt er een hoofdleiding van Moerdijk naar knooppunt Ravenstein in de regio Oss, met een aftakking naar Chemelot. Dit zou kansen bieden voor bedrijven in Noord-Brabant, bijvoorbeeld in Cuijk, Oss, Waalwijk en 's Hertogenbosch.

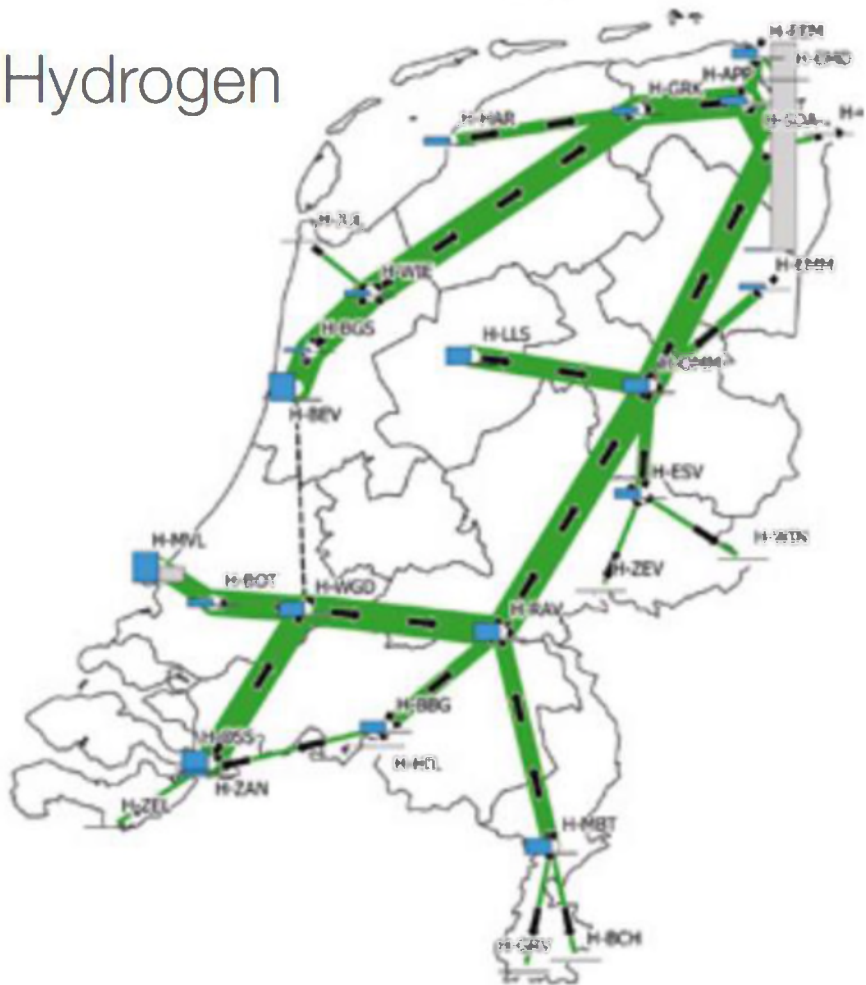
Op dit moment wordt al een aanzienlijke hoeveelheid waterstof geproduceerd in Nederland, namelijk 10 miljard kuub. Dit wordt voornamelijk gebruikt in de kunstmestindustrie.

Regio	Volume (miljard m ³ /jaar)
Delfzijl	1,3
Geleen	1,8
IJmuiden	1,0
Rotterdam/Zeeland	6,1
Totaal	10,2

Waterstofproductie per regio. Bron: DNV GL, 2017



Waterstof infrastructuur. Bron: Air Liquide



Mogelijke toekomstige waterstof infrastructuur in 2050. Bron: Gasunie GTS - Tennet

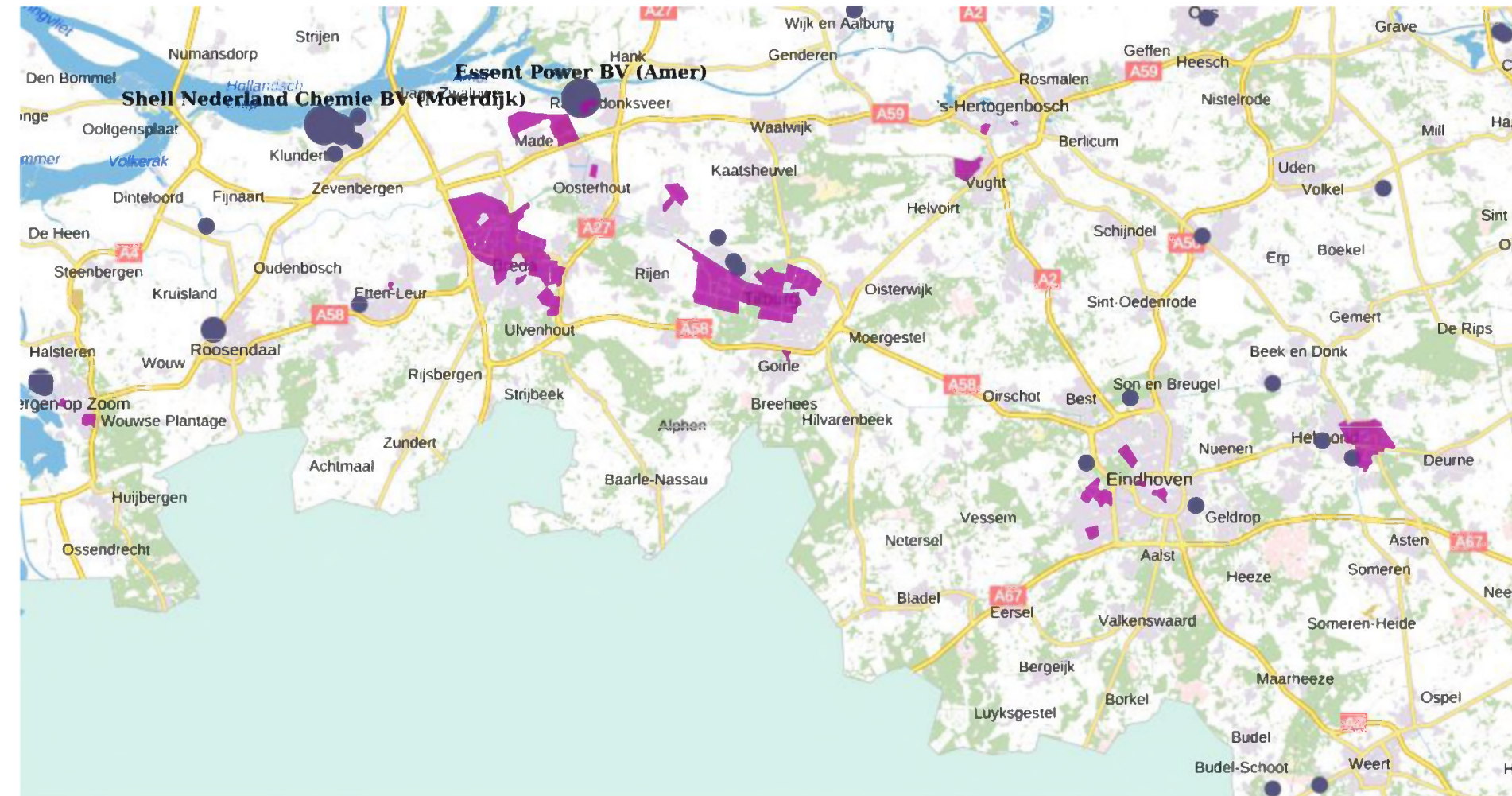
3.e Beschrijving warmte-infrastructuur

warmte

Noord-Brabant kent diverse warmtenetten die warmte leveren aan de gebouwde omgeving. Industriële warmtenetten staan niet op kaart, maar zijn wel sporadisch aanwezig. Dit betreft uitsluitend levering van stoom aan industriële bedrijven op hetzelfde industrieterrein.

De huidige bronnen zijn vooral energiecentrales, afvalverbrandingscentrales en warmtekrachtcentrales in de industrie zelf. Bij een verdere benutting van restwarmte binnen de industrie en uitfasering van conventionele energiecentrales, zal de beschikbare hoeveelheid hoogwaardige restwarmte ($>90\text{ }^{\circ}\text{C}$) in de toekomst afnemen. De hoeveelheid beschikbare warmte kan groeien bij de inzet van open warmtenetten, waarop meerdere aanbieders warmte kunnen leveren. Op deze manier komt de warmte van locaties met een klein of fluctuerend aanbod ook beschikbaar. Laagwaardige restwarmte (bijvoorbeeld $50\text{ }^{\circ}\text{C}$) kan via warmtepompen voor levering aan het net of bij de gebruiker opgewaardeerd worden met warmtepompen naar het gewenste niveau. Onze verwachting is dat er veel meer lagetemperatuurnetten zullen ontstaan, omdat nieuwbouw hier voor ruimteverwarming voldoende aan heeft. Daarnaast zullen veel meer industriële bedrijven hun hoogwaardige warmte zelf gaan opwaarderen en gebruiken.

“Nog veel potentie voor laagtemperatuur warmtenetten”



Locaties stedelijke warmtenetten (paars) en ETS-bedrijven (blauw). Bron: Warmteatlas



Potentiële restwarmtebronnen. Bron Hoogervorst, N. (2017)

Hoofdstuk 4 Analyse energieverbruik

Naast elektriciteit en aardgas is voor een goede analyse ook de vertaling naar de CO₂-impact van belang.

4.a Analyse energieverbruik - aardgas

Aardgas

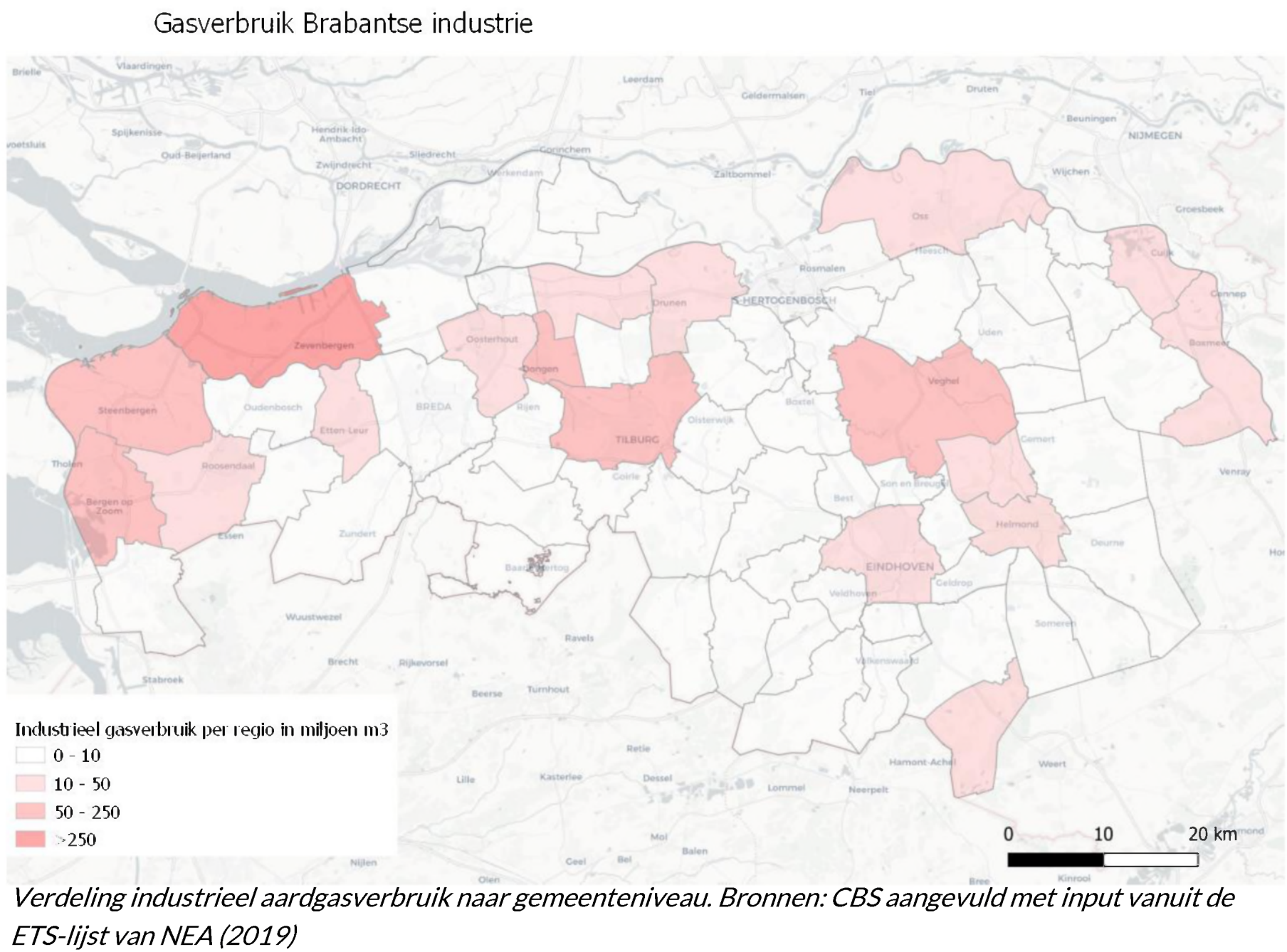
Het CBS schat de levering van aardgas aan de Brabantse industrie op circa 1,1 miljard m³. Dit is exclusief de energiecentrale in Moerdijk. Uit de verzamelde data in dit onderzoek komt een verbruik naar voren van 1,2 miljard m³. Dit komt neer op circa 35 PJ, uitgaande van de lagere verbrandingswaarde van aardgas (LHV). Hiervan gaat circa 33 PJ naar warmte en 2 PJ naar elektriciteit.

Zestien bedrijven hebben een aardgasverbruik van 10 miljoen m³ of meer en drie bedrijven hebben een aardgasverbruik van 100 miljoen m³ of meer. Ter referentie: een huishouden gebruikt iets meer dan 1000 m³ aardgas per jaar.

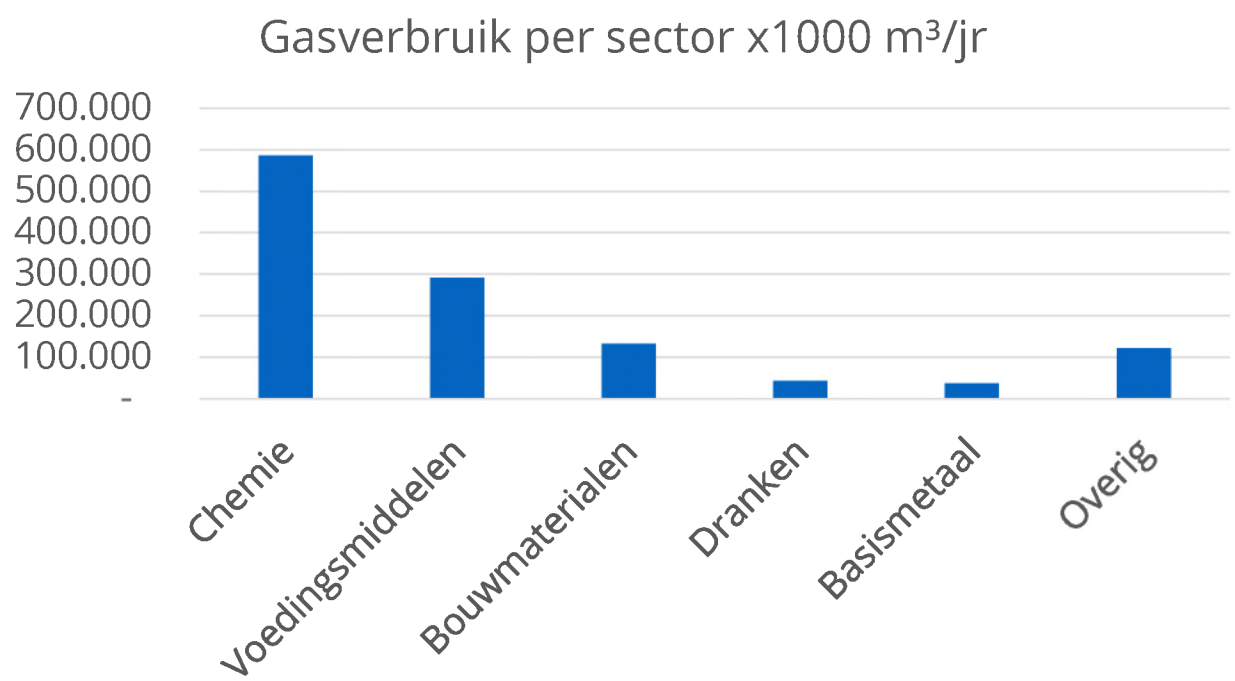
Het aardgasverbruik in Noord-Brabant is dus sterk onevenredig verdeeld. De 10% grootste verbruikers zijn naar schatting verantwoordelijk voor 80% van het industriële aardgasverbruik.

De chemische industrie (SBI 20) is dominant en zit vooral in Moerdijk, Bergen op Zoom en Tilburg. De overige industrieën zijn verdeeld over diverse regio's.

Er moet worden opgemerkt, dat op basis van de ETS-emissiecijfers er veel meer uitstoot plaatsvindt dan vanuit het aardgasverbruik verklaard kan worden. Dit wordt veroorzaakt door de restgassen in de industrie. Dit verdient nader onderzoek.



“Moerdijk grootste aardgasgebruik, Bergen op Zoom goede tweede”



Aardgasverbruik industrie Noord-Brabant ten behoeve van energie per SBI sector
Bronnen: Bronnen: CBS aangevuld met input vanuit de ETS-lijst van NEA (2019)



Verdeling aardgasverbruik bedrijven (cumulatief verbruik als functie van het aantal bedrijven). Bronnen: CBS aangevuld met input vanuit de ETS-lijst van NEA (2019)

4.b Analyse energieverbruik - elektriciteit

Elektriciteit

Het elektriciteitsverbruik in Noord-Brabant is eveneens onevenredig verdeeld, maar in mindere mate. Kijkend naar het verbruik verdeeld over de sectoren, dan zien we dat de metaalverwerkende industrie (SBI 24) dominant is. Dit is voor een belangrijk deel afkomstig van het Metalotcluster in Cranendonk (TNO, 2019). De metaalindustrie wordt gevolgd door de chemische industrie (SBI 20), de voedingsmiddelen industrie (SBI 10) en de bouwmaterialen (SBI 23).

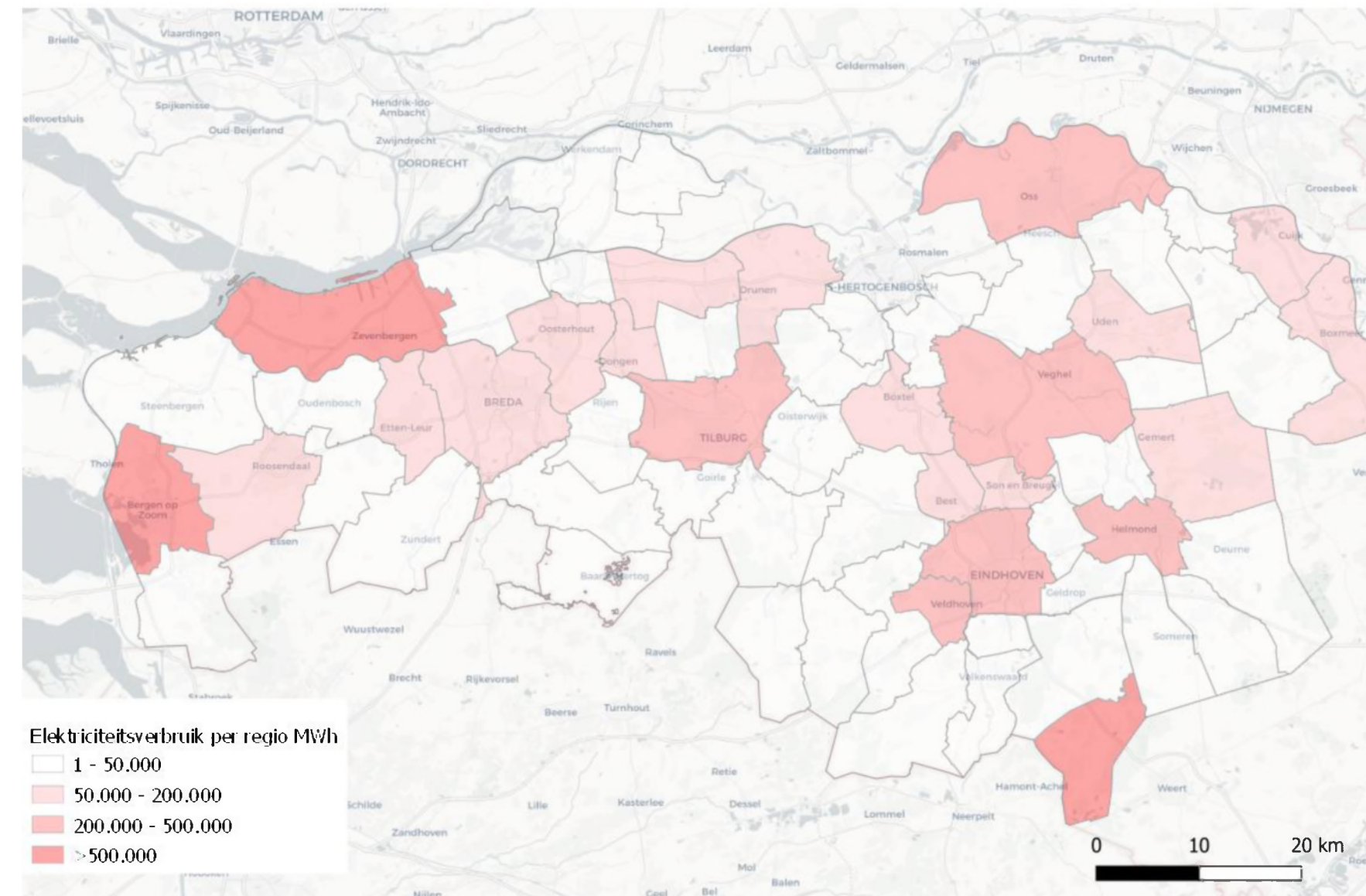
Het verwachte totale verbruik op basis van de samengestelde bedrijvenlijst is 4,3 miljard kWh, ofwel circa 15 PJ. Het CBS schat de levering van elektriciteit aan de totale Brabantse industrie op 6,1 miljard kWh, ofwel circa 22 PJ.

Dit betekent dat de bedrijvenlijst van grote bedrijven circa 70% van het elektriciteitsverbruik van de Brabantse industrie conform CBS kan verklaren. Dit is niet verwonderlijk, omdat er heel veel middelgrote bedrijven zijn met een elektriciteitsverbruik van enkele duizenden MWh, ofwel enkele miljoenen kWh, per jaar.

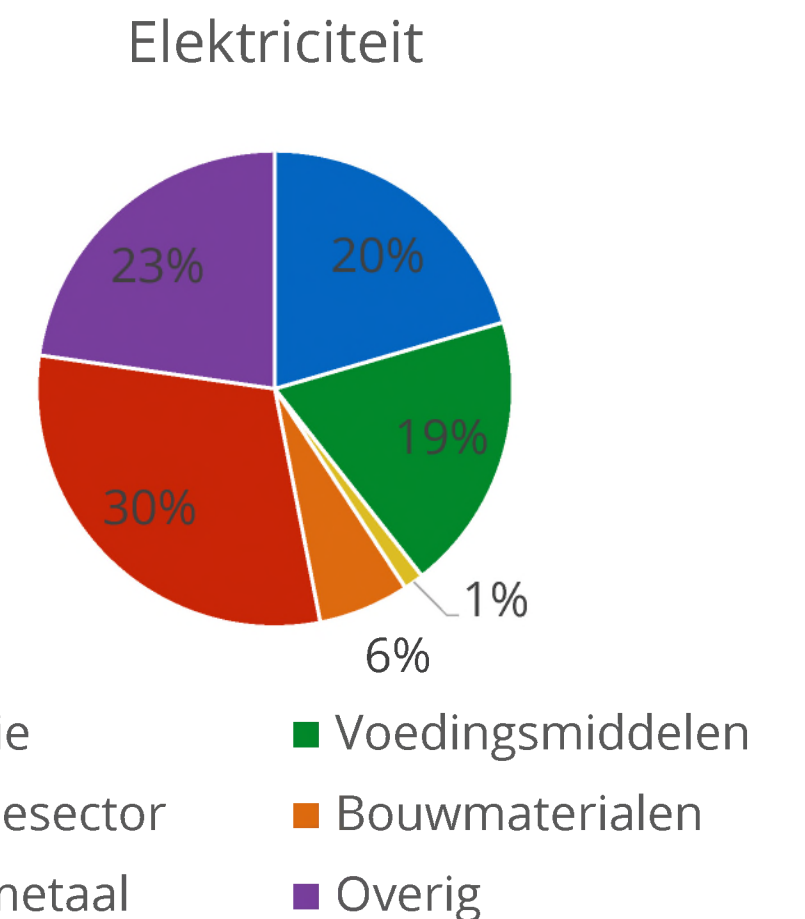
Elektriciteit versus aardgas

Het elektriciteitsverbruik ligt op dit moment lager dan het gasverbruik. Daarnaast wordt door de uitbreiding van windparken op zee de CO₂-emissie ten gevolge van elektriciteitsverbruik kleiner. Voor de energietransitie krijgt het energiegebruik ten behoeve van warmte dan ook de grootste aandacht.

Elektriciteitsverbruik Brabantse industrie



Verdeling industrieel elektriciteitsverbruik naar gemeenten. Bronnen: CBS aangevuld met input vanuit de ETS-lijst van NEA (2019)



Verdeling industrieel elektriciteitsverbruik Brabant naar sector.
Bronnen: CBS aangevuld met input vanuit de ETS-lijst van NEA (2019)

“Basismetaal grootste elektriciteitsverbruiker”

4.c Analyse energieverbruik – CO₂-uitstoot

Overzicht ETS-bedrijven

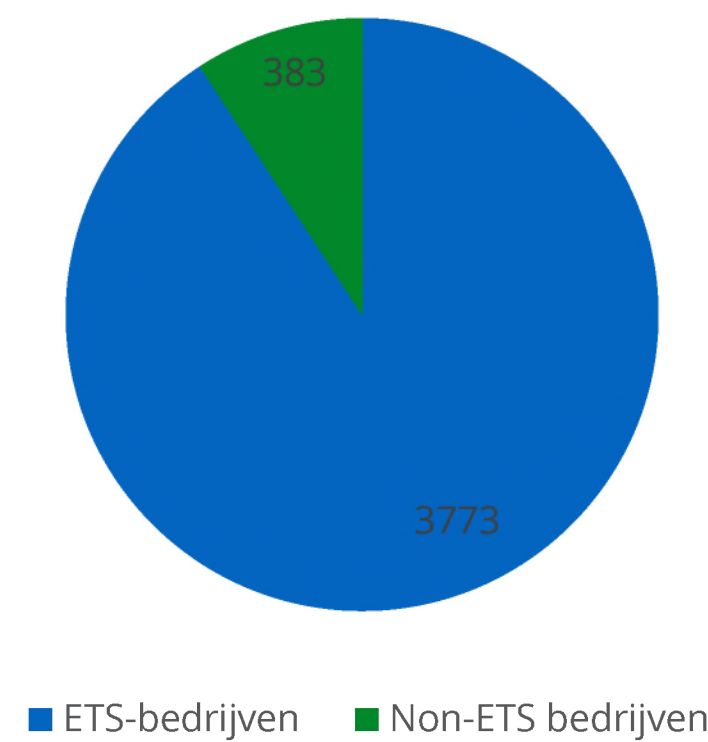
De ETS-bedrijven zijn bedrijven met grote stookinstallaties. Zoals verwacht hebben ze een dominant aandeel in de CO₂-uitstoot van de Brabantse industrie..

