



Industrietafel
Noord-Nederland



EINDRAPPORT
INDUSTRIETAFEL
NOORD-NEDERLAND
REDUCTIE
CO₂-EMISSIE

DECEMBER, 2018

SAMENVATTING

Dit eindrapport geeft inzicht in de ontwikkeling van energiestromen en de daarmee samenhangende CO₂-emissie van de energie-intensieve industrie in Noord-Nederland over de periode 1990 - 2017. Verder bevat het rapport een doorkijk op de energiestromen in 2030 en 2050 op basis van maatregelen die de bedrijven willen doorvoeren.

De Noord-Nederlandse industrie spreekt zich uit voor de strategie: "Minder CO₂, meer werk". Dit rapport vat samen hoe dit bereikt kan worden en wat ervoor nodig is.

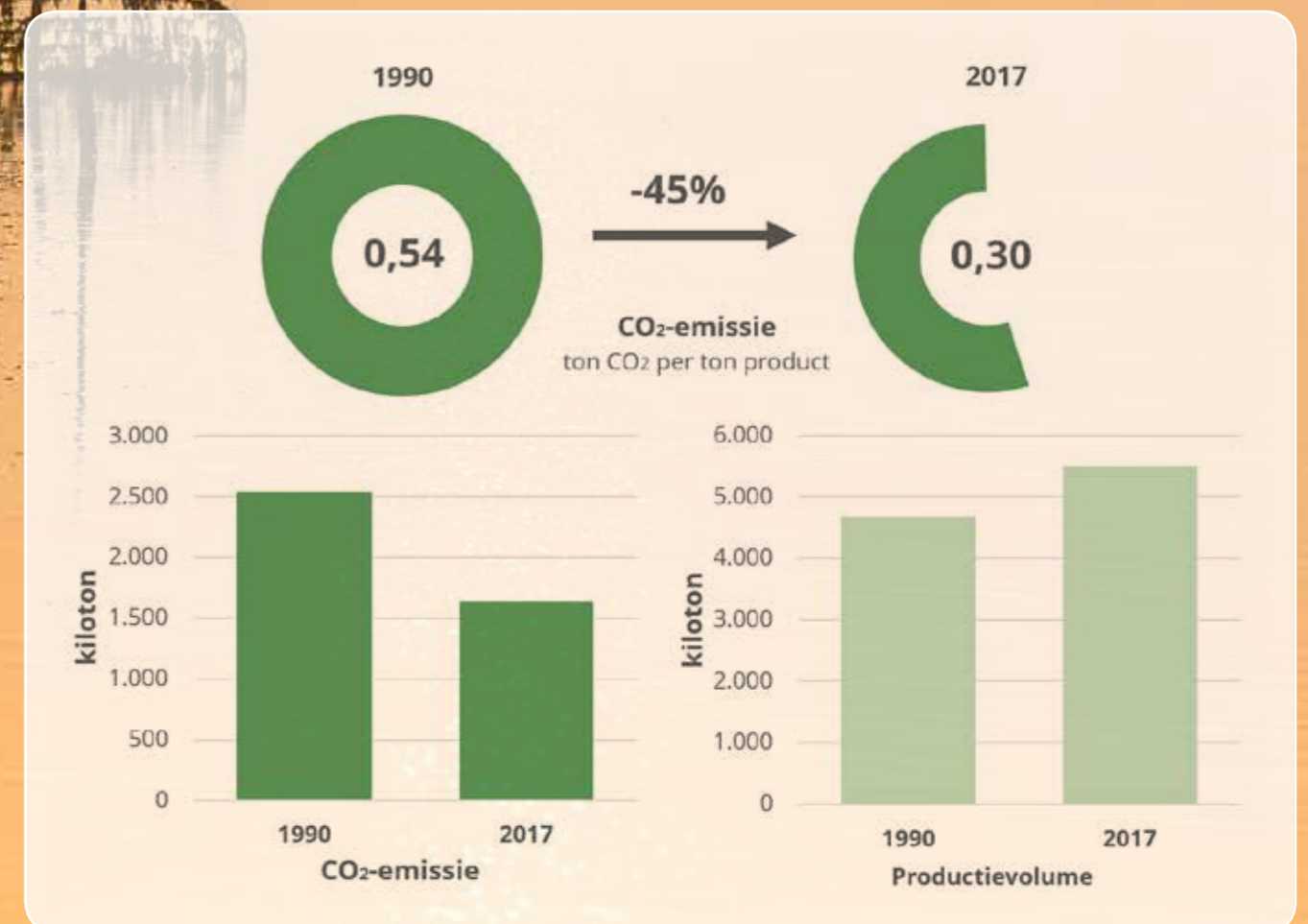
Industrietafel Noord-Nederland

De energie-intensieve bedrijven in Noord-Nederland zijn geconcentreerd op twee locaties, namelijk de regio Delfzijl-Eemshaven en Emmen. Daarnaast staan verspreid in de regio productielocaties die zeer veel energie verbruiken. Opgeteld bieden deze bedrijven werk aan zo'n 25.000 mensen. Daarmee is dit cluster een belangrijke pijler voor de economie van de regio. Als groep heeft de industrie in de Industrietafel Noord-Nederland de koers bepaald voor het behalen van de klimaat- en CO₂-reductiedoelstelling zoals afgesproken in het akkoord van Parijs en uitgewerkt in het Nationale Klimaatakkoord.

>>


"Als groep heeft de industrie in de Industrietafel Noord-Nederland de koers bepaald voor het behalen van de klimaat- en CO₂-reductiedoelstelling zoals afgesproken in het akkoord van Parijs"

1990 - 2017: Ontwikkeling CO₂-uitstoot en productie



Het vertrekpunt

Als basis voor de gezamenlijke agenda is een integrale analyse uitgevoerd naar de productiehoeveelheden en CO₂-emissie in de periode 1990 – 2017. Uit deze analyse blijkt dat de vele miljoenen die de afgelopen jaren zijn geïnvesteerd in procesoptimalisatie, energiebesparing en verduurzaming van energiebronnen hebben geresulteerd in een gunstige uitgangspositie voor het regionale bedrijfsleven.

Over de periode 1990 – 2017 is de CO₂-emissie per ton product afgenomen met 45%. De absolute CO₂-emissie is in deze periode met 36% afgenomen (van 2,5 Mton naar 1,6 Mton) terwijl het productievolume is gegroeid met 17% van 4,6 Mton naar 5,5