De totale CO₂-emissie van de ETS-bedrijven in Noord-Brabant bedraagt 4,0 megaton per jaar, exclusief de energiecentrales. De niet CBS-bedrijven uit de bedrijvenlijst zijn verantwoordelijk voor circa 0,4 megaton CO₂ per jaar. De ETS-bedrijven zijn daarmee van groter belang voor de CO₂-uitstoot dan de niet-ETS bedrijven. Vanuit het CBS is geen referentiewaarde beschikbaar.

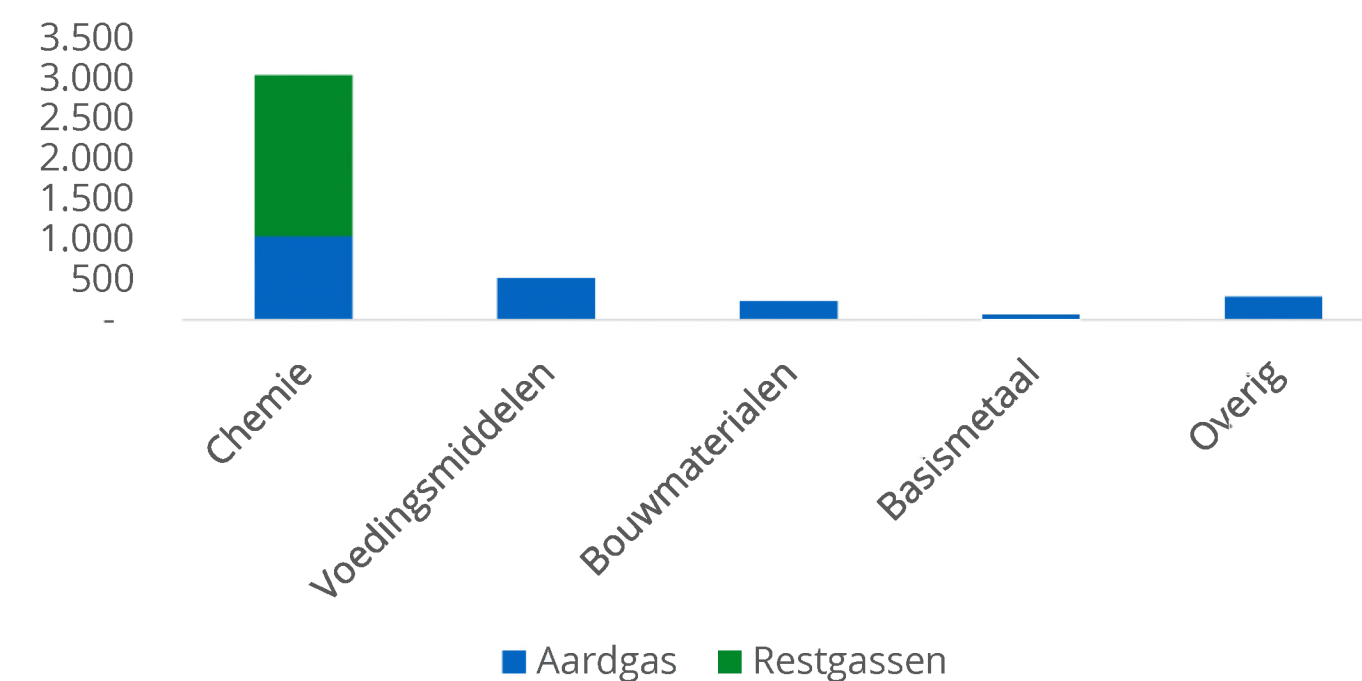
De ETS-lijst bevat 34 bedrijven in Noord-Brabant, waarvan 26 bedrijven met een CO₂-uitstoot groter dan 10 kton. Enkele bedrijven bevatten meerdere emissiepunten, deze zijn samengevoegd in de tabel rechts.

Circa driekwart van de CO₂-emissies van de ETS-bedrijven in Noord-Brabant zijn afkomstig van bedrijven in de chemische industrie, en dan met name het industriecluster Moerdijk. Een groot deel van de CO₂ is afkomstig van restgassen. Dit vormt een aandachtspunt en verdient nader onderzoek.

CO2-uitstoot o.b.v. industrie Brabant [kton/jr]



CO2-uitstoot door stookinstallaties in de industrie per sector [kton/jr]



“ETS bedrijven dominant in CO₂-uitstoot”

Inrichtingsnaam	Plaats	SBI-code	Emissie ETS 2018 [kton]
Shell Nederland Chemie B.V., vest. Moerdijk	MOERDIJK	20	2755
SABIC Innovative Plastics B.V.	BERGEN OP ZOOM	20	195
Suiker Unie fabriek Dinteloord	DINTELOORD	10	149
FrieslandCampina DMV B.V., locatie Veghel	VEGHEL	10	104
Ardagh Glass Dongen B.V.	DONGEN	23	95
Air Liquide Industrie B.V. vest. Bergen op Zoom	BERGEN OP ZOOM	20	86
Ardagh Glass Moerdijk B.V.	MOERDIJK	23	62
Saint-Gobain Construction Products Nederland B.V.	ETTEN-LEUR	23	59
Swinkels Family Brewers Bavaria	LIESHOUT	11	49
Lamb Weston Meijer V.O.F., vestiging Bergen op Zoom	BERGEN OP ZOOM	10	41
FUJIFILM Manufacturing Europe B.V.	TILBURG	20	35
CARGILL B.V.	BERGEN OP ZOOM	10	68
Agristo B.V.	TILBURG	10	34
Nyrstar Budel B.V.	BUDEL-DORPLEIN	24	27
Philip Morris Holland B.V.	BERGEN OP ZOOM	12	23
Visco Netherlands B.V.	HELMOND	13	21
DAF Trucks N.V.	EINDHOVEN	29	18
Heineken Nederland B.V., locatie Den Bosch	'S-HERTOGENBOSCH	11	18
B.V. Steenfabriek Hedikhuizen	HEDIKHUIZEN	23	16
Steenfabriek Engels Oeffelt BV	OEFFELT	23	15
SCA Hygiene Products Cuijk B.V.	KATWIJK NB	17	15
Sensus, vestiging Roosendaal	ROOSENDAAL	10	14
Rendac Son B.V.	SON	10	12
Mars Nederland BV	VEGHEL	10	11
Basell Benelux B.V.	MOERDIJK	20	11

Bedrijven vallend onder het EU-ETS emissiehandelssysteem met emissies groter dan 10kton CO₂-equivalent per jaar, exclusief de elektriciteitscentrales. Bron emissieregistratie autoriteit, 2019.

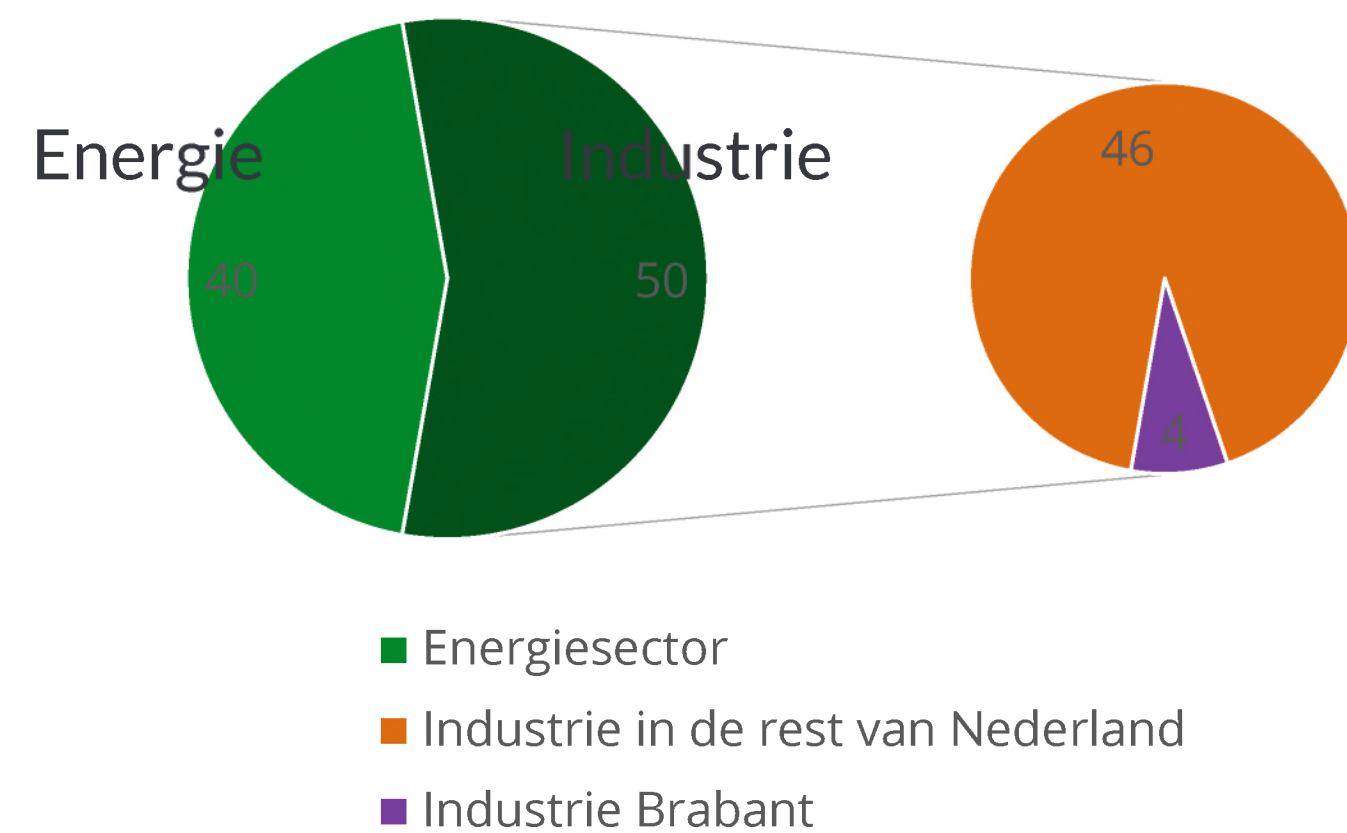
4.d CO₂-uitstoot in perspectief

Uitstoot Nederland

De totale broeikasgasuitstoot in Nederland bedraagt circa 200 megaton per jaar (CBS, 2018). Hiervan is circa 90 megaton afkomstig van de ETS-bedrijven. Dit is inclusief energiecentrales. Als de energiecentrales buiten beschouwing worden gelaten, dan bedraagt de uitstoot van de industrie circa 50 megaton CO₂-equivalenten per jaar.

De CO₂-uitstoot van de Brabantse industrie bedraagt circa vier megaton per jaar, ofwel circa 8% van de Nederlandse industriële CO₂-uitstoot.

CO₂-uitstoot van de Nederlandse ETS-bedrijven
in megaton per jaar



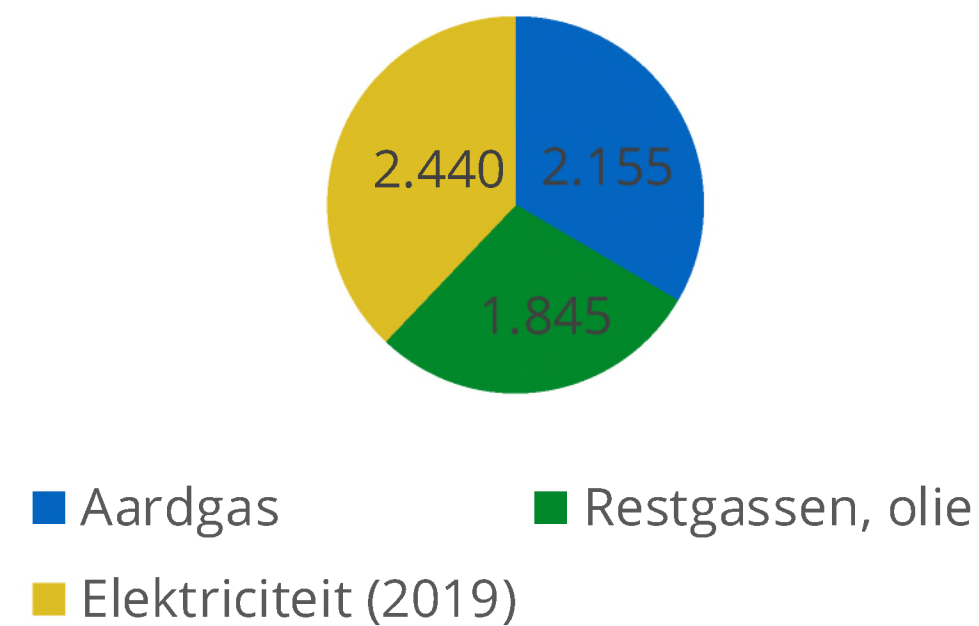
Ondanks de aanwezigheid van grote energieverbruikers in Noord-Brabant, liggen in andere provincies grotere uitdagingen. De uitstoot van de clusters in Vlissingen, Geleen, Rotterdam en IJmuiden liggen bijvoorbeeld een stuk hoger dan de clusters Moerdijk en Bergen op Zoom.

Als het elektriciteitsverbruik ook wordt meegenomen, dan valt de CO₂-uitstoot ruwweg uiteen in drie gelijke delen: 1/3 aardgas, 1/3 restgassen industrie en 1/3 uit elektriciteitsverbruik.

In 2030 is het aandeel duurzame elektriciteit sterk toegenomen. De prognose is dat de elektriciteitsmix in 2030 voor 70% bestaat uit duurzame bronnen, waarmee de CO₂-intensiteit van elektriciteit afneemt tot circa 180 gram per kWh (NEV, 2017).

De uitdaging zit dus in het verminderen van de uitstoot door aardgas en restgassen.

CO₂-uitstoot per energiedrager
[kton/jr]



Hoofdstuk 5 Processen en technieken

Per sector zijn de belangrijkste processen beschreven en de temperatuurniveaus waarop deze bedreven worden. Deze paragraaf sluit af met een overzicht van temperatuurniveaus en de verdeling van het warmteverbruik.

5.a Chemie

Inleiding

Chemische producten zoals kunststoffen, meststoffen, verpakkingen, kleding, digitale apparaten, medische apparatuur, wasmiddelen of banden zijn integraal onderdeel van moderne samenlevingen. Deze stoffen worden gemaakt van olie en gas.

De vraag naar plastic - het meest bekende petrochemische product - stijgt wereldwijd en is bijna verdubbeld sinds het begin van het millennium. De Verenigde Staten, Europa en andere ontwikkelde economieën verbruiken momenteel tot 20 keer zoveel plastic en tot 10 keer zoveel kunstmest als bijvoorbeeld India en Indonesië.

De combinatie van een groeiende wereldeconomie, een groeiende bevolking en technologische ontwikkeling zal zich vertalen in een toenemende vraag naar petrochemische producten (IEA, 2018). De verwachting is dat de chemische industrie in Nederland niet zal krimpen.

De chemische industrie is in Noord-Brabant sterk vertegenwoordigd. De nadruk ligt op de vervaardiging van petrochemische producten, overige chemische producten en op de rubber- en kunststofindustrie. Er wordt veel gebruik gemaakt van (stoom)krakers. Er zijn geen grote raffinaderijen (SBI 19) aanwezig.

Processen

In de chemische industrie komen de volgende processen veel voor:

- mengen
- reageren
- scheiden/destilleren

Besparingsopties

Er wordt veel gebruik gemaakt van warmte of stoom op hoge temperatuur (150-250 °C), opgewekt met aardgas of restproducten. Een groot deel van de processen kan technisch ook elektrisch aangedreven worden. Ook worden zeer veel restgassen verstoekt.

Met name destillatie en drogen kosten veel energie. Belangrijke CO₂ besparingstechnieken zijn.

- Warmtepompen en mechanische damprecompressie (MVR)
- Elektrificatie van stoomaangedreven pompen
- Membraanfiltratie
- Corrosiebestendige warmtewisselaars
- Concentratie en elektrificatie van reactoren (zoals propstroomreactoren)
- Moleculaire zeven zoals zeolieten en amorf silica
- Waterstof voor verhitte in de zeer hoge temperatuurrange
- Warmteopslag en verbruik voor voorverwarming product in batchprocessen
- Warmtetransformatoren voor exotherme processen
- Stoomexpanders parallel aan reduceerventielen
- CO₂-afvang CCS of CCUS van restgassen

“Chemie zal ook de processen moeten aanpassen”

Relevante bedrijven in Noord Brabant

Air Liquide Industrie B.V. vest. Bergen op Zoom	BERGEN OP ZOOM
Allnex Netherlands B.V.	BERGEN OP ZOOM
Basell Benelux B.V.	ZEVENBERGEN
DSM Coating Resins B.V.	WAALWIJK
Energy Pellets bv	MOERDIJK
Euro support advanced materials BV	UDEN
FUJIFILM Manufacturing Europe B.V.	TILBURG
IFF - International Flavors & Fragrances B.V.	TILBURG
Koninklijke Sanders B.V.	VLIJMEN
Patheon Softgels B.V. Thermo Fisher	TILBURG
Sabic Innovative Plastics B.V.	BERGEN OP ZOOM
Shell Nederland Chemie B.V., vest. Moerdijk	MOERDIJK
Stahl Europe B.V.	WAALWIJK
Synthos Styrenics	Breda



Artist impression warmtetransformator van Qpinch

5.b Metaal

Inleiding

De metaalindustrie (SBI 24) bestaat uit bedrijven die metalen in primaire vorm vervaardigen en bewerken. Hieronder vallen onder andere de zinkfabriek van Nyrstar in Budel maar ook verwerkers van aluminium en vervaardigers van buizen en profielen. Er zit ook veel metaalverwerkende industrie (SBI 25) in Noord Brabant, maar dit betreft veelal kleinere bedrijven.

Processen

In de metaal industrie komen de volgende processen veel voor:

- smelten
- elektrolyse
- gloeien en harden
- koelen

De processen vinden hoofdzakelijk op hoge temperatuur plaats en worden vooral elektrisch aangedreven. Het gasverbruik is doorgaans beperkt.

Besparingsopties

Er is vaak sprake van hoge temperaturen binnen specifieke processen. De restwarmte van de mantelkoeling en/of afgassen van smeltovens zijn inzetbaar voor de voorverwarming van het product dat de smeltoven in gaat. De restwarmte die vrijkomt bij het afkoelen van het product is vaak lastig terug te winnen. Bij TATA loopt momenteel een proef met stralingspanelen die de stralingswarmte in elektriciteit omzetten, waarbij de warmte uit koude kant van de elementen als voeding dient van een warmtetransformator. Hiermee kan restwarmte met maximaal 100 °C temperatuurverschil worden verhoogd tot maximaal 230 °C.

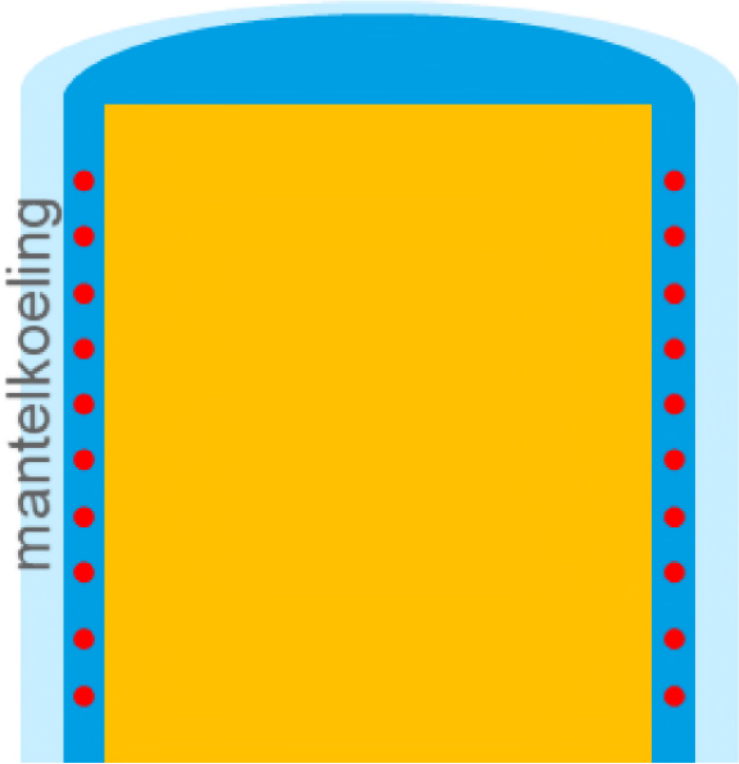
Andere mogelijkheden die voor toepassing in aanmerking komen zijn:

- mobiele smeltpannen ter vervanging transportpannen
- procesintensificatie (compacte smelteenheden)
- elektrificatie smeltproces
- inspelen op momentane elektriciteitsstarieven
- uitkoppeling van warmte naar de omgeving

“De metaal kan een rol spelen in balancering van het elektriciteitsnet”

Relevante bedrijven in Noord Brabant

Arcelor Projects Spiral Mill B.V.	HEIJNINGEN
Buvo Castings B.V.	HELMOND
Gea Refrigeration Netherlands N.V.	Den Bosch
Hitmetal Thiibodraad	Beek en Donk
KBM Master Alloys	Oss
LDM B.V.	DRUNEN
Mannesmann Precision Tubes Netherlands B.V.	HELMOND
MCB Nederland B.V.	VALKENSWAARD
NedZink B.V.	BUDEL
Nyrstar Budel B.V.	BUDEL
Sapa Profiles Hydro extrusion	Drunen
Shiloh Industries Netherlands B.V.	OSS
Tata Steel Nederland Tubes B.V.	Oosterhout (NB)



Schema mantelkoeling smeltovens (Blueterra)

5.c Bouwmaterialen

Inleiding

De bouwmaterialen (SBI 23) industrie is eveneens een grootverbruiker van energie. Deze sector is in Brabant ook aanwezig met diverse grote bedrijven in de glasindustrie, cementindustrie, isolatiemateriaalproductie, baksteenindustrie en asfaltindustrie.

Processen

In de bouwmaterialenindustrie komen de volgende processen veel voor:

- mengen
- harden
- bakken/drogen
- smelten
- bulktransport

Typische temperaturen zijn 170 °C voor kalkzandsteen, 700 °C voor asfalt, boven de 1000 °C voor keramiek (bakstenen, dakpannen) en boven de 1000 °C voor glas.

“Hybride glasovens kunnen ook een rol spelen bij de balancerings van ons elektriciteitsnet”

Besparingsopties

De grootste besparing wordt bereikt door de productieprocessen op een lagere temperatuur uit te voeren, zoals bij de productie van asfalt. Verder is de restwarmte van de mantelkoeling van ovens doorgaans alleen inzetbaar na temperatuurverhoging middels warmtepompen. Die van afgassen kunnen ingezet worden voor de voorverwarming of droging van producten. Bij de autoclaven van kalkzandsteenfabrieken kan de reststoom eventueel na compressie ingezet worden voor een opkomende autoclaaf.

Andere mogelijkheden die voor toepassing in aanmerking komen zijn:

- stralingspanelen en warmtetransformator bij afkoeling glas
- uitkoppeling warmte, bijvoorbeeld bij het exotherme proces van de productie van betonplaten en dergelijke
- elektrificatie en procesintensificatie bij smeltprocessen, eventueel hybride



Autoclaven in de kalkzandsteenproductie (VNKP)

Relevante bedrijven in Noord Brabant

Ardagh Glass Dongen B.V.	DONGEN
Ardagh Glass Moerdijk B.V.	MOERDIJK
Asfalt Centrale Eindhoven (ACE)	EINDHOVEN
Asfalt Productie Rasenberg Infra B.V.	BREDA
Asfalt Produktie Maatschappij (A.P.M.) B.V.	BERGEN OP ZOOM
B.V. Steenfabriek Hedikhuizen	Haarsteeg
Brabantse Asfalt Centrale B.V. (BAC)	HELMOND
Byldis Prefab B.V.	VELDHOVEN
Dycore B.V.	Oosterhout (NB)
KWS Infra B.V. Asfaltcentrale Roosendaal	ROOSENDAAL
Saint-Gobain Construction Products Nederland B.V.	ETTEN-LEUR
Steenfabriek Engels Oeffelt BV	Oeffelt
Struyk Verwo Infra B.V.	Oosterhout (NB)
Xella Kalkzandsteenfabriek Hoogdoorn	Liessel



Asfaltfabriek 170 °C (BAC) en Glasoven > 1000 °C (VNG)

5.d Voedingsmiddelen

Inleiding

De voedingsmiddelenindustrie (SBI 10) is een dominante factor in de Brabantse industrie met veel middelgrote en grote bedrijven. De diversiteit is groot: van diervoederproducenten tot aardappelverwerkende bedrijven en van zuivelindustrie tot de suikerindustrie. Ook de bierbrouwerijen en frisdrankfabrikanten vallen hier ook onder. Deze sector biedt zeer grote kansen voor verduurzaming en elektrificatie.

Processen

In de voedingsmiddelenindustrie komen de volgende processen veel voor:

- drogen/indampen
- mengen
- persen
- bakken/frituren
- pasteuriseren/steriliseren
- spoeling/reiniging (CIP)
- koeling

In deze bedrijven wordt zowel gas als elektriciteit verbruikt. De meeste processen (zoals pasteuriseren en reinigen) vinden onder de 100 °C plaats. Alleen in ovens en drogers kunnen de temperaturen oplopen tot boven de 200 °C.

Besparingsopties

Er zijn veel mogelijkheden voor aardgasreductie.

- Condensorwarmte van koelsystemen met warmtepompen geschikt maken voor CIP- en wassystemen (kratten, flessen, et cetera).
- Meertrapsindampers met mechanische damprecompressie (MVR, zie paragraaf 6.c)
- Indirecte warmte/dampterugwinning met zeolieten of gasscheidende membranen
- Voordrogen met Reversed Osmose/vloeistofmembranen
- Opwaardering restwarmte spoel/rioolwater met warmtepompen
- Elektrificatie van ovens en drogers, autoclaven (stralers, inductief, RF, Ohms)



Industriële oven (bron : WPIB)

“Warmtepompen kunnen in de voedingsmiddelenindustrie een grote rol gaan spelen”

Relevante bedrijven in Noord Brabant

Agrifirm NWE Oss
Agrifirm NWE Veghel
Agristo B.V.
Aviko Precooked Potato Products B.V.
B.A.C. Uden Bakkerij B.V.
CARGILL B.V.
Cloetta Holland BV
Coppens diervoeding BV
Daelmans Banket
De Heus Voeders BV
Forfarmers Hendrix BV locatie Helmond
Fransen Gerrits BV locatie de rips
FrieslandCampina Butter&Milkpower
FrieslandCampina DMV B.V., locatie Veghel
FrieslandCampina Rijkevoort
HAK B.V.
Hessing Helmond B.V.

Lamb Weston Meijer V.O.F., vestiging Bergen op Zoom
Maitre Paul B.V.
Mars Nederland BV
Nutricia Cuijk B.V.
Oerlemans Foods Waalwijk B.V.
Peijnenburg's Koekfabrieken B.V.
Peka Kroef B.V.
Perfetti Van Melle Benelux B.V.
Plukon Ommel B.V.
Rendac Son B.V.
Sensus, vestiging Roosendaal
Suiker Unie fabriek Dinteloord
TROBAS GELATINE BV
Van Loon Son B.V.
Van Rooi Meat Products B.V.
Voergroep Zuid B.V.
Zwanenberg Food Oss B.V. | Unilever

5.e Dranken

Dranken

De productie van dranken kenmerkt zich door brouwen, steriliseren, koelen en reinigingsprocessen. De maximale temperaturen liggen veelal onder, bij brouwen net boven de 100 °C.

Diverse fabrikanten hebben een eigen afvalwaterzuiveringsinstallatie en produceren op beperkte schaal biogas, dat weer nuttig gebruikt wordt in ketels en dergelijke.

Heineken importeert zelfs biogas van het waterschap voor het stoken van de brouwketels.

Er zijn grote kansen voor elektrificatie. Bij Bavaria staat al een warmtepomp, waarmee restwarmte uit het koelproces wordt omgezet in warmte.

“Reinigingsprocessen, sterilisatie en koeling vormen in de drankenindustrie de grootste verbruikers”

Restwarmtebenutting drankensector

De restwarmte van afkoeling van het product kan deels rechtstreeks en deels via warmtepompen opnieuw ingezet worden. Bij brouwprocessen kan damp gecompriëerd worden en opnieuw als stoom worden ingezet.



Warmtepomp Bavaria

Andere mogelijkheden in de sector dranken

Andere mogelijkheden die voor toepassing in aanmerking komen zijn:

- buffering van warmte in heet water
- gas vervangen door warmtepompen en weerstandsverwarming (bij kleine verbruikers)

Relevante bedrijven in Noord Brabant

AB-InBev Nederland NV, Brouwerij Dommelen

Coca-Cola European Partners Nederland B.V.

Döhler Holland B.V.

Heineken Nederland B.V., locatie Den Bosch

Refresco Benelux B.V.

Swinkels Family Brewers | Bavaria Lieshout

5.f Temperatuurniveaus

Om zicht te krijgen op besparingsmogelijkheden is het noodzakelijk om het verbruik te verdelen naar temperatuurniveaus. Hierbij is de volgende verdeling aangehouden:

- lager dan 100 °C (lagetemperatuur)
- 100-250 °C
- 250-500 °C
- hoger dan 500 °C

Het temperatuurniveau hangt af van de processen die plaatsvinden en heeft invloed op de besparingsmogelijkheden en elektrificatiekansen.

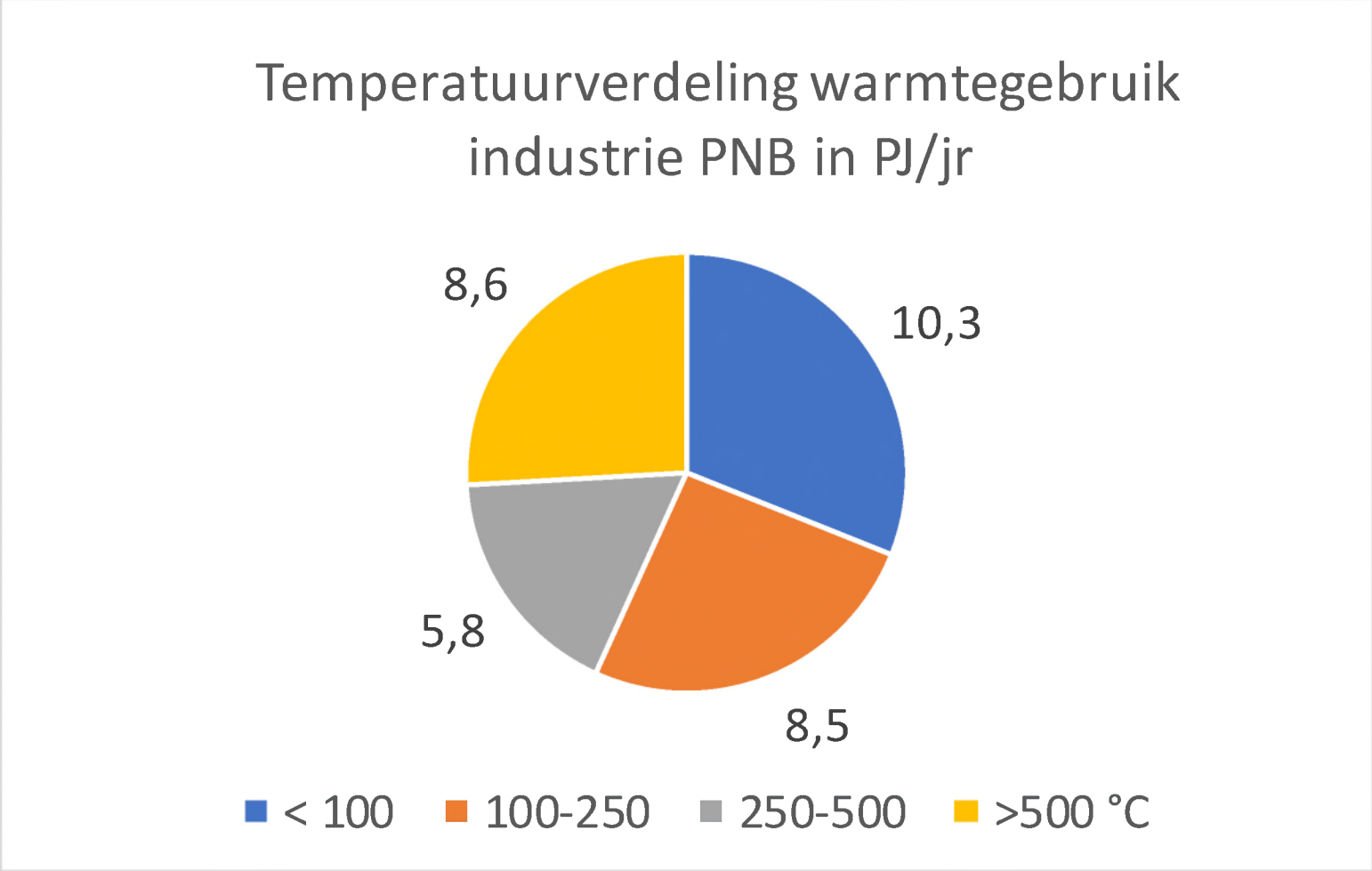
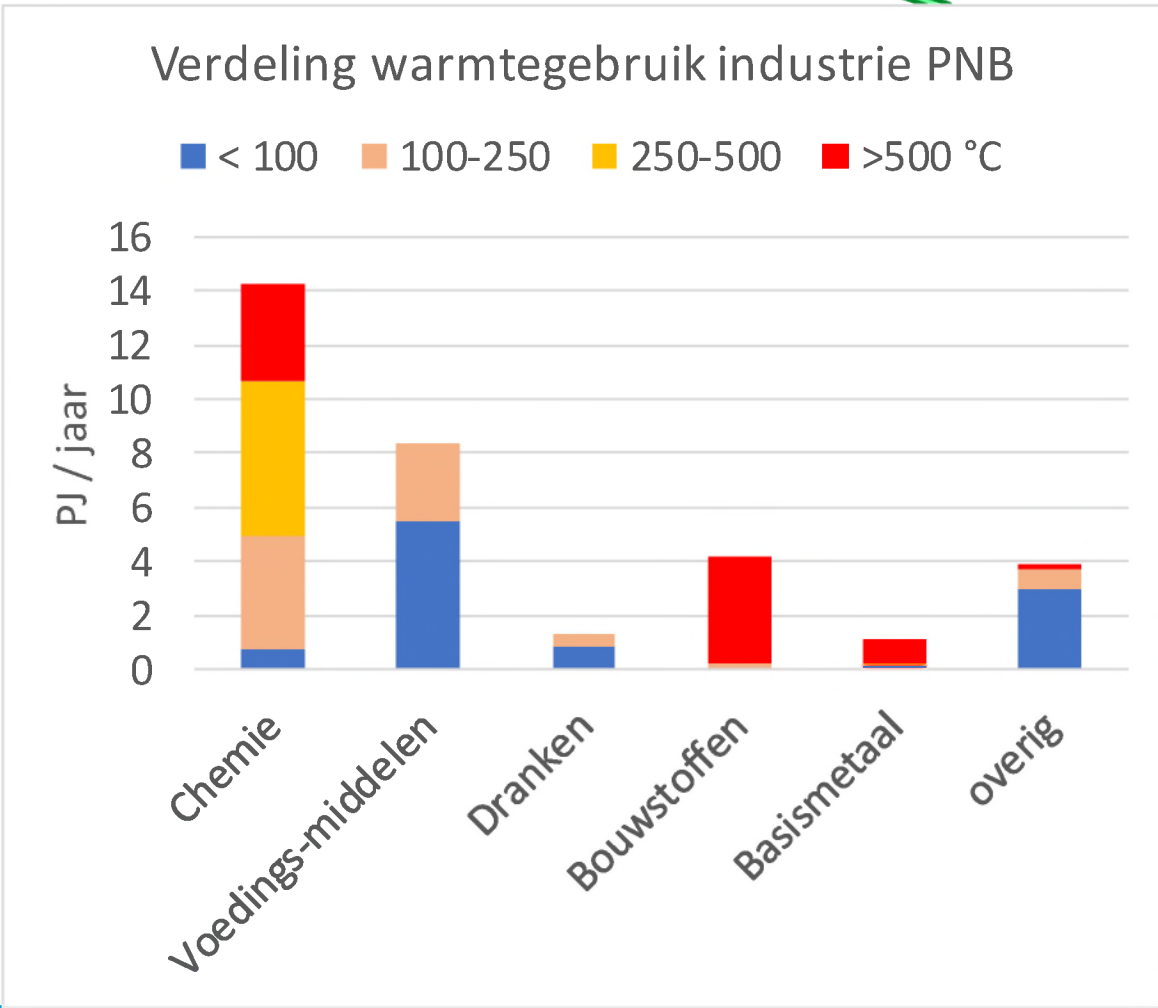
Het huidige industriële aardgasverbruik in Noord-Brabant is evenredig verdeeld over de temperatuurniveaus. De verdeling van het verbruik varieert wel sterk per sector. In de voedingsmiddelenindustrie (SBI 10) wordt bijvoorbeeld vooral lagetemperatuurwarmte gebruikt voor pasteurisatie en spoelen, terwijl in de bouwmaterialen industrie (SBI 23) veel hogetemperatuur warmte wordt gebruikt voor drogen en bakken.

De mogelijkheden voor slimme elektrificatie met warmtepompen en damprecompressie zijn sectorspecifiek en afhankelijk van de daar gehanteerde temperatuurniveaus.

Voor een kwantificering van de temperatuurverdeling over de sectoren verwijzen wij naar bijlage 7.

“een groot deel van de processen vindt op een relatief lage temperatuur plaats”

	Lagetemperatuur warmte (<100 °C)	Middentemperatuur warmte 100-250 °C	Hogere temperatuur warmte 250-500 °C	Hogetemperatuur warmte meer dan 500 °C	Elektriciteit
(voor)verwarmen					
Spoelen					
Pasteuriseren/steriliseren					
Destilleren					
Bakken/frituren					
Drogen/indampen					
Drogen					
Gloeien/harden					
Smelten					
Mengen					
Koelen					
Persen					
Elektrolyse					



Hoofdstuk 6 mogelijkheden verduurzaming

In dit hoofdstuk beschrijven wij de logische volgorde die bedrijven aan kunnen aanhouden in de energietransitie. Optimalisatie van processen en warmteopwekking zijn de eerste stappen. We sluiten af met een overzicht van de ontwikkelingsniveaus van de technieken rond warmteopwekking.

6.a Een pad naar verduurzaming

Transitie en verduurzaming betekent aanpassing van processen en utilities. Voor vervanging van aardgas is geen universele oplossing en zullen verschillende technieken ingezet moeten worden.

Op basis van de trias energetica ontstaan drie stappen die alle drie nodig zijn om vergaande klimaatambities te realiseren:

- energiebesparing
- duurzame opwek
- efficiënt fossiel (CO₂-afvang)

Energiebesparing

De eerste stap van de trias energetica is gestoeld op het verminderen van de finale energievraag. Dit kan door procesoptimalisaties of benutting van interne restwarmtebronnen. Binnen deze studie onderscheiden we hierin twee onderdelen.

- Elektrificatie bij voorkeur middels warmtepompen en MVR
- Cascadering van warmte inclusief restwarmtelevering

Het elektrificeren van processen door toepassing van infrarood, inductie of RadioFrequent gaat veelal gepaard met efficiencyverbeteringen.

Duurzame opwekking

Warmte

Na reductie kan de resterende energievraag zoveel mogelijk worden ingevuld met duurzame of CO₂-vrije energie. Deze energie kan worden gewonnen uit circulaire brandstoffen, of transitiebrandstoffen geproduceerd uit (tijdelijke) energieoverschotten. Hierbij ligt het zwaartepunt bij grootschalige duurzame bronnen en gasvormige energiedragers:

- geothermie, aangevuld met aquathermie en zonnewarmte
- waterstof/groen gas

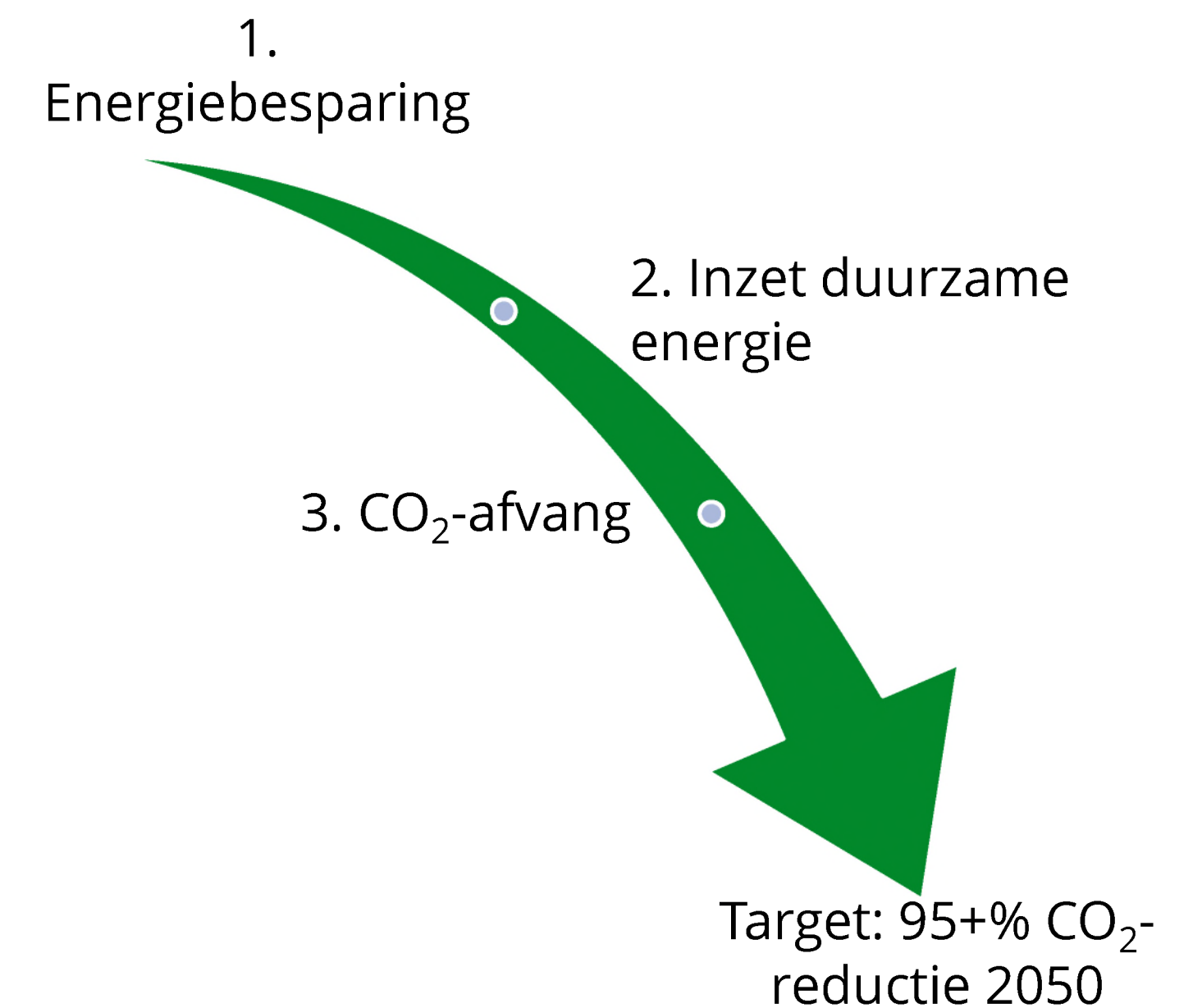
Elektriciteit

Duurzame elektriciteit zal in veel gevallen buiten de industriële terreinen zal worden opgewekt. Zonne-energie op daken is vaak haalbaar, maar dekt slechts een fractie van het elektriciteitsverbruik van een industrieel bedrijf.

CO₂-afvang als laatste redmiddel

Indien er toch fossiele bronnen worden gebruikt, dan dient de vrijkomende CO₂ te worden afgevangen. Dit kan door brandstofreiniging (pre-combustion) of door rookgasreiniging (post-combustion).

Afgevangen CO₂ kan worden ingezet als bemesting voor glastuinbouw of als basiselement in de chemische industrie (CCU). Ondergrondse opslag van CO₂ wordt alleen maatschappelijk haalbaar verondersteld in gasvelden op zee.



“Energiebesparing stap één in de transitie, er is nog veel te halen”

6.b Optimalisatie processen

Allereerst moet energie worden bespaard. We onderscheiden daarin de optimalisatie van processen en de optimalisatie van de warmteopwekking ten behoeve van die processen.

Optimalisatie van processen

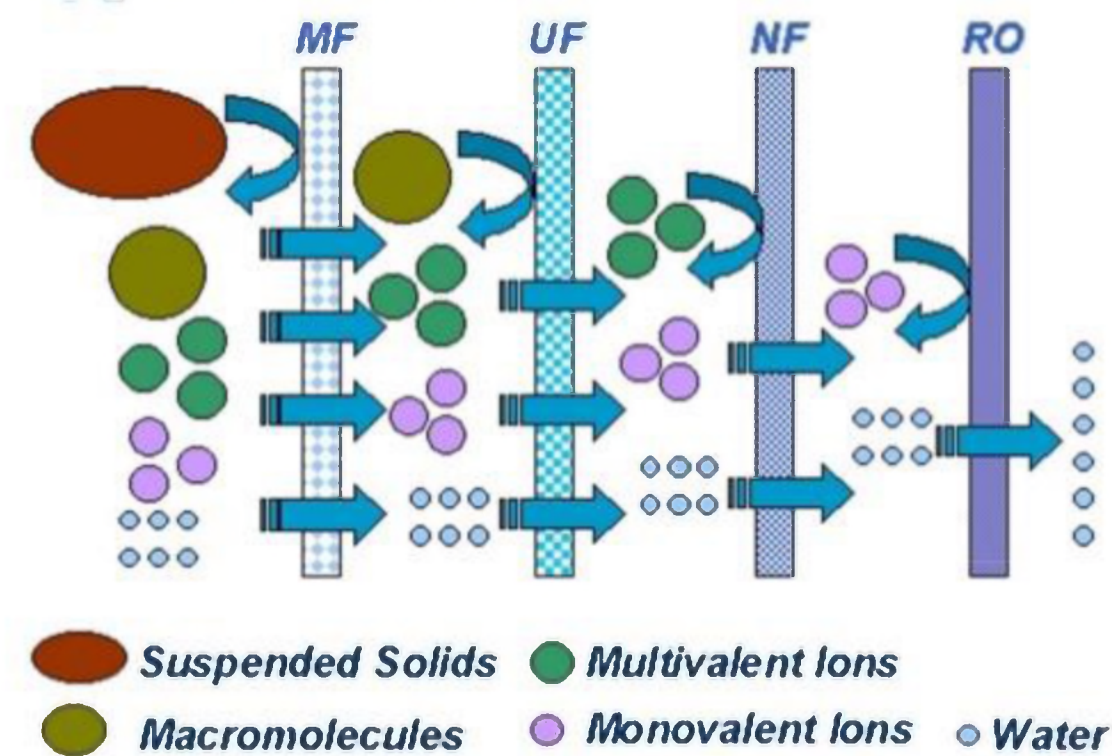
Door elektrificatie van processen kan de primaire warmtevraag worden omgezet in een elektrische behoefte. Door het verbeterd omzetrendement kan energie worden bespaard en de investering worden terugverdiend. Wel vraagt grootschalige elektrificatie om een verzwaring van de bestaande aansluiting, hetgeen hoge kosten met zich meebrengt.

Veelal leidt elektrificatie tot verandering van het primaire productieproces. Dit is ingrijpender dan verduurzaming van de utilities (stoom/warmte).

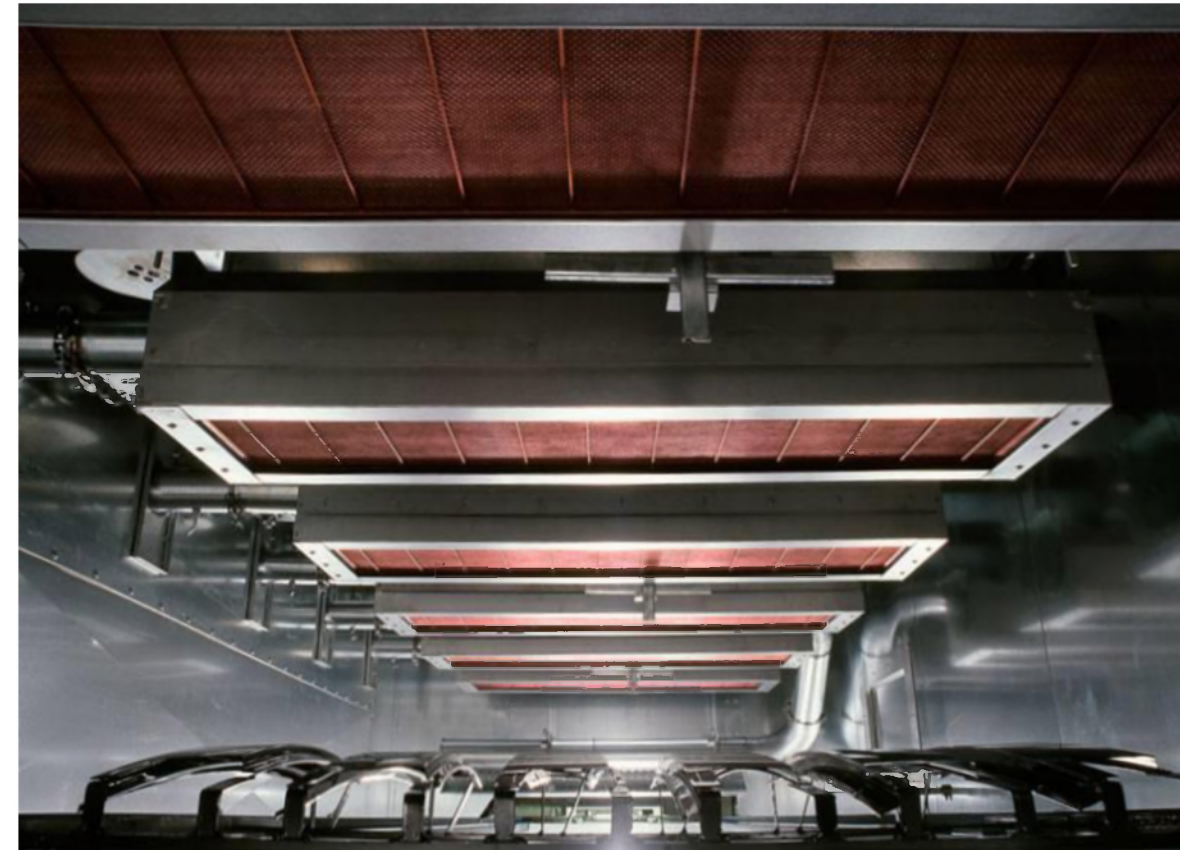
Voorbeelden van procesoptimalisatie zijn :

- verlaging van de procestemperatuur (zoals bij reiniging en bij de asfaltproductie)
- toepassing van elektrochemische processen in plaats van reactoren
- procesgeïntegreerde warmtepompen of damprecompressie
- vervangen stoom- en persluchtaandrijving door elektrische aandrijving
- membranen voor scheidingsprocessen in plaats van thermisch
- Materiaalvervanging (zoals bio in plaats van fossiel)
- Andere droogprocessen (infrarood, magnetron)

Types of Membrane



Membraanfilters. Bron: R.W. Baker, in Encyclopedia of Separation Science, 2000



Infrarooddrogers. Bron: Rippert



Test setup elektrochemisch proces (TNO)



Bioplastics (de duurzame kaart)

6.c Duurzame warmteopwekking

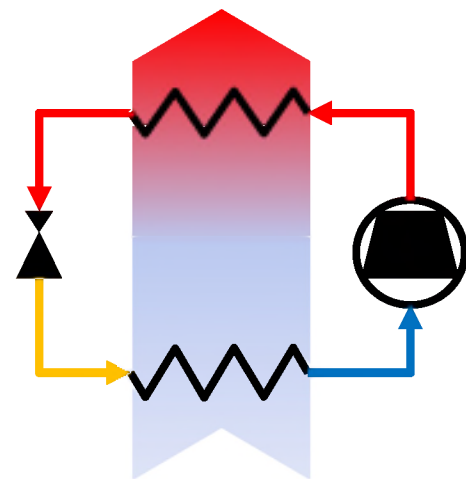
Warmtepompen

Een warmtepomp werkt als een koelmachine: een processtroom wordt afgekoeld en met de vrijkomende warmte wordt een andere processtroom opgewarmd. De warmtepomp is een veelbelovende techniek die tot temperaturen tot 120 °C al commercieel verkrijgbaar is en met hoge rendementen interne restwarmte kan optimaliseren. Voor warmtepompen in de industrie ligt de COP op 300-600%. Het rendement wordt uitgedrukt in COP, ofwel coëfficiënt of performance. Dit is de verhouding tussen geleverde warmte versus verbruikte elektriciteit.

Warmtepompen in de industrie worden voornamelijk ingezet om restwarmte op te waarden. Technieken die warmte kunnen leveren van 80-120 °C bevinden zich in de marktintroductiefase. Technieken die warmte op nog hogere temperatuur kunnen leveren (tot 160 °C) zitten in de pilotfase.

Warmtepompen op buitenlucht zijn niet verkrijgbaar op industriële schaal. Voor bodemwarmte op industriële schaal is geothermie een optie.

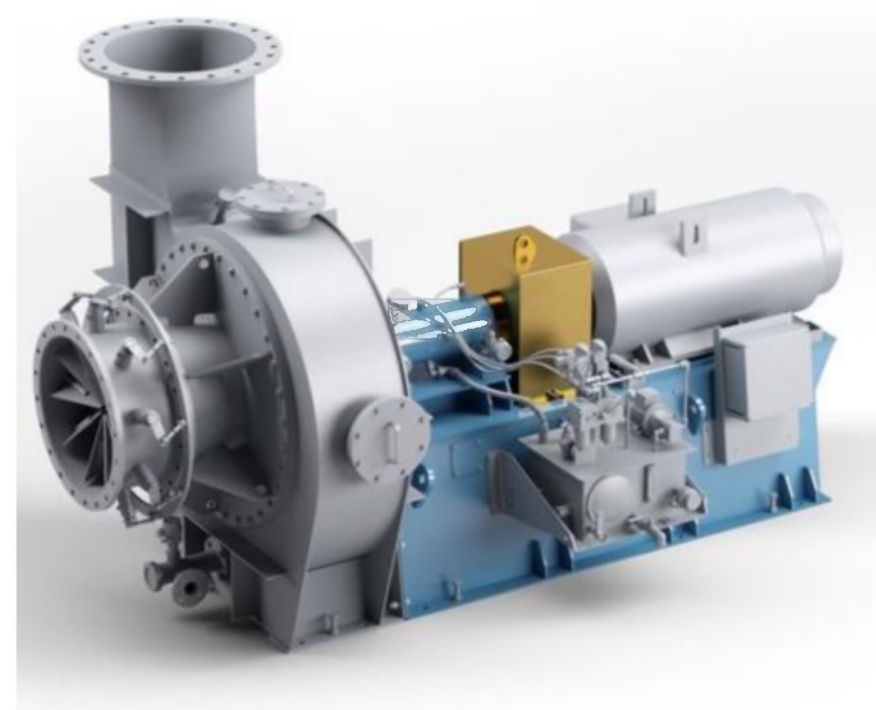
Warmtepompen zullen zonder aanvullende technieken niet de volledige rol van aardgas over kunnen nemen, maar kunnen wel leiden tot aanzienlijke besparingen op aardgas.



Mechanische damprecompressie

Bij mechanische damprecompressie (MVR) wordt lagedrukstoom aan het eind van de keten weer omgezet in stoom op hogere druk. Bij MVR hangt het rendement af van de drukverhouding tussen lagedrukstoom en de gewenste stoomdruk. Voor MVR ligt de COP op 300-1000%. In de praktijk is een COP van 700% vaak haalbaar. Er moet wel lagedrukstoom beschikbaar zijn.

MVR is een zeer belangrijke potentiële technologie voor de verduurzaming van de industrie. Er kan met hoge efficiency interne restwarmte worden teruggewonnen. Echter blijven net als met warmtepompen primaire warmtebronnen nodig. Voor de kleinere capaciteiten zijn stoommotoren beschikbaar, voor de grotere custom made turbocompressoren. Voor lagere drukverhoudingen kunnen blowers worden ingezet.



MVR blower. Bron: Piller

elektrische boilers

Naast warmtepompen en MVR kunnen elektrische boilers worden ingezet. Deze hebben een COP van 1 maar zijn wel snel schakelbaar. Ook zijn hybride ketels mogelijk: een combinatie van aardgas en elektrisch. Hiermee kan het elektriciteitsnet worden ontlast en kan variabele duurzame elektriciteit beter worden ingepast in de energiemix.

Elektrische boilers zijn te leveren met weerstandselementen (tot 5 MW) of met elektroden die in het water steken en de weerstand van het water verbruiken (tot 90 MW). Er zijn verschillende leveranciers op dit gebied.



Elektrodenboiler. Bron: Parat

6.d Ontwikkelingsniveaus technieken

Ontwikkelingsniveaus

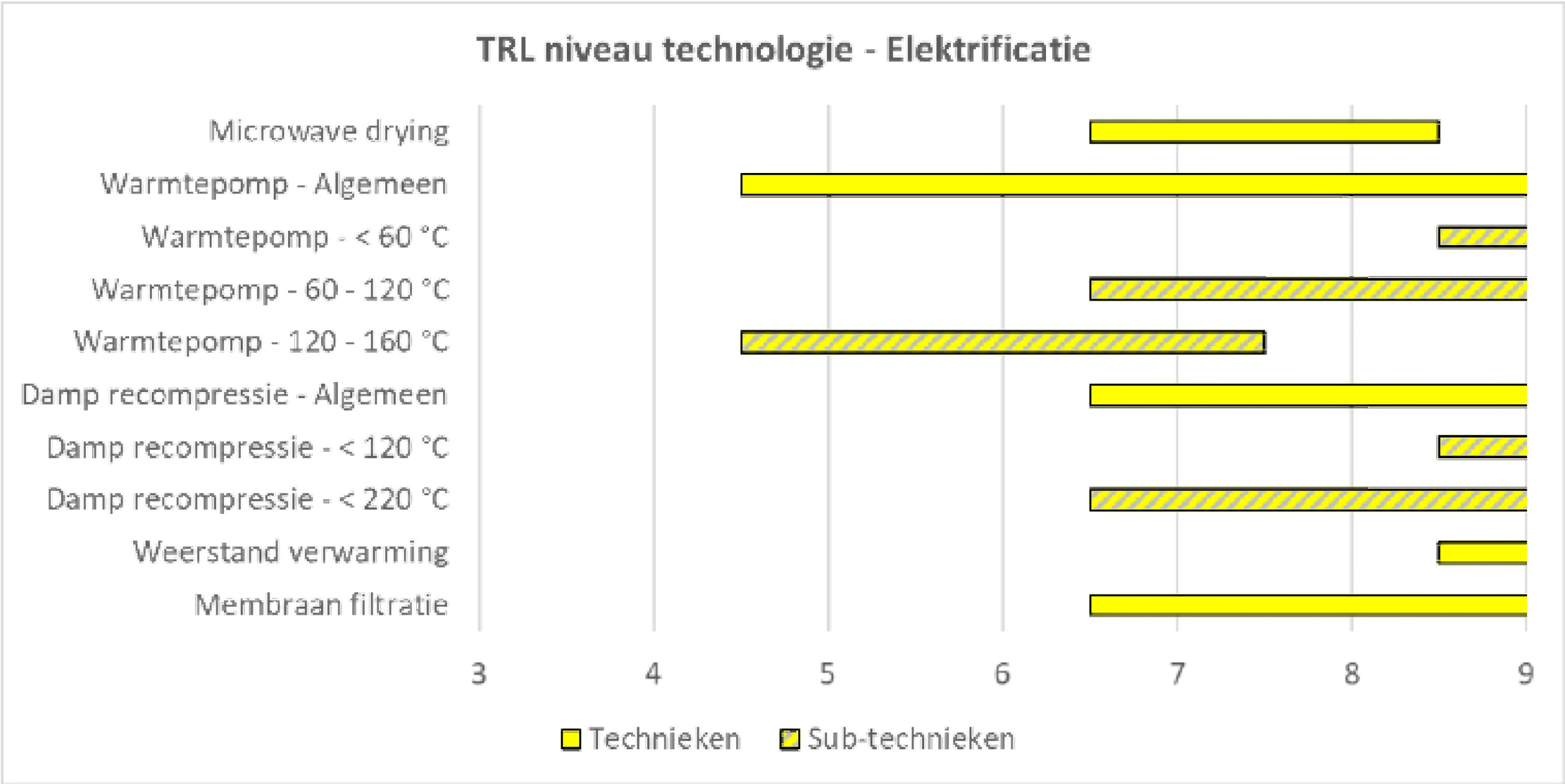
De ontwikkeling van elektrificatietechnologie bevindt zich in een stroomversnelling (Berenschot, 2018). Warmtepompen en MVR zijn voor lagere temperatuur- en druktrajecten commercieel beschikbaar. Voor hogere temperaturen (>80 °C) bevinden systemen zich in de demonstratiefase (TRL 7-9), dit betekent dat deze technieken binnen 5 jaar commercieel verkrijgbaar kunnen zijn.

Technieken voor temperaturen hoger dan 120 °C bevinden zich in de prototype fase (TRL 5-6). Dit betekent dat deze technieken over vijf tot tien jaar commercieel verkrijgbaar kunnen zijn.

Warmtepompen en damprecompressie (MVR) zijn zogenaamde baseload technieken. Dit houdt in dat deze technieken een hoog rendement hebben, maar niet erg flexibel inzetbaar zijn. Bovendien zijn ze gelimiteerd qua temperatuur die ze kunnen leveren. Deze technieken kunnen we hoogrendement (HR)-of slimme elektrificatie noemen.

Voor hogere temperaturen of flexibel regelbare installaties kan gebruik gemaakt worden van weerstandsverwarming. Deze techniek vraagt een lagere investering, maar levert minder CO₂-en kostenbesparing op.

“Veel nieuwe technieken staan op punt van marktintroductie – wie durft als launching customer op te treden?”



Bron: BlueTerra

Techniek	Temp.	Beschrijving	Ontwikkeling	TRL 2050
Microwave drying	150 °C	(Indirecte) verwarming van waterige processtromen.	Eerste toepassing in de voedselindustrie, op kleine schaal beschikbaar.	8-9
Warmtepomp	< 160 °C	Temperatuurverhoging beschikbare restwarmte, elektrisch gedreven.	< 80°C Standaard toepassing, onder andere ruimteverwarming of warm proceswater. 80 - 120°C Custom made oplossingen beschikbaar op de markt. 120 - 160°C In ontwikkeling, kan geleverd worden door één fabrikant.	8-9
Damprecompressie	< 220 °C	Comprimeren van procesdampen als alternatief van stoom.	< 120°C Standaard toepassing, geschikt voor kook- en indampprocessen. 120 - 220°C Leverbaar maar nog niet veel toegepast, geschikt voor reststoom.	9
Weerstand verwarming	> 750 °C	1:1 omzetting van elektriciteit naar warmte.	Breed toegepaste verwarmingstechniek in Scandinavische landen.	9

Bron: BlueTerra

6.e Kansen voor restwarmtebenutting

Cascadering van warmte

Cascadering staat voor hergebruik van energie. Na een proces met hogetemperatuurwarmte blijft warmte over van lagere temperatuur. Deze warmte kan vervolgens worden ingezet in een proces wat met lagere temperaturen uit de voeten kan.

Uiteindelijk wordt alle gebruikte stroom en warmte omgezet in lagetemperatuurwarmte van 10 tot 50 °C. Deze warmte kan worden geleverd aan een lagetemperatuurwarmtenet.

Ervan uitgaande dat maximaal 50% van de restwarmte winbaar is, kan de maximale potentie voor Noord-Brabant worden bepaald.

Interne benutting

De bedrijfsinterne benutting van restwarmte middels warmtepompen, warmtetransformatoren en MVR is in voorgaande hoofdstukken al uitvoerig beschreven. Hiermee kan een groot deel van de warmte worden hergebruikt. Dit is nooit volledig: er komt altijd lagetemperatuur warmte vrij. De verwachting is dat, na massale toepassing van warmtepompen en MVR, de restwarmte die overblijft een temperatuur zal hebben van 10 tot 50 °C. Dat is echte restwarmte.

Externe benutting

Deze echte restwarmte komt vrij bij alle bedrijven, of ze nu hogetemperatuurwarmte, lagetemperatuurwarmte of koeling gebruiken. Hier liggen grote kansen. Het totale finale energieverbruik na elektrificatie is 41 PJ. Dit is daarmee de maximale hoeveelheid industriële restwarmte, al zit hier eventuele restwarmte uit olie en restgassen niet bij.

Als hiervan de helft kan worden benut, dan betekent dit genoeg warmte voor 620,000 huishoudens. Dit is circa 50% van de huishoudens in Noord-Brabant.

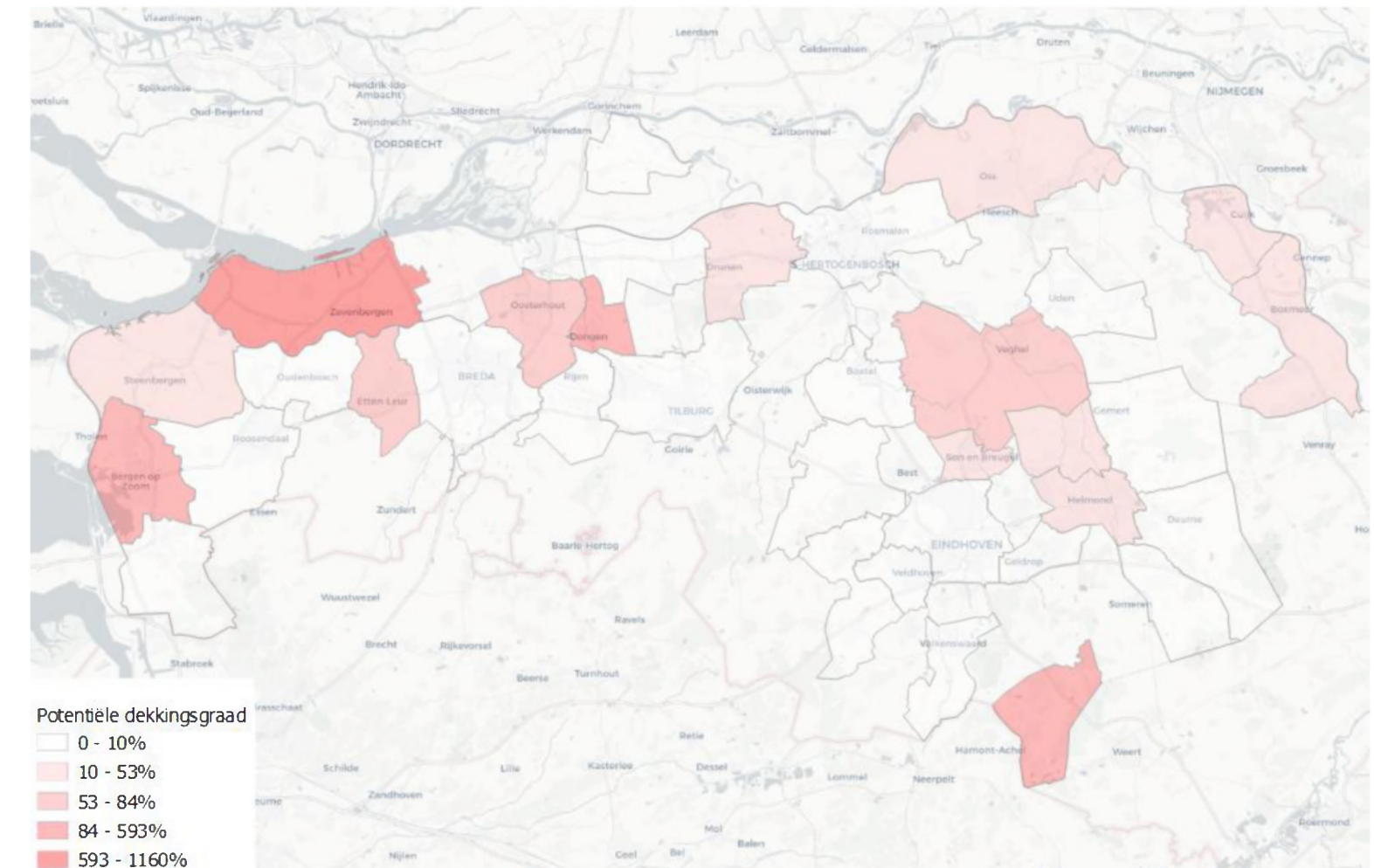
De uitdaging is dat de restwarmte vrijkomt op lage temperaturen, verspreid en vaak niet op plaatsen waar het direct ingezet kan worden. Met lagetemperatuur warmtenetten kan dit gedeeltelijk worden opgelost..

De huidige generatie warmtenetten is uitgelegd op hoge temperatuur (>90 °C) of middelhoge temperatuur (>70 °C). Restwarmte van 30 tot 50 °C vraagt idealiter om een nieuwe generatie warmtenetten.

“Ook hogetemperatuurwarmte komt uiteindelijk als lagetemperatuur restwarmte vrij”

Kansrijke gebieden

In sommige gemeentes is ook na interne optimalisaties ruim voldoende restwarmte beschikbaar voor de verwarming van woningen. Dit zijn Bergen op Zoom, Cranendonk, Dongen en Moerdijk. In Etten-Leur, Meierijstad, Steenderen en Oosterhout kan een groot deel van woningwarmte worden gedekt door restwarmte industrie. In onderstaande kaart is het dekkingsaandeel met kleuren aangegeven.



Geschatte potentie restwarmte ten opzichte van de gemeentelijke warmtevraag.

Bronnen: eigen analyse op basis van CBS en ETS data.

6.f Kansen op clusterniveau

Moerdijk en Bergen op zoom

Noord-Brabant kent met Moerdijk en Bergen op Zoom twee clusters waar zich complexe en energie-intensieve bedrijven bevinden.

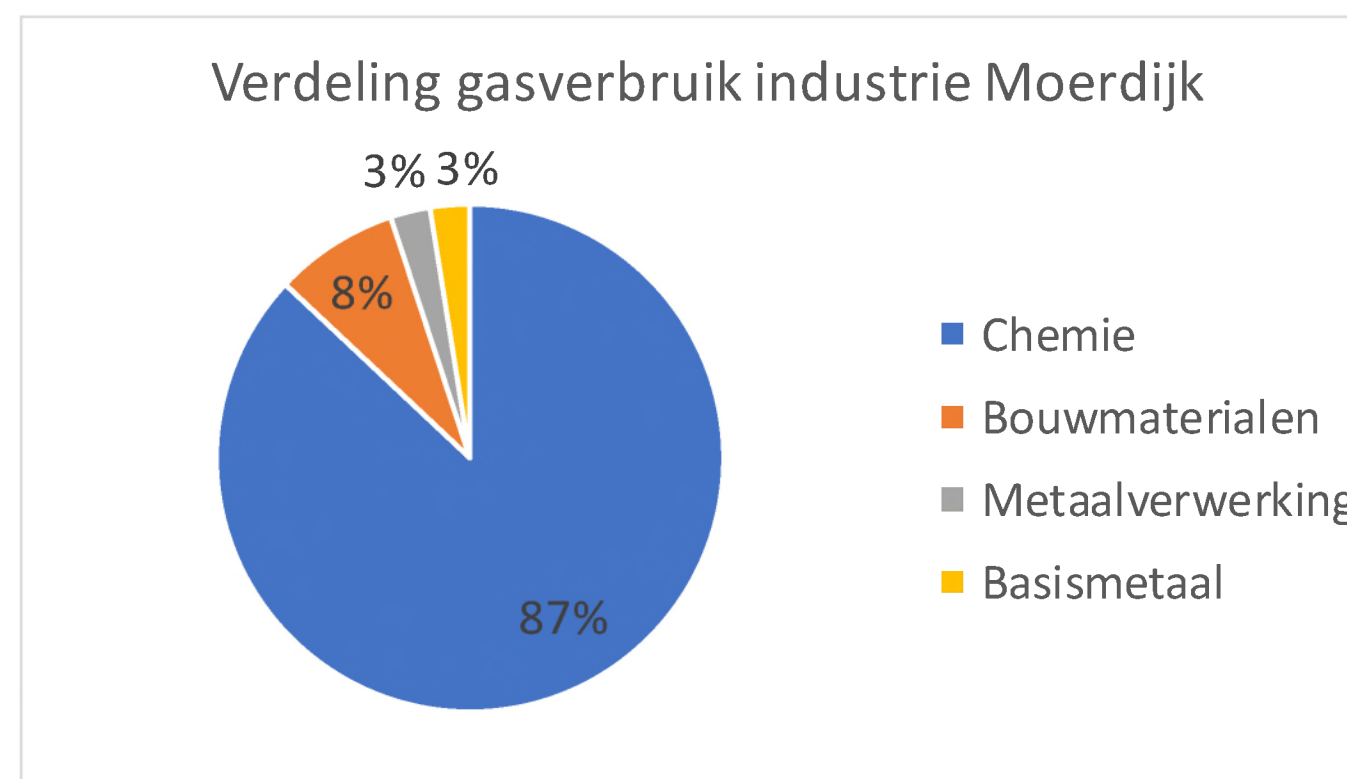
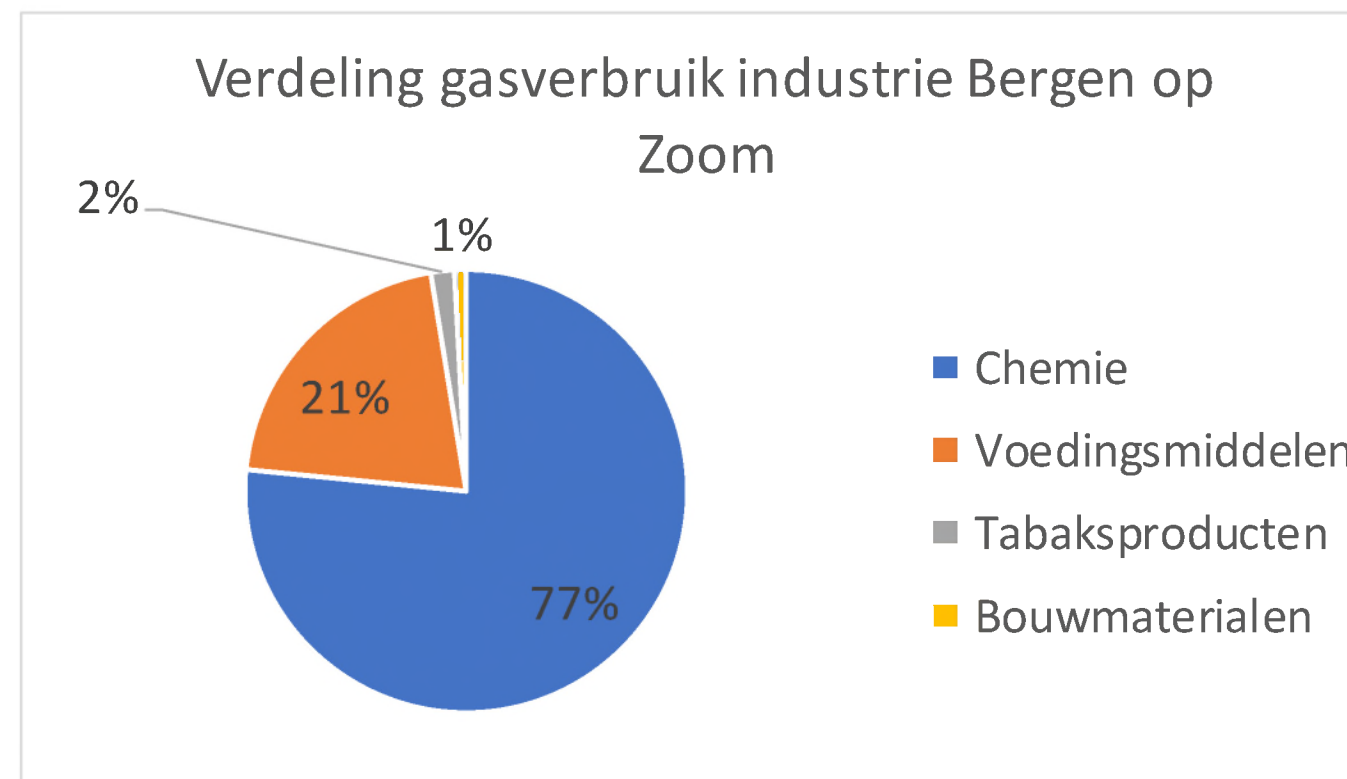
In de clusters wordt zeer veel energie verbruikt, niet alleen aardgas en elektriciteit, maar ook warmte van (afval)energiecentrales. Daarnaast worden veel olie en restgassen verstookt afkomstig van eigen chemische processen of aangevoerd vanuit Rotterdam. Chemie heeft de overhand.

Vanwege de hoge CO₂-concentratie in restgassen en de aanwezigheid van chemie zijn hier kansen voor CO₂-afvang.

(Rest)warmte-uitwisseling speelt hier al een belangrijke rol. Wel zijn er nog grote hoeveelheden lagetemperatuurwarmte beschikbaar, ook na elektrificatie. Deze warmte komt op 30 tot 50 °C vrij en kan niet door de bedrijven zelf worden gebruikt, maar zou wel geleverd kunnen worden aan een LT-warmtenet.

Er kan op twee manieren worden geclusterd:

- complementaire bedrijven verbinden
- bedrijven verplaatsen of aantrekken naar locaties waar ruimte is in de infrastructuur (netaansluitingen, pijpleidingen et cetera)



Bronnen: eigen analyse op basis van CBS en ETS data.

Hoofdstuk 7 Impact scenario's

In dit hoofdstuk beschrijven wij de verschillende oplossingsrichtingen in de energietransitie. Daarbij rekenen we door wat de impact is bij de keuze van een enkele techniek. Er zijn vier technieken gekozen die in theorie het aardgasverbruik van de Brabantse industrie kunnen vervangen. Het betreft elektrificatie, waterstof, CC(U)S, houtpellets. We sluiten af met een beschrijving van de randvoorwaarden.

7.a Scenario's

Extreme scenario's

Om een indruk te krijgen van de impact van volledige elektrificatie, waterstofeconomie, biomassa of CCS zijn berekeningen gemaakt van de impact daarvan.

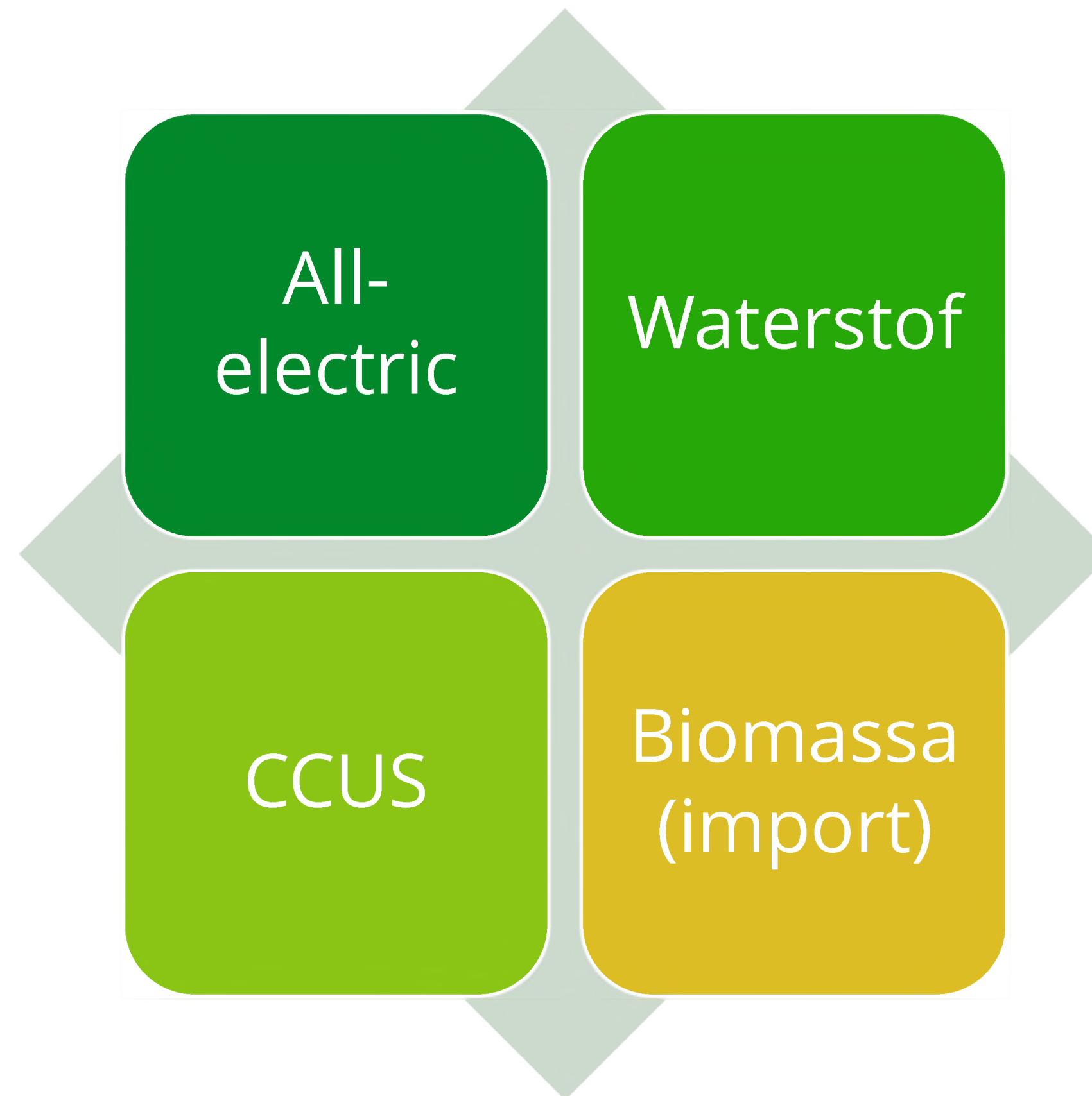
Er zijn vier extreme scenario's bepaald met technieken die voldoende potentie zouden moeten hebben om de warmtevraag van de Brabantse industrie te dekken.

Er zijn diverse technische en economische belemmeringen waardoor er niet één technologie een dekkingsgraad van 100% zal krijgen. Er zal een mix van technieken ontstaan.

De volgende scenario's zijn uitgewerkt.

- All-electric
- Waterstof
- CO₂-afvang en hergebruik (CCUS)
- Biomassa (import)

De toepassing van geothermie is niet als apart scenario uitgewerkt. Geothermie kan geen hogetemperatuurwarmte leveren, maar kan wel aangevuld worden met andere technieken. Voor de voedingsmiddelenindustrie kan (ultra)diepe geothermie wel een belangrijke warmtebron worden. Ultradiepe geothermie is nog niet op commerciële schaal gedemonstreerd. Geothermie is nader uitgewerkt in BIJLAGE V.



“We zijn niet in de positie om oplossingsrichtingen uit te sluiten”

7.a All electric world

Elektrificatie

De potentie voor energiebesparing en elektrificatie in de industrie is van veel zaken afhankelijk. Er is is gekozen om indicatief te schetsen wat het betekent als 100% van het gasverbruik ten behoeve van warmte wordt geëlektrificeerd. Er is aangenomen dat de inzet van restgassen, olie, bitumen et cetera niet door elektriciteit kunnen worden vervangen. De warmtevraag in de analyse betreft de warmtevraag ingevuld door aardgas.

Voor elk bedrijf in de bedrijvenlijst is op basis van de SBI-code een inschatting gemaakt van de verdeling van de warmtevraag naar temperatuurniveau. Vervolgens wordt uitgegaan van 100% elektrificatie.

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd:

- rendement (COP) 400% tot 250 °C en 100% boven de 250 °C.
- geen beperkingen in netcapaciteit.
- gelijkblijvende productie

Dit betreft een vergaande versimpeling van de realiteit. In bepaalde processen kan geen rendementswinst gehaald worden, terwijl in specifieke gevallen een rendement (COP) van 1000% gehaald kan worden.

De huidige warmtevraag ingevuld door aardgas bedraagt circa 33-PJ. Bij 100% elektrificatie kan met voorgaande uitgangspunten een besparing van circa 42% van het finale energieverbruik ten behoeve van warmte worden gerealiseerd, gerekend op basis van het aardgasverbruik ten behoeve van warmte. Finaal energieverbruik is exclusief productieverliezen bij de productie van elektriciteit.

De besparing zit vooral in de lagere temperaturen. Voor hogetemperatuurwarmte vindt niet direct efficiencyverbetering plaats.

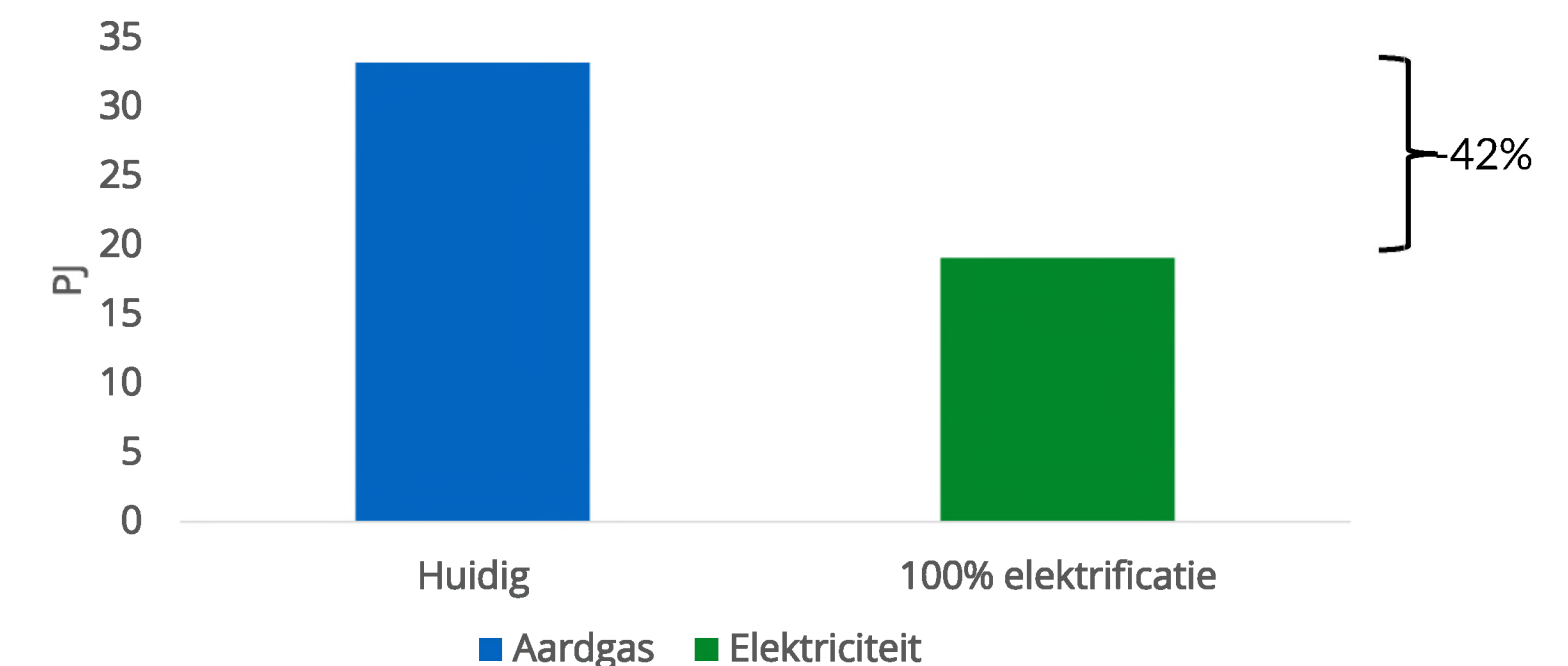
Met het upgraden van elektrische motoren en pompen met frequentieregelaars en het met plaatsen van energiezuinige klimaatinstallaties kunnen nog extra slagen worden gehaald.

Ook voor andere procesroutes, bijvoorbeeld substitutie van energie-intensieve materialen door gerecyclede stromen of minder energie-intensieve alternatieven leiden tot besparing.

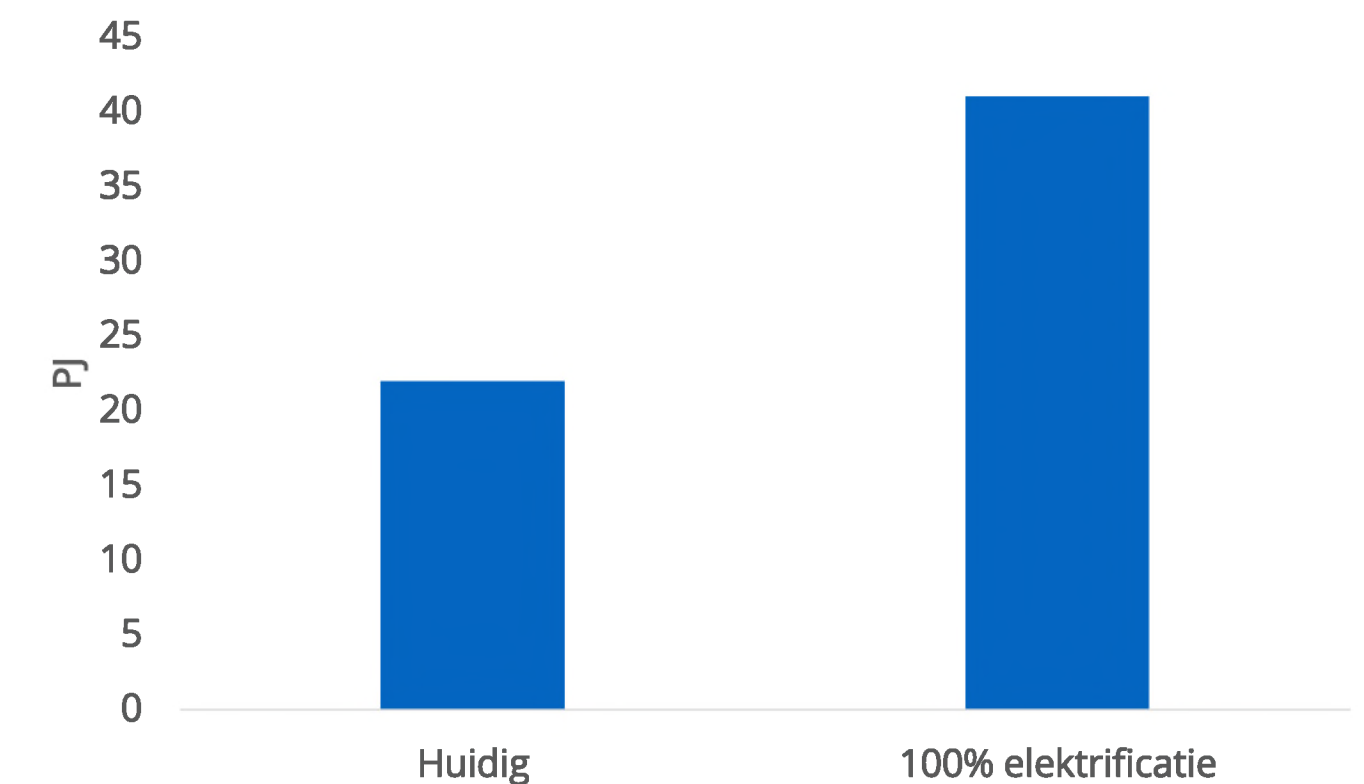
Elektrificatie betekent wel dat er veel meer elektriciteit nodig is. Het stroomverbruik van de Brabantse industrie zal dan verdubbelen. Uitgaande van wind op zee en de grootst mogelijke turbines (GE Haliade X met een jaarproductie van 67 GWh per jaar) betekent dit circa 80 van de grootste windturbines op zee, ofwel een windmolenpark van circa 1 GW. Dit is exclusief eventuele transport en opslagverliezen.

“Elektrificering is de meest zekere oplossingsrichting”

Energieverbruik t.b.v. warmte industrie Noord-Brabant



Elektriciteitsverbruik industrie Noord-Brabant



7.b Waterstofeconomie

Waterstof

Het is in theorie mogelijk om aardgas te vervangen door waterstofgas. Dit waterstofgas moet wel eerst worden geproduceerd. In dit hoofdstuk wordt ter indicatie geschetst hoeveel waterstof nodig zou zijn om het aardgasverbruik van de Brabantse industrie te vervangen.

Nagenoeg al het waterstofgas wordt momenteel geproduceerd uit aardgas, waarbij de CO₂ doorgaans wordt afgeblazen. Als de CO₂ wordt afgevangen en opgeslagen (blauwe waterstof), treden kosten en energieverlies op). De inzet van waterstof zal niet direct leiden tot energiebesparing, maar leidt wel tot CO₂-besparing, mits er gebruik gemaakt wordt van blauwe of groene waterstof. Gezien de schaalgrootte is uitgegaan de CO₂-vraag van de industrie met blauwe waterstof wordt ingevuld. De verwachting is dat blauwe waterstof voor ETS-bedrijven concurrerend wordt bij CO₂-prijzen vanaf circa 100€ per ton.

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd:

- één op één vervanging
- gasverbruik industrie conform BlueTerra: 1,2 mld m³ aardgas
- geen beperkingen in netcapaciteit
- blauwe waterstof

Waterstof heeft per volume ongeveer een derde van de energie inhoud van aardgas. Het verbruik van 1,2 miljard m³ aardgas in de Brabantse industrie betekent een waterstofverbruik van circa 3 miljard m³ per jaar.

Regionale inpassing

De blauwe waterstof wordt vermoedelijk via Rotterdam of via het aardgasnet geleverd. In de industrieclusters Moerdijk en Bergen op Zoom liggen grote kansen voor CO₂-afvang en de productie van blauwe waterstof. Waterstof en CO₂-opslag dienen gelijktijdig ontwikkeld te worden. Hierbij kan mogelijk worden aangehaakt bij ontwikkelingen in de haven van Rotterdam, bijvoorbeeld het Porthos project.

Afvang, transport en opslag van door de industrie geproduceerde CO₂- wordt door de industrie en door de Rijksoverheid als belangrijk gezien in de mix van technische maatregelen om de klimaatdoelstelling kosteneffectief te halen en staat zo benoemd in het Klimaatakkoord. In de UK wil men nog verder gaan: “CCS is a necessity, not an option”.

Benodigde schaalgrootte

Er wordt al op grote schaal waterstof geproduceerd, met name voor de kunstmestindustrie.

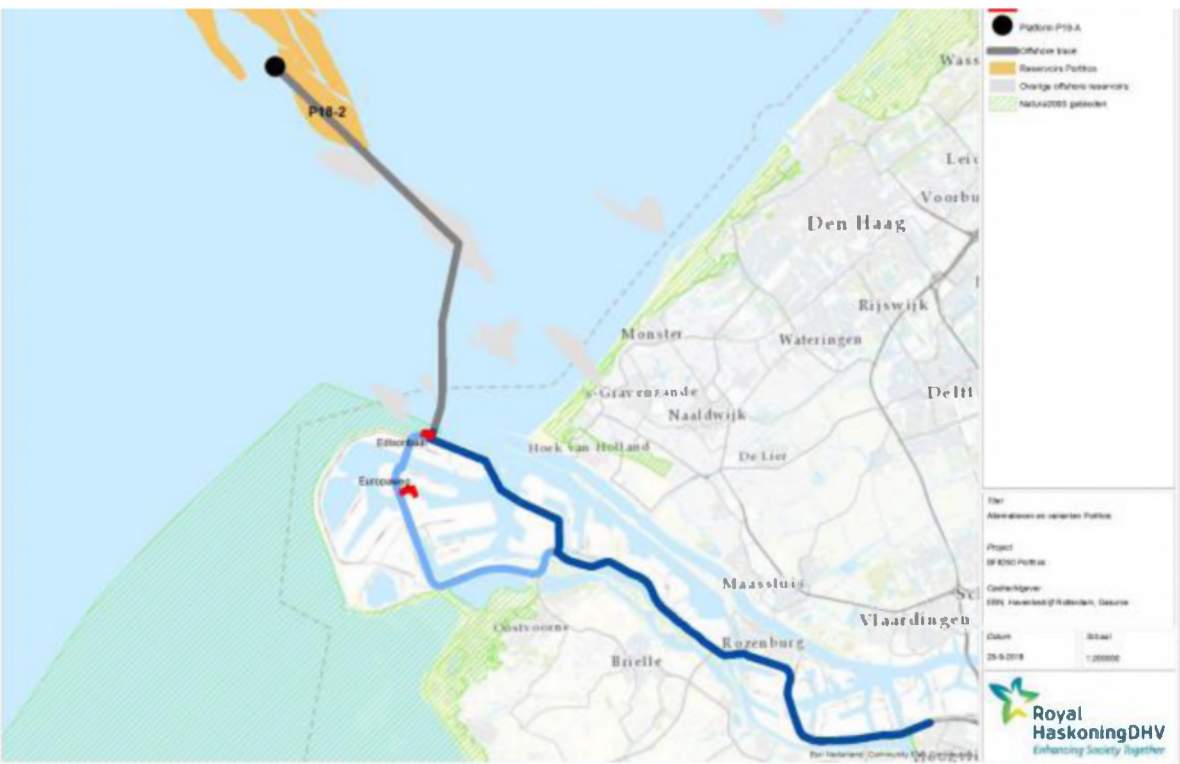
In diverse onderzoeken wordt gekeken naar de omvorming van aardgas hoofdleidingen naar waterstof (DNV GL, 2017). Deze onderzoeken zijn veelbelovend, de huidige aardgas transportinfrastructuur kan mogelijk worden door één waterstofleiding.

“Groene waterstof voor energietoepassingen blijft voorlopig onvoldoende voorradig en duur, blauwe waterstof eerder in beeld”

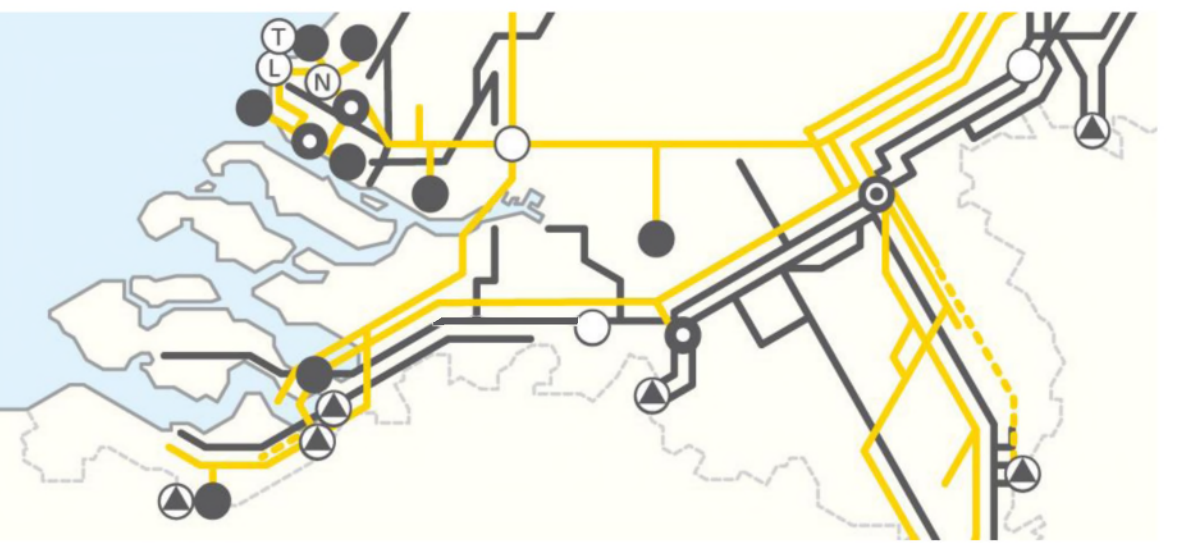
Regio	Volume (miljard m ³ /jaar)
Delfzijl	1,3
Geleen	1,8
IJmuiden	1,0
Rotterdam/Zeeeland	6,1
Totaal	10,2

Tabel 1 Waterstof productie volume per regio [3]

Waterstof productie Nederland. Bron: DNV GL, 2017



Porthos CCUS project. Bron: RoyalHaskoning DHV, 2019



H-gas en G-gas hoofdinfrastructuur. Bron: Gasunie GTS

7.c CC(U)S

Fossiel met CCS/CCU

Carbon capture and storage (CCS) betreft de afvang van CO₂ uit rookgassen en andere gasstromen, het geschikt maken voor transport, het transport en de injectie in lege gasvelden of diepliggende waterlagen. Afvang kan zowel voor verbranding ('pre-combustion') of na verbranding ('post-combustion') of door zuurstof toe te voegen voor verbranding in plaats van lucht ('oxy-fuel'). Fossiel met CCU/CCS is vooral geschikt in situaties waarbij CO₂ in het proces ontstaat (afvalverbranding, hoogovens, petrochemie). Afvalenergiecentrales zoals Twence zijn momenteel aan het experimenteren met CCUS. CCUS is een end-of pipe oplossing, en neemt de bron van de CO₂ uitstoot niet weg. Het afvangen van CO₂ kost bovendien energie.

Beschikbaarheid

De beschikbaarheid van de fossiele warmtebronnen zal ook in 2050 geen belemmering zijn. Ook zijn er voldoende opslagvelden beschikbaar voor grootschalige opslag van CO₂. Niet elke afgasstroom is echter even geschikt voor afvang van CO₂. Bij processen waarbij een hogere concentratie CO₂ vrijkomt (>20%), zoals ruw ijzerproductie en ammoniakproductie, kan CO₂ makkelijker en tegen lagere kosten worden afgevangen dan bij grootschalige boilers en fornuizen. In geval van CCU is er bovendien een grens aan de vraag naar CO₂. Huidige toepassingsmogelijkheden zoals in de glastuinbouw hebben beperkt potentieel maar met inzet van CO₂ als grondstof voor kunststof en de productie van ethaan en methaan kan CCU ook een significante bijdrage leveren. Wel kost dit energie, en is dit nog niet op schaal gedemonstreerd.

Regionale inpasbaarheid

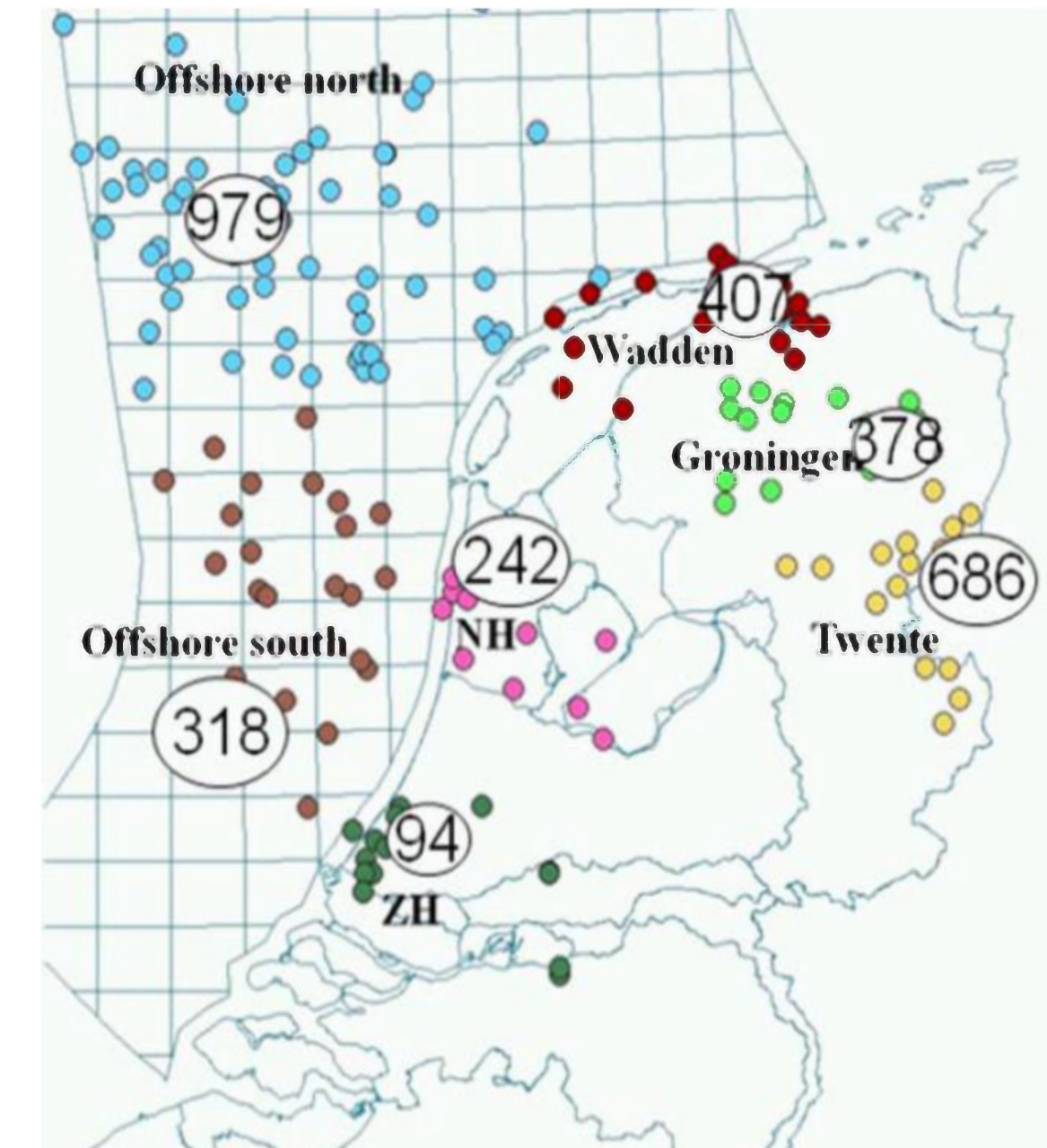
In naastgelegen figuur is een overzicht gegeven van potentiële opslaglocaties in Nederland. De opslagvelden bevinden zich met name in de Noordzee en het westen en noorden van Nederland. Opslag op land kan bemoeilijkt worden door een negatieve publieke opinie. Toepassing van CCS zal daarom vooral interessant zijn in Noord- en Zuid-Holland waar CO₂ makkelijk naar opslagvelden in de Noordzee kunnen worden getransporteerd. In deze gebieden is de aanleg van een CO₂-infrastructuur interessant en daarmee ontstaan ook mogelijkheden voor toepassing van CCU. Grootschalige opvang van CO₂ in de rest van het land voor CCU ligt niet voor de hand, tenzij de infrastructuur daarvoor geschikt wordt gemaakt. Zo zijn er ideeën voor een CO₂-leiding van Chemelot naar Rotterdam.

Benodigde schaalgrootte

Uitgaande van een afvang rendement van 90% en CO₂-emissies van 4,8 megaton per jaar inclusief restgassen, dan moet jaarlijks 4,3 megaton CO₂ worden opgeslagen.

De totale Nederlandse CO₂-opslagcapaciteit in (voormalige) gasvelden is naar schatting 2.700 tot 3.200 Megaton (Mt) (exclusief het Groningen-gasveld). Hiervan ligt circa 1.500 tot 2.000 Mt onder land en circa 1.200 Mt onder zee. Op papier is er voldoende opslagruimte voor tientallen jaren CO₂-afvang, er zijn echter nog grote technische en economische onzekerheden.

Om CO₂-afvang en CO₂-opslag te faciliteren is deels een nieuwe infrastructuur van pijpleidingen noodzakelijk. Bestaande olie- en gaspijpleidingen zijn pas te verbruiken vanaf het moment dat de betreffende velden volledig zijn uitgeput.



Potentiële locaties voor CO₂opslag (Bron Cato Engineering)

"In theorie voldoende opslagcapaciteit voor CO₂"

7.d Houtpellets

Biomassa

Houtige biomassa kan worden ingezet om aardgas te vervangen. Het is geschikt om hogere temperaturen warmte te maken en technisch bewezen. Biomassa wordt gezien als een transitie-oplossing, waarbij het gedurende de transitie weer uitgefaseerd wordt wanneer nieuwe technieken haar rol over kunnen nemen.

Vanwege de schaal van de warmtevraag in de Provincie Noord-Brabant kan al op voorhand gesteld worden dat binnenlands hout hier niet toereikend voor zal zijn. Geïmporteerde buitenlandse biomassa bestaat met name uit houtpellets uit zaagsel. Bij grootschalige biomassa-installaties zou ook CO₂-afvang kunnen worden toegepast.

Vanwege de stikstofdepositie problematiek is uitbreiding van biomassa uiterst onzeker geworden, al lijken er inmiddels wel technieken te zijn om de stikstofuitstoot te reduceren tot het niveau van aardgas.

Imago

Biomassa ligt onder een vergrootglas. Biomassa wordt door de wetenschap en Europese/nationale politiek nog steeds als duurzaam en noodzakelijk gezien, maar lokaal zijn er twijfels. De kans is groot dat tegen elke verleende vergunning rechtszaken worden aangespannen. Dit maakt de uitrol van biomassa uitdagend.

Beschikbaarheid

Het aanbod van duurzame biomassa zal waarschijnlijk lager liggen dan de vraag ([PBL](#)). Welk deel van de biomassa direct zal worden benut voor de warmtevraag zal ook afhangen van de vraag welk deel van houtige biomassa in producten kan worden verwerkt.

Vergassen of pyrolyse van biomassa om het vervolgens als grondstof in te zetten is een alternatieve route (Nettenergy) die verder ontwikkeld zou moeten worden.

De beschikbaarheid van biomassa voor warmteproductie is door deze grote afhankelijkheden onzeker en schattingen lopen hierdoor sterk uiteen. Een groot deel van het biomassa-aanbod zal worden verwerkt tot groen gas via vergassing (*zie groen gas*).

Regionale inpasbaarheid

Het overgrote deel van de beschikbare biomassa voor de industrie zal dus worden geïmporteerd en aankomen per schip in Nederlandse havens. Voor de grootschalige warmtevraag op hoge temperatuur van industriële clusters in havengebieden is biomassa goed toepasbaar. Ook kan in de industriële clusters vergassing plaatsvinden, waarna het gas wordt geleverd aan bedrijven of aan het net. Voor individuele bedrijven kan een biomassaketel een uitkomst zijn.

In Noord-Brabant wordt al grootschalig biomassa ingezet. Brabant produceert de meeste bio-energie en heeft de grootste werkgelegenheid in de bio-energiesector van alle provincies. Enkele grootschalige installaties zijn:

- Amercentrale (bijstook houtpellets)
- BECC Cuijk (houtsnippen en afvalhout)
- BMC Moerdijk (kippenmest)

De afvang en opslag van CO₂ van een biomassacentrale leidt tot negatieve CO₂-emissies en wordt door de IPCC gezien als een belangrijke transitiemaatregel. Afvalcentrales zoals Twence en HVC zijn er al mee aan het experimenteren.

Benodigde schaalgrootte

Om het hele industriële aardgasverbruik t.b.v. warmte van circa 33 PJ met biomassa op te wekken zijn grote hoeveelheden hout nodig. Een ton houtpellets bevat 17 GJ aan warmte, wat met een rendement van 90% kan worden omgezet. Dat betekent dat er voor de Brabantse industrie jaarlijks 2,2 miljoen ton houtpellets nodig zijn. Dit staat gelijk aan ruim 700 binnenvaartschepen of 70.000 vrachtwagens vol.

Om het volume in perspectief te plaatsen: de Amercentrale verstoekt straks jaarlijks 1,5 miljoen ton houtpellets.



“Biomassa kan een overbruggingsoplossing vormen, maar vanwege de stikstofdepositie onzeker”

7.e Randvoorwaarden per technologie

Elektrificatie

Een belangrijke drempel voor elektrificatie is de elektrische infrastructuur; de elektriciteitsnetten zijn niet overal geschikt voor extra elektriciteitsvraag die gaat optreden. Bovendien kan een verzwaring van de netaansluiting niet worden betaald uit de business case van een elektrische warmteopwekker. Hogetemperatuurwarmtepompen > 120 °C zijn nog in ontwikkeling en nog niet commercieel verkrijgbaar.

Biomassa

De beschikbaarheid van biomassa in Nederland is erg beperkt. Bovendien kan de kostprijs zonder subsidie niet concurreren met aardgas. Een subsidie of een CO₂-belasting is een voorwaarde voor rendabele exploitatie. Voor de industrie is er onvoldoende lokale biomassa en zal biomassa geïmporteerd moeten worden. Daar zitten prijsrisico's aan. Voor biomassa-installaties zijn milieuvergunningen noodzakelijk boven de 15 MW en is vergunning vereist in het kader van de Wet Natuurbescherming.

Waterstof

Voor waterstof geldt: grijze waterstof is goedkoper dan groene waterstof maar duurder dan aardgas, en levert geen CO₂-besparing op. Voor blauwe waterstof (CCS) en voor groene waterstof zullen de kosten flink moeten dalen om concurrerend te worden. Wel kan waterstof voorlopig profiteren van vrijstelling op de energiebelasting. Als een industriële CO₂-heffing wordt ingevoerd, dan kan blauwe waterstof concurrerend worden met aardgas. Verder moet de gehele keten nog ontwikkeld worden. Blauwe waterstof kan een belangrijke aanjager hierin zijn.

Carbon capture, usage and storage

De ontwikkeling van CCS met een infrastructuur in havens (Rotterdam, Amsterdam) is essentieel voor Nederland. Met het oog op draagvlak ligt CO₂-opslag ondergronds in Brabant niet voor de hand. Als CO₂ wordt afgevangen, dan moet dit naar de zeebodem. Publiek private samenwerking voor de CO₂-afvang en voor de CO₂-infrastructuur zou kunnen helpen de transitie te versnellen. Aanhaken bij lopende initiatieven (Porthos Rotterdam, OCAP) kan de transitie versnellen.

Cascadering van warmte

Het aanleggen van warmte-infrastructuur is kostbaar en verdient zich niet snel terug. Bovendien zijn aanzienlijke risico's aanwezig zoals afhankelijkheid, vollooptscenario's et cetera. Publiek-private samenwerking in de aanleg van de hoofdinfrastructuur warmte is cruciaal voor het laten slagen van restwarmtelevering. Ook de risico's voor het afhaken van partners en dergelijke kunnen moeilijk door private bedrijven gedragen worden.

“regionaal kan niet zonder landelijk”

7.h Mogelijk scenario Nederlandse industrie

Scenario Nederlandse industrie

Om de toekomstige rol van aardgas als energiebron voor de industrie te bepalen, is in de studie 'Toekomstvisie wkk' van Blueterra (2018) onderzoek gedaan naar de verwachte bijdrage van vervangende technieken. Deze zijn hieronder overgenomen, met als doel de toekomstige energiemix te schetsen.

Fossiel (met CCS)

Momenteel wordt de warmtevraag gedomineerd door fossiele brandstoffen. Bij huidige marktcondities en wet- en regelgeving wordt verwacht dat deze dominantie tot 2030 grotendeels intact blijft. De effecten van een Klimaatakkoord zijn hier nog niet in meegenomen. Voor de hogere temperatuurvraag (>500 °C) geldt dat fossiele bronnen moeilijker kunnen worden vervangen. Dit geldt met name voor het gebruik van restgassen. Zolang deze restgassen als bijproduct uit de productieprocessen komen zullen deze ingezet (moeten) worden. Restgassen zullen de belangrijkste energiebron blijven richting 2050 voor temperaturen boven de 500 °C. Voor de fossiele energiebronnen die nog ingezet worden zal vanaf 2030 CCS/CCU worden ingezet.

Elektrificatie

Voor de temperaturen tot en met 100 °C zal de industrie voor een groot deel overstappen op warmtepompen. Van 100 °C tot 200 °C zal elektrificatie ook een rol spelen met name door opwaardering van restwarmte via mechanische damprecompressie. Op dit temperatuurniveau is de onzekerheid over de inzet van warmtepompen iets groter omdat veel droog- en destillatieprocessen in de industrie momenteel net boven het temperatuurniveau liggen waarop warmtepompen inzetbaar zijn.

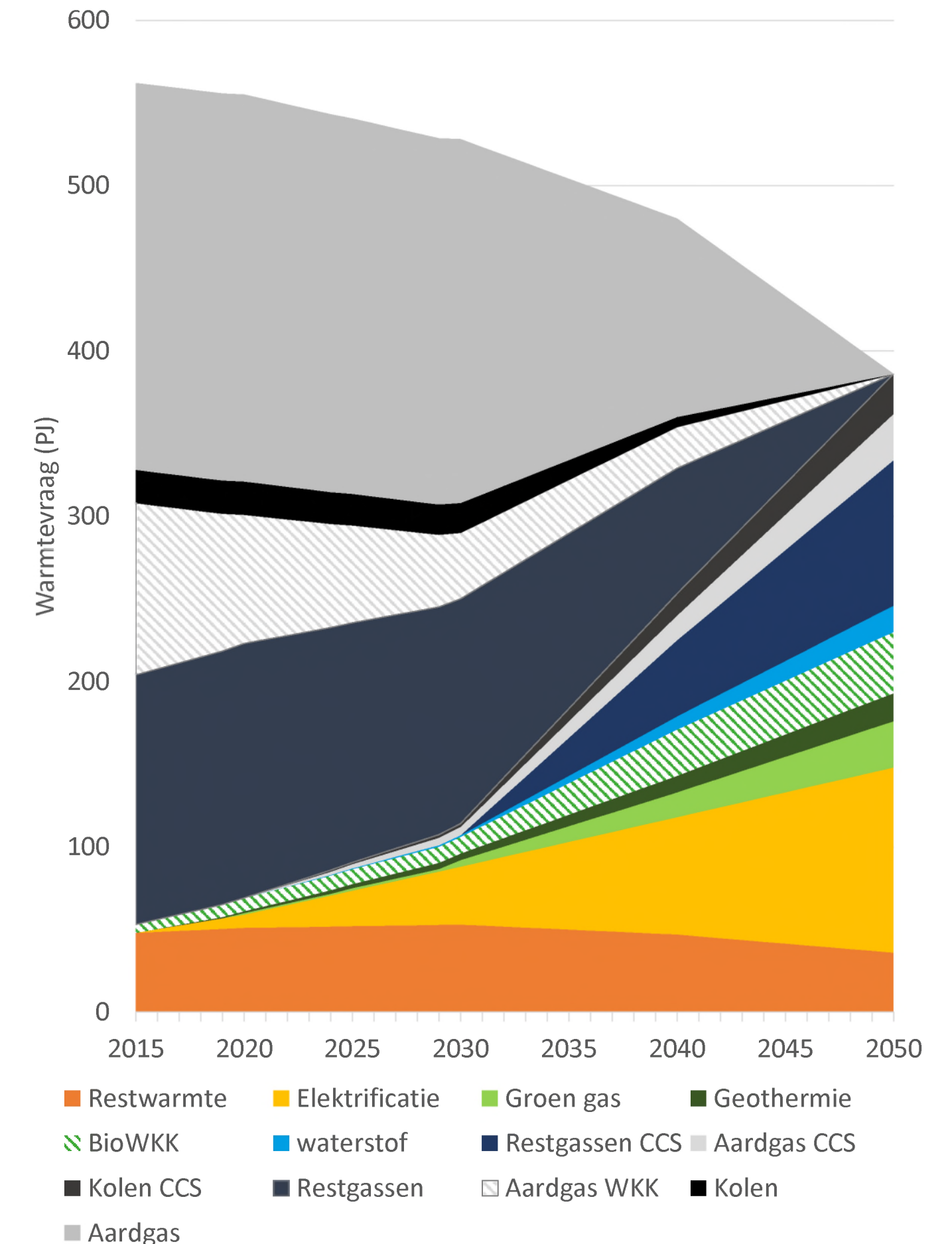
De mate van elektrificatie zal afhangen van het temperatuurniveau dat in 2050 bereikt kan worden met warmtepompen en welke temperatuur benodigd zal zijn. Hogere temperatuurprocessen zullen ook gedeeltelijk worden geëlektrificeerd via boilers of fornuizen. Dit is met name interessant in de vorm van Power-to-Heat toepassingen waarbij de capaciteit wordt overgedimensioneerd, zodat gereageerd kan worden op de fluctuerende elektriciteitsstarieven. De verwachting is dat elektrificatie in de industrie vanaf heden langzaam meer zal worden toegepast en vanaf 2030 een sterke groei zal kennen.

Geothermie

Geothermie is een alternatief voor elektrificatie voor de temperatuurvraag tot maximaal 200 °C. Voor temperaturen tot 100 °C kan verbruik worden gemaakt van nu al beschikbare technieken. Voor hogere temperaturen moet ultra-diepe geothermie worden toegepast waarvan haalbaarheid nog meer onzeker is. Bovendien is het net zoals bij warmtepompen de vraag in hoeverre er een match tussen de benodigde temperatuur en de temperatuur dat door geothermie geleverd kan worden. Voor alle vormen geldt dat de locatie geschikt moet zijn voor toepassing van geothermie. Deze locatieafhankelijkheid en het relatief lage temperatuur-niveau dat kan worden bereikt zorgen er voor dat geothermie een beperkte rol speelt in de invulling van de warmtevraag.

Restwarmte

Een deel van de industriële warmtevraag wordt ingevuld met gecascadeerde restwarmte uit hogere temperatuurprocessen.



Ontwikkeling van de invulling van de Nederlandse warmtevraag bij huidige condities. Bron: Blueterra (2018)

Hoofdstuk 8 Kansen en knelpunten

In dit hoofdstuk beschrijven wij het vigerend landelijk beleid en de knelpunten die wij in hoofdlijnen zien. Vervolgens diepen we de knelpunten verder uit aan de hand de informatie van de industrietafel zoals door TKI is opgenomen in een rapport.

8.a Kansen

Elektrificatie

Er zitten veel voedingsmiddelen- en drankenfabrikanten in Noord-Brabant. Deze kunnen door slimme elektrificatie met bestaande techniek grote besparingen realiseren. Hier ligt een grote besparingspotentie. Er ligt een 380 kV hoogspanningsnet, die in basis voldoende capaciteit zou moeten hebben voor de Brabantse industrie. Op het middenspanningsnet zijn de uitdagingen groter (zie (8.b)).

CO₂-afvang en blauwe waterstof

Er worden in de chemische industrie grote hoeveelheden CO₂-rijk restgas verbrand. Die CO₂ gaat nu de lucht in. Het is van groot belang het gebruik van restgassen te verminderen, dan wel de vrijkomende CO₂ af te vangen.

Mogelijk gaat bij de waterstofproductie in Bergen op Zoom de CO₂ ook de lucht in. Hier zou CO₂-afvang toegepast moeten worden. Als er CCU(S) wordt toegepast, dan kan mogelijk worden aangehaakt bij het Porthos project.

Als er waterstof en CO₂-pijpleidingen naar Chemelot worden gelegd, dan zouden enkele fabrieken in Brabant hier ook op aangesloten kunnen worden. Blauwe waterstof kan als transitiebrandstof dienen.

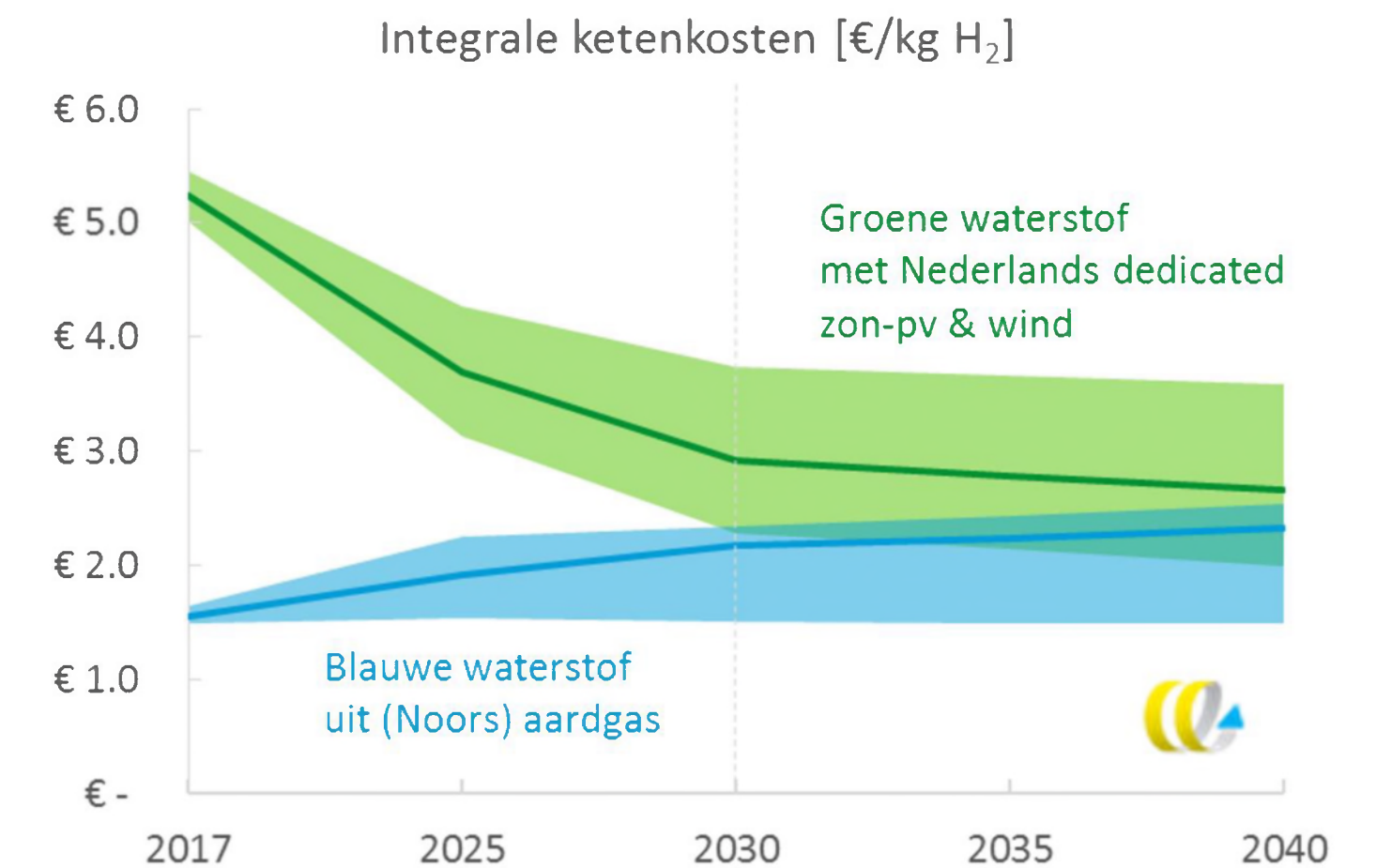
Restwarmte benutting

Er is, ook in de toekomst, veel restwarmte beschikbaar. Deze warmte komt weliswaar vrij op lage temperatuur, maar wel in aanzienlijke hoeveelheden. Uitkoppeling van restwarmte met lokale warmtenetten lijkt kansrijk. Hierbij moeten ook datacenters niet worden vergeten.

“Slimme elektrificatie, CCUS en uitkoppeling restwarmte bieden grote kansen voor de industrie in Noord-Brabant.”



Bezoek aan een hoge temperatuur warmtepomp bij Viking in Remscheid: tot maximaal 165°C, temperatuursprong 50-60 °C.



*Verwachte (keten-)kostenontwikkeling Blauwe en Groene waterstof
(bron Energeia / CE Delft).*

8.b Beleidsontwikkelingen

Beleidsontwikkelingen

De industrie ervaart grote druk om te verduurzamen. Belangrijke drivers zijn:

- klimaatakkoord in combinatie met het doel van de regering om 49% (industrie 59%) reductie in 2030 en 95% reductie in 2050 te bereiken
- het Parijs akkoord, internationale druk
- imago; dit laatste geldt vooral voor producenten van eindproducten en bedrijven met een hoog profiel
- compliance (licence to produce): druk om te voldoen aan geldende wet- en regelgeving, ook vanuit imago
- fiscaal beleid; de regering gaat naar verwachting beleidsmatige prikkels aanbrengen om het gedrag van burgers en bedrijven te beïnvloeden (bijvoorbeeld vergroening fiscaal beleid, subsidies)
- CO₂ prijs (ETS); de recente stijging, de verwachting dat de prijs in het komende decennium structureel hoger ligt; de regering overweegt een minimumprijs en de EU wil ETS versterken.
- afkoppelen van G-gas; bedrijven vragen zich af of ze nog wel naar H-gas moeten of direct van het gas af (elektrificeren of duurzaam)
- limitatie NO_x uitstoot, belemmering uitbreiding stookinstallaties

Op dit moment is de druk op de industrie hoog (hoger dan voorheen); zie de discussie in het kader van het Klimaatakkoord. De discussie gaat niet over of en waarom maar over wie de rekening betaalt. Het wegvallen van bovenstaande druk zal leiden tot een afzwakken van de transitie. Dit kan ontstaan door economische crisis, het wegvallen van internationaal draagvlak, internationale crisissituaties of de binnenlandse politiek.

De druk kan ook verder verhoogd worden door een verdere stijging van de CO₂ prijs, meer bevingenproblematiek, meer en heviger klimaatrampen en een verhoogde immigratiedruk vanuit Afrika vanwege verdroging.

ETS-bedrijven

Bedrijven die onder het ETS vallen ervaren al een groeiende druk om de emissies te verlagen. De CO₂-prijs is de afgelopen jaren opgelopen van vijf euro per ton naar 25 euro per ton. Het aantal CO₂-rechten neemt komende jaren flink af, waardoor verdere prijsstijgingen worden verwacht. Een recente [rechtszaak](#) over gratis emissierechten kan ervoor zorgen dat de CO₂-prijs binnen enkele jaren op 65 euro per ton zou kunnen uitkomen. Dit gaat grote consequenties hebben voor energie-intensieve industrie. De toekomstige CO₂-prijs blijft echter onzeker. Bedrijven die onder het ETS vallen zijn vrijgesteld van diverse verplichtingen, waaronder EED auditplicht. Wel gelden branche-doelstellingen onder de MEE en geldt een indieningsplicht van elektronische milieujarverslagen voor bedrijven die onder MJA/MEE vallen. De MJA/MEE zal in 2020 stoppen.



Ontwikkeling CO₂-prijs (Bron Sandbag)

“Onzekerheden inzake overheidsbeleid kunnen tot verlamming van de industrie in de energietransitie leiden”

8.c Knelpunten in de energietransitie genoemd door industrie

Knelpunten

In de aanloop naar het klimaatakkoord zijn rond de industrietafel een aantal knelpunten genoemd die handvatten bieden voor de vorming van provinciaal beleid. Het betreft de volgende punten:

1. Rentabiliteit

De kosten van fossiele brandstoffen zijn nog steeds zo laag dat de investeringen voor alternatieven niet rendabel zijn. Zeker niet binnen de industrie waar veelal twee à drie jaar terugverdientijd wordt gehanteerd. Daar komt nog bij dat nieuwe systemen relatief duur zijn omdat de ontwikkelingskosten en de risico's bij de implementatie in de investering verwerkt worden. Bovendien kan door fiscale maatregelen elektriciteit relatief weer duurder worden, wat de rentabiliteit van elektrische oplossingen onder druk zet.

2. Financiering

Ook als maatregelen rendabel zijn betekent dit niet dat een bedrijf hierin zal investeren. Een bedrijf heeft namelijk een beperkte hoeveelheid kapitaal beschikbaar en zal altijd voorrang geven aan investeringen die nodig zijn om de ontwikkeling van de markt te kunnen volgen. Kostenbesparingen hebben lang niet altijd de prioriteit. Tot slot mag genoemd worden de onzekerheid in de ontwikkeling van de energietarieven. Dit geldt voor de markttarieven en voor de ontwikkeling van energiebelasting en CO₂-beprijzing. Dit maakt de financiële prognoses onzeker.

3. Sociale of culturele drempels

De focus in de industrie is veel meer gericht op capaciteit, kwaliteit en winst dan op duurzaamheid. Bonussen zijn meestal niet aan duurzaamheid gerelateerd.

De meeste industriële bedrijven hebben jarenlang bezuinigd op stafafdelingen en proberen zoveel mogelijk uit te besteden omdat het aantal "head counts" één van de KPI's is geworden. Het gevolg is wel dat de pure productiebedrijven weinig of geen eigen ontwikkelingsafdeling meer hebben en afhankelijk zijn van buitenlandse zusterbedrijven.

Bij consumenten is de bereidheid om meer te betalen voor duurzame producten voorzichtig groeiende. Veel industrieën leveren echter grondstoffen of halffabricaten en hebben geen direct contact met de consument. MVO beleid vertaalt zich onvoldoende in meeropbrengst.

De Wet Milieubeheer biedt weinig houvast om industriële bedrijven in beweging te zetten. Toezicht en handhaving op energiegebied staat nog in de kinderschoenen. Er is nog weinig jurisprudentie op dit gebied en de kosten van procedures zijn voor de overheid hoog.

Bedrijven zijn sterk risico mijdend. Leveranciers van nieuwe technieken hebben grote moeite launching customers te vinden. Iedere verandering aan het proces vraagt opnieuw inregel- en validatietijd met het risico van product afkeur. Ook de onzekerheid over de ontwikkeling van de infrastructuur en het overheidsbeleid inzake belastingen en heffingen draagt bij aan onzekerheid hetgeen verlamd werkt op de industrie.

4. Technische en infrastructurele obstakels

Bedrijven vragen zich af of er voldoende duurzame energie beschikbaar komt voor hun productieproces en of de infrastructuur op tijd beschikbaar komt om deze bij het bedrijf te brengen. Ook speelt de vraag wie de kosten van die nieuwe infrastructuur voor zijn rekening neemt, of deze gesocialiseerd gaan worden of bij hen in rekening worden gebracht. Zo kan elektrificatie al dan niet met warmtepompen tot aanzienlijke kosten leiden, alleen al voor het uitbreiden van de netcapaciteit.

Voor bedrijventerreinen zoals Moerdijk is het onzeker hoe de balans verstoord wordt als bedrijven grote stappen gaan zetten op het gebied van duurzaamheid. Welke infrastructuur is dan nodig en welke kosten brengt dit zich met zich mee?

5. Maatschappelijke randvoorwaarden

Voor de energietransitie is veel geschoolde mankracht nodig. Zowel netbeheerders als industriële bedrijven vragen zich af of deze voldoende beschikbaar is. Hoe is het draagvlak van omwonenden en medewerkers voor ingrijpende wijzigingen in de productie? Zijn burgers en overheden bereid meer voor een duurzaam product te betalen en accepteren aandeelhouders een tijdelijk lager dividend in de transitie?

6. Belemmerende regelgeving

Vergunningverlening en regelgeving rond nieuwe installaties, windturbines, houtketels (PAS), infrastructuur, afval en grondstoffen kan de energietransitie afremmen of blokkeren.

8.d Oplossingsrichtingen

Elektriciteit

Bij verregaande elektrificatie van de industrie zal het bestaande net uitbreiding behoeven. Uitbreiding van netten kost naast veel geld ook veel (doorloop-)tijd (zie BIJLAGE IV). Zeker als het om hoogspanningsnetten gaat waar vergunningprocedures voor nodig zijn. Het is dus van groot belang dat de industrie in Noord-Brabant aan geeft hoe de toekomstige behoefte er uit ziet, zodat de provincie zich kan inspannen voor een tijdige opstart van de noodzakelijke uitbreidingen. Hiertoe zullen de bedrijven lange termijnplannen moeten maken (CO₂-reductieplannen).

Warmte- en stoomnetten

Ondersteuning op het gebied van uitkoppeling van restwarmte naar de gebouwde omgeving behoort niet tot de scoop van dit onderzoek maar verdient wel aanbeveling om vanuit de provincie ondersteund te worden.

Het uitwisselen van warmte in de industrie (met name stoom) biedt ook mogelijkheden met name als het cascadering in het verbruik betreft. Eventuele initiatieven om overschotten aan lagedrukstoom op te waarderen met damprecompressie en elders aan te bieden verdienen zeker ondersteuning. Het industrieterrein Moerdijk is daarvoor de aangewezen locatie.

Waterstof

Voor bedrijven die hoge temperaturen hanteren en die verder weg liggen van de windparken, kan het nodig zijn duurzame brandstoffen in te zetten. Inzet van biomassa of ijzeroxiden is niet altijd mogelijk vanwege fijnstofemissies, NOx en de extra vervoersbewegingen die nodig zijn. Toevoer per pijplijn is dan noodzakelijk. De Provincie zou kunnen aanhaken bij de ontwikkeling van een waterstofleiding van Rotterdam naar Chemelot waarmee ook Brabantse bedrijven bediend zouden kunnen worden.

Biomassa

Maatschappelijke discussies maken de toepassing van biomassa lastig. Met het wegvallen van het Programma Aanpak Stikstof, is het verkrijgen van een vergunning voor grootschalige hout gestookte installaties bovendien voorlopig lastig of zelfs onmogelijk geworden.

“De energie-infrastructuur is één van de belangrijkste bottlenecks in de energietransitie”

CO₂

De afvangst van CO₂ uit aardgasgestookte installaties zoals warmtekrachtinstallaties, is gezien de kosten van afvang, transport en opslag naar ons inzicht niet logisch.

De CO₂ die bij processen in de chemie vrij komt, bij de productie van staal en bij afvalverbranding biedt wel kansen omdat hiervoor geen alternatieven zijn. Ook kan CO₂ worden afgevangen bij waterstofproductie uit aardgas.

Het is niet ondenkbaar dat een leiding van Chemelot naar Rotterdam wordt gelegd om de CO₂ opnieuw in te kunnen zetten in de koolstofketen voor kunststoffen en dergelijke. Mochten er initiatieven zijn op dit gebied dan zal de provincie Noord-Brabant het industrieterrein Moerdijk zeker moeten inbrengen.

Hoofdstuk 9 Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk beschrijven wij de conclusies die op basis van de voorgaande analyses zijn te trekken alsmede concrete maatregelen die de provincie Noord-Brabant met relatief weinig geld kan uitvoeren om de energietransitie bij haar industriële bedrijven te versnellen.

9.a Conclusies

Energiesituatie industrie

Binnen de provincie Noord-Brabant zijn circa 130 bedrijven die samen goed zijn voor meer dan 90% van het industrieel energieverbruik. Er zijn vijf sectoren waar het zwaartepunt ligt van het verbruik, te weten Chemie, Voedingsmiddelen, Dranken,, Bouwmaterialen en de Metaalindustrie. Er worden in de chemische industrie veel restgassen ingezet. Dit heeft een zeer grote impact op de CO₂-uitstoot van de Brabantse industrie en verdient nader onderzoek.

Mogelijkheden verduurzaming

Bij de meeste bedrijven vormt aardgas (warmte) het grootste aandeel van het energieverbruik. Het inzetten van bedrijfsinterne restwarmte voor de processen levert dan ook het grootste besparingspotentieel op. Dit kan door directe terugwinning of door inzet van warmtepompen en damprecompressie. Het restant aan laagwaardige warmte kan ter beschikking worden gesteld aan de omgeving. De voedings- en genotmiddelenindustrie en de drankenindustrie kenmerken zich door warmteverbruik op relatief lage niveaus (veelal onder de 100 °C). Hier zijn relatief eenvoudig warmtepompen in te zetten. In de chemie is vaak sprake van hogere niveaus (150 tot 250 °C) waarin damprecompressie uitkomst kan bieden. Voor de metaalindustrie en de bouwmaterialen-industrie zijn de uitdagingen groter vanwege de zeer hoge temperatuurniveaus (>1000 °C). Procesintensificatie en elektrificatie en waterstof zijn daar de aangewezen routes om aardgas te vervangen.

Na intern hergebruik van restwarmte resteert lagetemperatuurwarmte (50 graden). Dit kan binnen de industrie niet verder worden benut, maar wel worden doorgeleverd aan lagetemperatuur warmtenetten. Dit lijkt in een aantal regio's zinvol.

Sectorspecifieke maatregelen

In de chemie en in de voedingsmiddelenbranche zijn naast de genoemde maatregelen nog de mogelijkheden van de inzet van membranen genoemd voor scheidingsprocessen en dampterugwinning. In de dranken elektrificatie van kleine gebruikers. In de chemie kan, naast procesintensificatie en elektrificatie, waterstof voor zeer hoge temperaturen worden toegepast. Hier kunnen ook moleculaire zeven en elektrochemie ingezet worden om thermische processen te vervangen. Warmtebuffering kan bij batchgewijze productie ongelijktijdigheid in warmtevraag en aanbod overbruggen. Bij bouwmaterialen en in de metaal kan de omzetting van stralingswarmte van af te koelen producten in elektriciteit een mogelijkheid bieden. In deze sectoren kan ook goed ingespeeld worden op de fluctuatie van elektriciteitstarieven ten gevolge van de beschikbaarheid van zon en wind. Samenvattend kan gesteld worden dat er technisch gezien nu al veel mogelijkheden zijn om stappen te kunnen zetten in de energietransitie. Om de CO₂-uitstoot van de chemische industrie verder te beperken moeten ook de restgassen niet worden vergeten. CO₂-afvang lijkt hier noodzakelijk, nader onderzoek is nodig.

Knelpunten in de energietransitie

De knelpunten in de energietransitie zijn niet alleen financieel maar ook sociaal, cultureel, infrastructureel, maatschappelijk en bestuurlijk. Alle obstakels zullen aangepakt moeten worden om de energietransitie met voldoende tempo te kunnen doorlopen. De hoge ambities van de overheid voor de industrie (59% CO₂-reductie in 2030, 95% in 2050) vragen een grote inzet van alle betrokkenen. Alle stakeholders van industriële bedrijven, van aandeelhouder tot klant, van directie tot procesoperator, van ambtenaren tot toeleveranciers, moeten hun schouders onder de transitie zetten wil dit op tijd slagen.

“De hoge ambities van de overheid vragen een grote inzet van alle betrokkenen”

9.b Aanbevelingen

Bestuurlijke maatregelen

Het doel van dit onderzoek is aan te geven welke bestuurlijke instrumenten en maatregelen de energietransitie van de grote industrie in Noord-Brabant kan versnellen, die aanvullend zijn op het landelijke beleid. Daarbij is eerder vastgesteld dat er technisch gezien al veel mogelijkheden zijn om stappen te kunnen zetten. De centrale vraag is hoe bedrijven in beweging te krijgen en/of te houden.

Vanuit de geïdentificeerde knelpunten zijn een aantal oplossingsrichtingen gegenereerd.

1. Convenant met CEO's

Periodieke CEO dinners zijn door de provincie in gang gezet. Deze zouden ook ingezet kunnen worden door convenanten af te sluiten, waarin CEO's afspreken de energietransitie hoger op de agenda van hun bedrijf te laten zetten. Waar mogelijk ook de aandeelhouders betrekken, want zij zijn ook belangrijke stakeholders bij de bepaling van de koers van een bedrijf. Het doel is een ambitie te formuleren en een "wij-gevoel" te creëren, waarbij Brabantse bedrijven en hun medewerkers laten zien dat zij de energietransitie serieus nemen. Het is tegelijk een uitgelezen platform om knelpunten boven water te krijgen en instrumenten daarvoor aan te passen. De afsluiting en invulling van convenanten zal gepaard moeten gaan met veel publiciteit. Zie bijlage VI voor een suggestie ten aanzien van de inhoud.

"Brabantse ondernemers kunnen elkaar steunen in hun energie ambitie"

2. Plannen maken voor CO₂-vrije productie in 2050

Om meer inzicht te hebben in de interne mogelijkheden en de toekomstige behoefte aan infrastructuur van bedrijven, zou de provincie met de bedrijven kunnen afspreken om uiterlijk eind 2020 plannen voor een CO₂-vrije productie te overleggen. Hierin geeft het bedrijf aan welke mogelijkheden het heeft, welke daarvan in gang worden gezet en welke ondersteuning nodig is. Tevens volgt uit de plannen welke infrastructuur er nodig is om de plannen te verwezenlijken. De centrale overheid heeft de verplichting van het maken van dergelijke plannen onder druk van het bedrijfsleven uit het klimaatakkoord gehaald. Aan de provincie de uitdaging om dit in het kader van eerder genoemde convenant voor elkaar te krijgen, met als belangrijkste argumenten dat de informatie nodig is om instrumenten te ontwikkelen die bedrijven ondersteunen in de energietransitie, om de infrastructuur op tijd klaar te hebben en in de ruimtelijke ordening er rekening mee te houden.

3. Brabantse Energy Leaders

Deelname aan de Brabantse Energie Leiders groep zou onderdeel van het convenant kunnen zijn. Hierbij worden werknemers van bedrijven uitgenodigd een kijkje te nemen bij andere koplopers op energiegebied. Hiermee wordt de bekendheid rond nieuwe technieken vergroot en ontstaat ook een sociale prikkel om de energietransitie te versnellen. Ook ontwikkelingen op het gebied van zorgsystemen, ETS, CO₂ en tarieven kunnen gedeeld worden.

"De verplichting van CO₂-reductieplannen is ten onrechte uit het klimaatakkoord gehaald"

9.c Aanbevelingen

5. Scholing

Een belangrijk knelpunt in de energietransitie is de beschikbaarheid van geschoold personeel. De vereniging van energie-adviseurs (Fedec) heeft met de hogeschool in Den Bosch al tevergeefs geprobeerd een minor energie op te zetten. De provincie zou dit soort initiatieven kunnen ondersteunen en een klankbordgroep vanuit de bedrijven kunnen opzetten om de scholingsbehoefte te inventariseren en hiervoor initiatieven te ontplooiën.

6. Best Available Techniques

De provincie kan zelf een lijst samenstellen van best beschikbare technieken bij vervanging en nieuwbouw. Hierin zouden ook alternatieven voor warmtelozing opgenomen kunnen worden. Bedrijven die vergunningen aanvragen kunnen verplicht worden gesteld de haalbaarheid te onderzoeken onder welke voorwaarden de techniek kan worden geïmplementeerd. De provincie kan dan helpen zodanige voorwaarden te creëren opdat de besparende technieken geïmplementeerd kunnen worden.

“De Energie Maatregelen Lijst is niet uitputtend wat betreft (bijna) rendabele maatregelen in de industrie”

7. Innovatieplatform

De Provincie kan innovaties stimuleren, waaronder de ontwikkeling van metal fuels, ‘Dutch electrolyser’, warmtepompen etc. Bedrijven die nieuwe besparende technieken ontwikkelen hebben vaak moeite launching customers te vinden waarbij hun product gedemonstreerd kan worden. Liefst om de hoek. De provincie zou deze bedrijven kunnen inventariseren en kunnen bemiddelen bij het zoeken naar bedrijven. Dit zou ook onderdeel van het convenant kunnen zijn. Er zou ook een website opgericht kunnen worden als marktplaats voor vraag en aanbod. Lokale organisaties zoals BOM zouden hier een rol in kunnen vervullen. Ook universiteiten en hogescholen kunnen aanhaken.

8. Extra mankracht vergunningaanvragen

Het is te verwachten dat de energietransitie tot meer vergunningaanvragen zal leiden. De provincie kan hierop anticiperen door extra mensen aan te trekken en energieprojecten een kortere doorlooptijd te geven om de energietransitie te versnellen. Ook adviseren wij extra mensen bij Toezicht WM aan te trekken om bedrijven intensiever te begeleiden. Door bedrijven vaker te bezoeken krijgt de provincie beter inzicht in de ontwikkelingen binnen het bedrijf. Ook kan het bedrijf gestimuleerd worden tijdig alternatieven te onderzoeken als er wijzigingen op stapel staan.

“De energietransitie zal extra mankracht van de provincie vragen”



Deskundig personeel kan een bottleneck gaan vormen, scholing van groot belang



Netwerken rond lokale innovaties zoals op de Green Chemistry Campus

9.d Aanbevelingen

10. Extra mankracht infra en ruimtelijke ordening

De uitbreidingen voor de infrastructuur die nodig zijn voor de energietransitie zal extra capaciteit vergen van de provincie. Niet alleen op elektriciteitsgebied (contact met Tennet en lokale netbedrijven) maar ook rond restwarmteprojecten en eventuele CO₂- en waterstof leidingen. Ook op het gebied van ruimtelijke ordening is extra mankracht nodig in verband met de ruimtelijke aspecten van de energietransitie. Het kan nodig zijn bedrijven te verplaatsen of bedrijvigheid aan te trekken die bijvoorbeeld restwarmte van bestaande bedrijven kunnen inzetten.

11. Extra mankracht regiefuncties

Bij veel transitieprojecten is sprake van samenwerking tussen bedrijven en lokale overheden. De Provincie zou extra mankracht kunnen aantrekken om de regiefunctie op zich te nemen en daarmee processen te versnellen. Dit is van groot belang om de clusters Moerdijk en Bergen op Zoom aan te kunnen pakken.

“Voor samenwerkingsprojecten zijn regisseurs nodig”

12. Duurzaam inkopen

Zoals aangegeven in de knelpunten vragen afnemers nog onvoldoende om duurzame producten. De provincie kan het goede voorbeeld geven door extra werk te maken van duurzaam inkopen en toeleveranciers vragen naar hun CO₂-footprint en hun ISO50001 certificaat. Hiermee brengt zij het bewustzijn op gang en veroorzaakt een keten van activiteiten.

13. Landelijk beleid

Bedrijven ervaren veel drempels die het gevolg zijn van landelijk beleid. Dit betreft bijvoorbeeld de wetgeving rond aansluitingskosten, de energiebelastingstelsels, de CO₂-heffingen en financieringsconstructies. Ook de Provincie zou extra effort kunnen steken in het aanpassen van wet- en regelgeving om het lokale vestigingsklimaat te verbeteren.

14. Olie en restgassen

Het gebruik van olie en restgassen in Moerdijk dient nader onderzocht te worden qua omvang en reductiemogelijkheden gezien de invloed op de totale CO₂-emissie van de industrie in Noord-Brabant.

“Duurzaamheid begint bij je zelf, ook bij inkopen”



Inpassing duurzame energie zoals windenergie bij FujiFilm (foto VEMW)



Duurzaam inkopen zoals Laag Energie Asphalt (brochure BAM)

Bijlagen

BIJLAGE I – Data analyse

Bepalen aardgasverbruik per sector

Voor de bedrijven waarvan de verbruiksgegevens niet bekend zijn, kan het verbruik worden geschat. Het aardgasverbruik door bedrijven kan per gemeente redelijk worden ingeschat op basis van CBS-data aangevuld met de ETS-data. Om het aardgasverbruik in te kunnen delen naar industriesectoren is een vertaalslag nodig.

De vertaalslag is als volgt gedaan.

- Bepaal aardgasverbruik per gemeente op basis van CBS + ETS
- Inschatting per bedrijf in de lijst welk aandeel van het gemeentelijke verbruik naar dit bedrijf gaat
- Vermenigvuldig aandeel met gemeentelijk totaal
- Het resultaat is per bedrijf het geschatte gasverbruik

Vervolgens kunnen met de datatabel dwarsdoorsnedes worden gemaakt, bijvoorbeeld het aardgasverbruik per sector. Er moet worden opgemerkt dat de verdeling van energieverbruik naar de grote spelers niet nauwkeurig kan worden bepaald en alleen kan worden ingeschat op basis van ‘best educated guess’.

Bepalen elektriciteitsverbruik per sector

Het CBS geeft de van het net afgenomen elektriciteit van bedrijven per gemeente weer, behalve voor de gemeenten:

- Cranendonk
- Geertruidenberg
- Haaren
- Moerdijk
- Reusel-de Mierden
- Vught

Van deze gemeenten vallen Haaren, Reusel-de Mierden en Vught af, omdat in deze gemeenten geen grote industrie is gevonden. Voor de resterende drie gemeenten is het elektriciteitsverbruik geschat op basis van vindbare data van individuele verbruikers of clusters.

Wanneer het verbruik per gemeente bekend is, kan vervolgens weer een inschatting worden gemaakt van de verdeling van het verbruik over de diverse bedrijven. Vervolgens kunnen met de datatabel dwarsdoorsnedes worden gemaakt, bijvoorbeeld het elektriciteitsverbruik per sector.

Complicerende factoren

Er zijn diverse complicerende factoren:

- stoom/warmte levering aan burelen
- bedrijven met eigen warmtekrachtinstallaties
- restgassen van chemische processen
- bedrijven met eigen biogasopwekking

Er zijn slechts enkele bedrijven waar dergelijke situaties optreden. Dit zijn met name zeer grote chemische bedrijven. In dit onderzoek wordt stoom/warmtelevering aan de burelen niet afgetrokken van het energieverbruik van het inkopende bedrijf. Voor bedrijven met warmtekrachtinstallaties is aangenomen dat 80% van het aardgas omgezet wordt in warmte.

In de chemische industrie wordt veel gebruik gemaakt van restgassen afkomstig van olieproducten. Het verbruik hiervan wordt geduid, maar in de besparingsanalyse wordt alleen gerekend met vermindering van aardgasverbruik. De verwachting is dat ook in de toekomst veel restgassen ingezet worden, mogelijk in combinatie met CCS.

Enkele bedrijven in de voedingsmiddelen- en drankenindustrie produceren en consumeren biogas. De analyse gaat uit van daadwerkelijk aardgasverbruik en houdt geen erkenning met biogasproductie en consumptie.

BIJLAGE II - Uitkoppeling restwarmte industrie

Restwarmte

Restwarmte betreft laagwaardige warmte waarvoor geen nuttige toepassing is binnen het productieproces. Restwarmte kan vervolgens zowel individueel als collectief worden toegepast. Individuele toepassingen vinden plaats binnen de bedrijfslocatie waar de restwarmte vrijkomt in andere productieprocessen. Bij collectieve systemen wordt restwarmte benut met behulp van een warmtenet, dat producenten en groepen afnemers met elkaar verbindt.

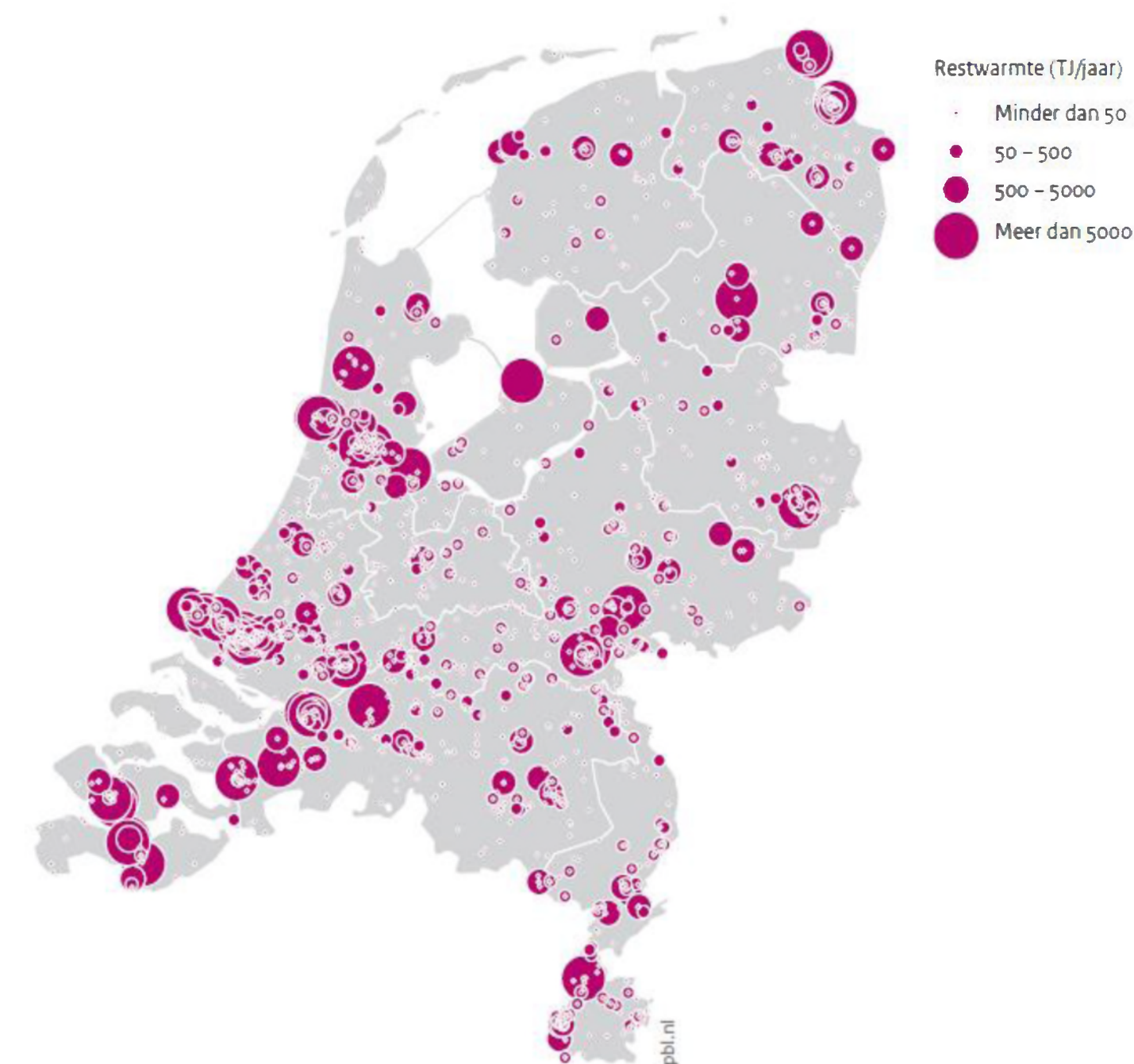
Temperatuurniveau

De beschikbaarheid van restwarmte binnen de bedrijfslocatie kan sterk variëren in temperatuur. Bij bepaalde productieprocessen in de industrie komt veel hoge temperatuurwarmte bij die ingezet kan worden bij andere processen in een breed temperatuurbereik. Temperaturen tot 500 °C kunnen in specifieke gevallen ingevuld worden met restwarmte. Bij restwarmtebenutting via warmtenetten wordt gebruik gemaakt van veel lagere temperaturen om energieverliezen te voorkomen. Huidige warmtenetten zijn veelal op een temperatuur van 90 °C ingesteld maar warmtenetten op lagere temperaturen (40-55°C) zullen in de toekomst vaker toegepast worden. Via cascadering kunnen eerst warmtevragers met een hoge temperatuurbehoefte worden voorzien om vervolgens overige warmtevragers te voeden. Afnemers die een hogere temperatuur wensen kunnen de warmte vanuit een laag temperatuur net opwaarderen met warmtepompen.

Beschikbaarheid

De beschikbaarheid van warmte voor individuele toepassing is natuurlijk sterk afhankelijk van de processen bij een industriële locatie. Te verwachten is dat de beschikbaarheid richting 2050 af zal nemen doordat er minder warmte vrij komt door efficiëntere processen en elektrificatie. De verwachting is dat na elektrificatie en energiebesparing nauwelijks nog hogetemperatuur restwarmte vrij zal komen.

In het geval van collectieve restwarmte is de beschikbaarheid afhankelijk van de warmtebronnen en de netten. In de figuren staan de bronnen van restwarmte en de gebieden die gebruik maken van warmtenetten weergegeven. De huidige bronnen zijn vooral de energiecentrales, afvalverbrandingscentrales en de producerende industrie. Bij een verdere benutting van restwarmte binnen de industrie en uitfasering van conventionele energiecentrales zal de beschikbare hoeveelheid restwarmte in de toekomst afnemen. De hoeveelheid beschikbare warmte kan groeien bij de inzet van open warmtenetten waarop meerdere aanbieders warmte kunnen leveren. Op deze manier komt de warmte van locaties met een klein of fluctuerend aanbod ook beschikbaar.



Warmtenetten in Nederland (Bron PBL klimaat)

BIJLAGE III - Metal fuels

Er zijn diverse innovatieve technieken in ontwikkeling die de energietransitie kunnen versnellen. Het valt buiten de scope van het onderzoek om hier uitgebreid op in te gaan.

Metal fuels

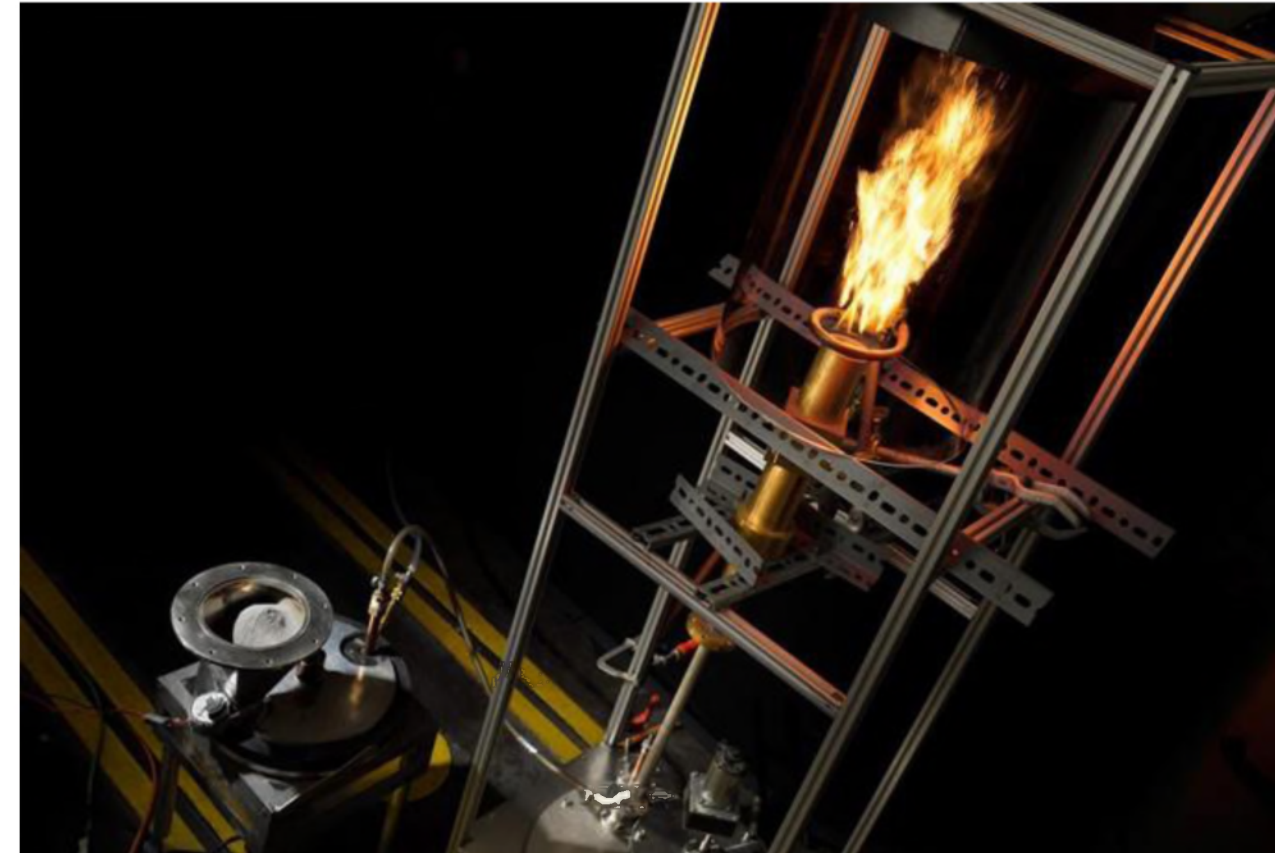
Volgens het concept Metal Fuels wordt metaalpoeder gebruikt als duurzame energiedrager zonder uitstoot. Als metaalpoeders verbrand worden komt er warmte vrij en worden de metaalpoeders omgezet in metaaloxides, ook wel bekend als roest.

- De warmte kan gebruikt worden om huizen te verwarmen, treinen te laten rijden en boten te laten varen.
- De metaaloxides kunnen met behulp van groene energie weer omgezet worden naar metaalpoeders.

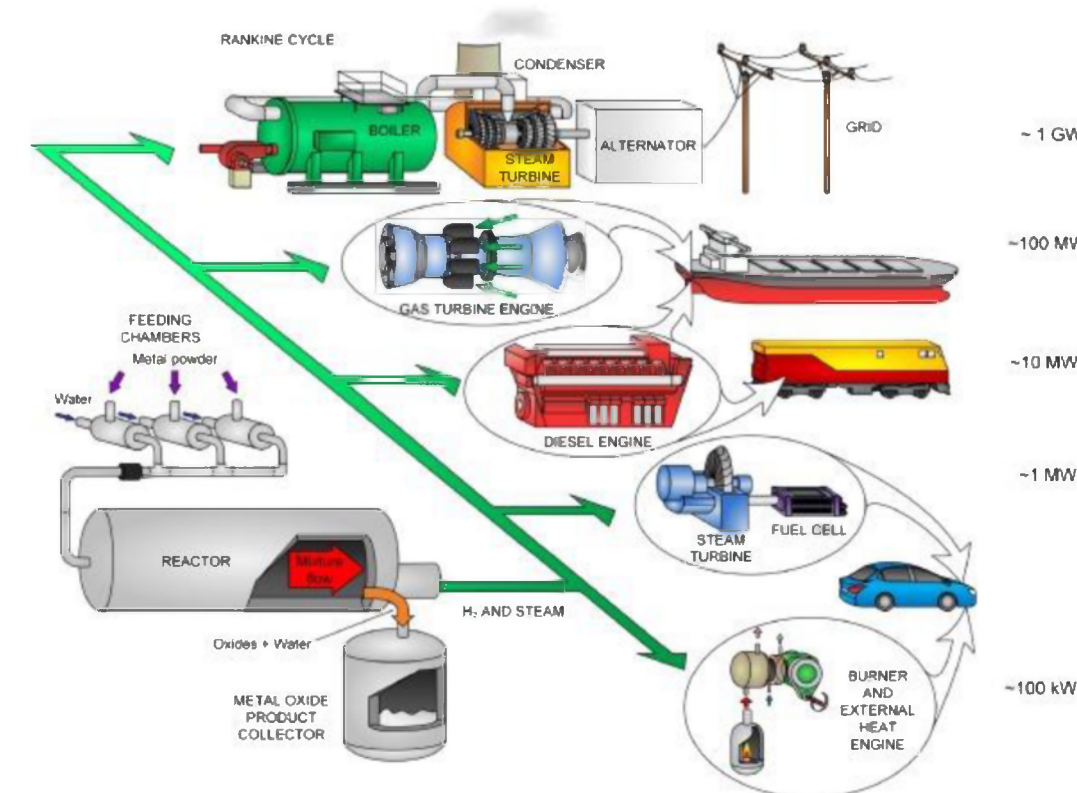
Op deze manier ontstaat een duurzame energiecycclus.

Metal fuels zijn dus net als waterstof een energiedrager en geen energiebron. Er is energie nodig om ze te regenereren. Metal fuels bevinden zich in de demonstratiefase (TRL5-6). De Technische Universiteit Eindhoven start in 2019 met een industrieel demonstratiesysteem op het terrein van Metalot in Cranendonk. Bij Bavaria worden momenteel proeven uitgevoerd. Ook in het buitenland wordt onderzoek gedaan naar metal fuels.

Een belangrijk voordeel van metaalpoeder ten opzichte van waterstof is dat de energiedichtheid per volume minimaal driemaal hoger ligt. Bovendien kan je het poeder op atmosferische druk en temperatuur vervoeren. Combinaties met metaalverwerking, waterstofproductie, stoom en warmte liggen voor de hand.



IJzerstof als toekomstig alternatief voor fossiele brandstoffen. © TU/e / Bart van Overbeeke



Toepassingen van metal fuels voor energie. Bron: Bergthorson (2018) / Elsevier

We demonstrated the burners in our lab, and we have shown that we can stabilize flames, and we can generate heat at significant power levels. But we have not yet coupled it to a heat engine, although we know that there are cyclone technologies that exist and that can separate the produced oxide powder out quite effectively. But we have demonstrated the scientific understanding.

BIJLAGE IV - Implicaties elektrificatie op infrastructuur

Kosten elektrische infrastructuur voor ondernemers

Bij de transitie treden maatschappelijke kosten en individuele kosten op. De maatschappelijke kosten voor de verzwaring van het middenspanningsnet etc. vallen buiten de scope van dit onderzoek. De verwachting is wel dat vanwege de energietransitie de netverzwarkosten voor eindverbruikers toe zullen nemen.

Als uitgangspunt is gehanteerd dat kleinere bedrijven aangesloten zijn op het middenspannings-distributienet of op een middenspanningsruimte in de buurt. Verzwarkosten bestaan uit vaste kosten en kosten per meter kabel. De kosten bedragen bij kleinere aansluitingen doorgaans enkele tienduizenden euro's, maar kunnen in ongunstige gevallen oplopen tot meer dan €100.000.

Voor bedrijven die een extra vermogensvraag van circa 5 MW (6 MVA) krijgen, is aangenomen dat ze aangesloten moeten worden op een onderstation verbonden met het hoogspanningsnet (TS/HS).

Voor bedrijven met een extra vermogensvraag van circa 8,5 MW (10 MVA) gelden maatwerk tarieven. Ter versimpeling wordt aangenomen dat vermogens tot 20 MVA altijd op het dichtstbijzijnde TS/HS onderstation kunnen worden aangesloten. Wel wordt in de analyse uitgegaan dat de vaste aansluitingskosten boven de 10 MVA meeschalen met het vermogen.

Voor grotere aansluitingen kunnen de kosten moeilijk worden ingeschat. De analyse beperkt zich daarom tot bedrijven met een verwachte extra vermogensvraag van 5-18 megawatt elektrisch.

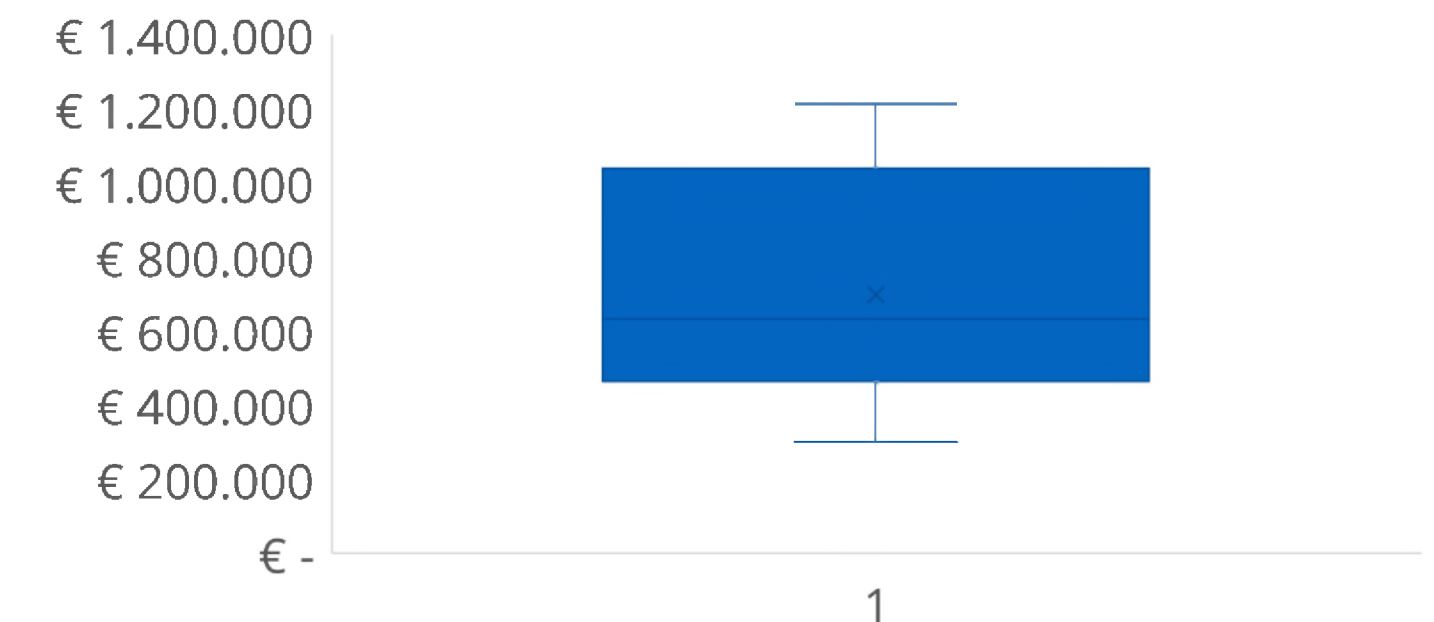
Om een inschatting van te maken van de kosten voor netverzwaring voor bedrijven is de volgende aanpak gehanteerd.

- Bereken geschatte elektrische verbruikspiek op basis van het aardgasverbruik, uitgaande van een 'peak-to-average ratio' van 3 en een COP van 3.
- Selecteren bedrijven met een additionele piekvraag van 5-18 MW elektriciteit
- Bepaal afstand van elk bedrijf tot het dichtstbijzijnde grote onderstation ('nearest neighbor analysis')
- Schatting kosten netverzwaring op basis van vermogen, afstand en tarieven Enexis 2019. Voor aansluitingen groter dan 10 MVA worden de vaste kosten lineair verhoogd.

Netbeheerders hebben een aansluitplicht, maar de realisatie van netverzwaring en netuitbreiding kan jaren duren. Dit kan voor vertraging zorgen in de transitie van de industrie.

Op basis van voorgaande uitgangspunten zijn voor 18 grootverbruikers uit de lijst de netverzwarkosten geschat. Die kosten bedragen per bedrijf al snel €500.000 of meer, met uitschieters boven de 1 miljoen euro.

Indicatie kosten netverzwaring per grootverbruiker in Brabant bij elektrificatie (5-20 MVA)



Niet in alle gevallen zal een nieuwe aansluiting op een onderstation gerealiseerd hoeven te worden. Ook ontstaan er wellicht mogelijkheden voor clusters om samen een nieuw onderstation te laten bouwen om kosten te besparen. Helder is echter dat elektrificatie naast hardware en verbouwingskosten ook tot aanzienlijke netverzwarkosten kan leiden.

BIJLAGE V Geothermie

Geothermie

Geothermie betreft het winnen van aardwarmte door het aanboren van een geothermische reservoir op dieptes van 500 meter tot enkele kilometers. Diverse geothermieconcepten zijn momenteel in ontwikkeling zoals ondiepe geothermie en ultra diepe geothermie. Momenteel speelt geothermie een zeer beperkte rol in de totale Nederlandse warmtevoorziening. Er zijn in totaal 23 projecten gebouwd of in aanbouw, waarvan de productie van 14 dubletten in 2016 circa 2,7 PJ bedroeg.

De warmte wordt tot op heden vrijwel alleen ingezet voor verwarming van kassen. De potentie van warmte uit geothermie is echter vele malen hoger dan nu wordt geproduceerd.

Temperatuurniveau

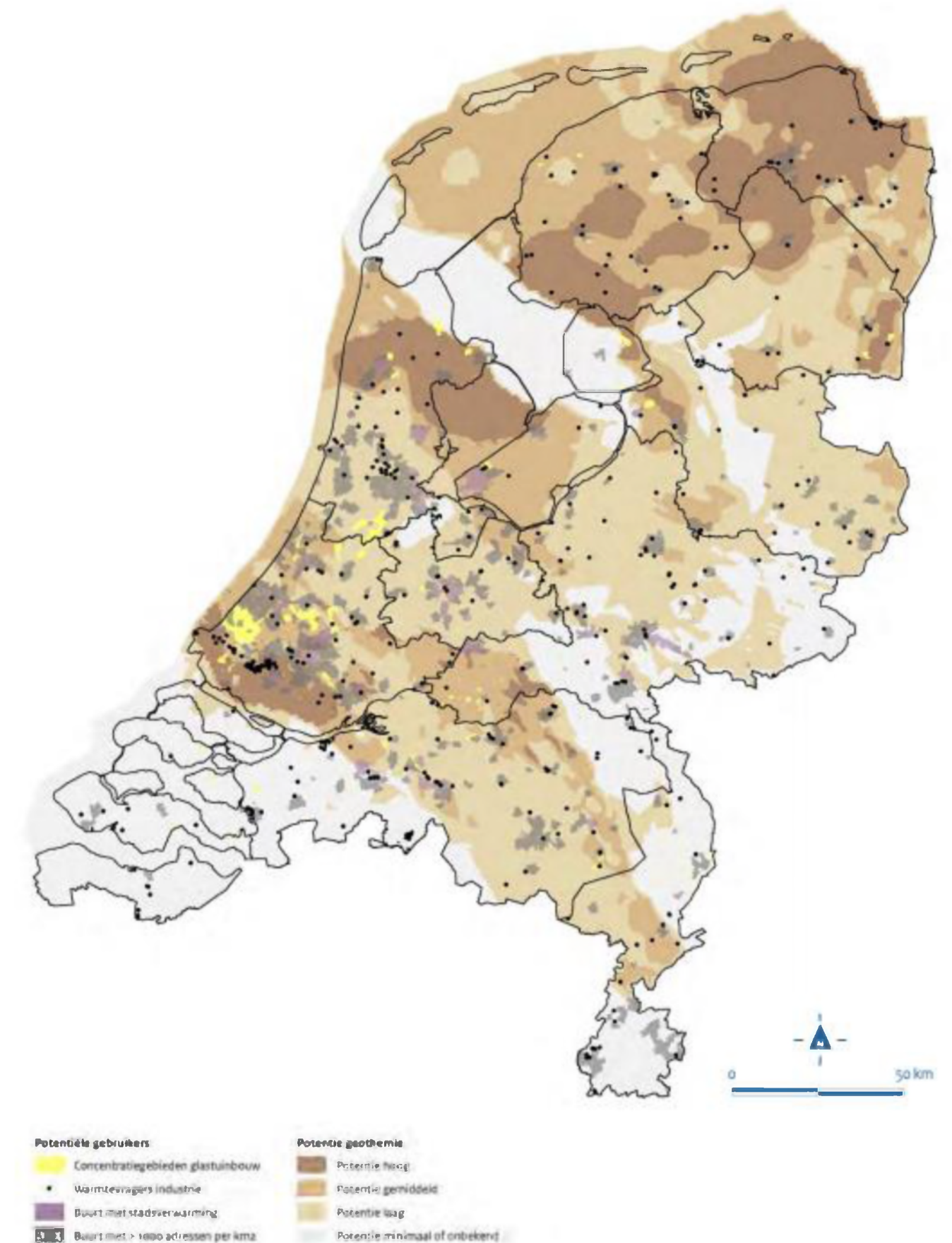
Doordat er diverse technieken inzetbaar zijn voor de productie van warmte uit geothermie wordt het in de toekomst steeds beter mogelijk om warmte op verschillende temperatuurniveaus te produceren. Hiermee zal geothermie veel beter aansluiten op de warmtevraag vanuit de industrie, glastuinbouw en de gebouwde omgeving. Bij ondiepe geothermie wordt er bewust naar een ondiepere grondlaag geboord zodat onder andere de boorkosten dalen. De temperatuur is lager (circa 50°C), maar dit sluit goed aan bij geïsoleerde woningen en utiliteitsgebouwen. Daarnaast staan er meerdere initiatieven gepland om ultradiepe geothermie (UDG) te gaan inzetten, dit is vooral interessant voor de industrie aangezien temperaturen van >150°C haalbaar zijn.

Beschikbaarheid

Er zijn nog flink wat obstakels te nemen voordat geothermie grootschalig ingezet kan worden voor duurzame warmteproductie. Allereerst is er de bodemgeschiktheid. Niet elke locatie in Nederland leent zich voor de toepassing van geothermie. Zo kan de aangeboorde temperatuur te laag zijn of is de doorlaatbaarheid van het ondergrondse watervoerende pakket te laag. Vooral rondom toepassing van ultradiepe geothermie is nog veel onzekerheid. Op basis van literatuuronderzoek en aannames van ontwikkeling van het aantal bronnen per jaar is in totaal uitgegaan van een haalbaar potentieel van geothermie in Nederland van circa 175 PJ/j in 2050. Deze inschatting is gezien het technisch potentieel vrij conservatief. Het aantal bronnen van 14 stuks anno 2017 wijst er echter ook op dat de ontwikkeling ervan lang kan duren kan nemen en dat de exploitatie en acceptatie soms ook tegenslagen kent (bijvoorbeeld door de vergrote kans op aardbevingen).

Daarbij zijn er ook maatschappelijke zorgen over de invloed van dit soort boringen op de bodem, dit speelt bijvoorbeeld ook sterk in de regio Groningen. Met het ingeschatte haalbare potentieel van 175 PJ zouden per jaar, gemiddeld zo'n 16 bronnen aangelegd moeten worden, tot aan 2050, een fikse uitdaging. In Noord-Brabant is op dit moment één geothermiebron actief. De potentie van de ondergrond in Noord-Brabant is maar beperkt bekend en lijkt niet overal kansrijk. Desondanks blijft geothermie een belangrijke potentiële duurzame bron. Als de ondergrond enigszins geschikt is, kunnen geothermiebronnen gecombineerd worden met warmtepompen en dampcompressie om de temperatuur te verhogen.

Kaart 5 Kansen voor geothermie



Potentie voor geothermie. Bron: Structuurvisie ondergrond, 2018

BIJLAGE VI Convenant – voorbeeld onderwerpen

Bedrijf verplicht zich tot

- Deelname aan CEO bijeenkomsten
- Bovenwettelijke inspanning energietransitie
- Inzet extra mankracht voor
 - Samenstellen van plan voor CO₂-vrije productie
 - Verdere ontwikkeling energiezorg (zoals ISO50001)
 - Verdere ontwikkeling monitoring
 - Begeleiding energieprojecten
 - 2-jaarlijks overleg met provincie
 - Vertegenwoordiging in BEL
- Lokale innovaties waar mogelijk gelegenheid geven voor demonstratie
- Stageplaatsen en onderzoeksthema's voor universiteiten en hogescholen
- Toetsing BBT lijst bij projecten

Provincie verplicht zich tot

- Inzet extra mankracht voor
 - Overleg met bedrijven
 - Versnelling doorlooptijd vergunningen
 - Belangen industrie bij ontwikkeling infrastructuur
 - Regierol samenwerkingsprojecten
 - Belangenbehartiging op landelijk niveau
 - Inpassing projecten/ruimtelijke ordening
- Ondersteuning BEL
- Aanscherpen duurzaam inkoopbeleid
- Financiële ondersteuning
 - Investeringsfonds
 - Risicofonds
- Oprichting innovatieplatform
- Stimulering energie in onderwijs
- Actualisatie BBT lijst

BIJLAGE VII - Verdeling warmteverbruik

SBI		aandeel warmteverbruik			
		< 100	100-250	250-500	>500 °C
10	Vervaardiging van voedingsmiddelen	66%	34%	0%	0%
11	Vervaardiging van dranken	66%	34%	0%	0%
12	Vervaardiging van tabaksproducten	100%			
13	Vervaardiging van textiel	80%	20%		
14	Vervaardiging van kleding	80%	20%		
15	Vervaardiging van leer, lederwaren en schoenen	80%	20%		
16	Primaire houtbewerking en vervaardiging van artikelen van hout, kurk, riet en vlechtwerk (geen meubels)	90%	10%		
17	Vervaardiging van papier, karton en papier- en kartonwaren	40%	60%		
18	Drukkerijen, reproductie van opgenomen media	100%			
19	Vervaardiging van cokesovenproducten en aardolieverwerking	0%	0%	43%	57%
20	Vervaardiging van chemische producten	5%	30%	40%	25%
21	Vervaardiging van farmaceutische grondstoffen en producten	57%	43%		
22	Vervaardiging van producten van rubber en kunststof	100%			
23	Vervaardiging van overige niet-metaalhoudende minerale producten	0%	6%	0%	94%
24	Vervaardiging van metalen in primaire vorm	15%	0%	4%	81%
25	Vervaardiging van producten van metaal (geen machines en apparaten)	70%	10%		20%
26	Vervaardiging van computers en van elektronische en optische apparatuur	100%			
27	Vervaardiging van elektrische apparatuur	100%			
28	Vervaardiging van overige machines en apparaten	100%			
29	Vervaardiging van auto's, aanhangwagens en opleggers	100%			
30	Vervaardiging van overige transportmiddelen	100%			
31	Vervaardiging van meubels	70%	30%		
32	Vervaardiging van overige goederen	100%			
35	Productie en distributie van en handel in elektriciteit, aardgas, stoom en gekoelde lucht				

De warmtevraag wordt via een verdeelsleutel vertaald naar temperatuurniveau. Hierbij is op basis van ‘expert opinion’ een inschatting gemaakt van der verdeling van de warmtevraag over de temperatuurnieaus.

Bronvermelding

- Antea Group (2019). Structuurvisie buisleidingen – indicatief tracé door de gemeente Helmond
- Berenschot, CE, Blueterra (2017). Electrification of the Dutch process industry
- Bergthorson, J. (2018). Recyclable metal fuels for clean and compact zero-carbon power
- CE Delft, Berenschot, Kalavasta (2018). Noodzakelijk beleid Klimaatakkoord
- DNV GL (2017). Verkenning waterstofinfrastructuur
- Hoogervorst, N. (2017). Toekomstbeeld klimaatneutrale warmtenetten in Nederland, Den Haag: PBL.
- IEA (2018). The future of petrochemicals
- NEA (2019). Emissiecijfers Nederlandse bedrijven
- NVDE (2019). Klimaatakkoord, een maatschappelijke afweging,
- Rob Kreiter TKI (2018). Marsroutes voor Innovatie: Werkdocument voor de Industrietafel
- RoyalHaskoningDHV (2019). Notitie Reikwijdte en Detailniveau - Rotterdam CCUS Project (Porthos)
- TKI E&I (2019). Naar een duurzame en inclusieve industrie, programmalijnen.

Colofon

Dit rapport is gemaakt in opdracht de Provincie Noord-Brabant. Met dit rapport wordt inzicht gegeven in het energieverbruik van de Brabantse industrie en aanbevelingen voor verduurzaming van deze industrie.

Wij besteden uiterste zorg om de lezer van juiste en volledige informatie te voorzien. Onjuistheden kunnen desondanks voorkomen. De auteurs kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor schade door een verwijzing, onjuistheid of onvolledigheid in de verstrekte informatie.

Auteurs: Jeroen Larrivee, Jan Grift, Jeroen Buunk

Opdrachtgever: Provincie Noord-Brabant

Contactpersoon : Paula Schulze

Datum: Oktober 2019



Lunet 5
3905 NW Veenendaal

Postbus 1094
3900 BB Veenendaal



088 - 520 04 00



info@blueterra.nl



blueterra.nl



twitter.com/Blueterra_NL



linkedin.com/company/
blueterra-energy-experts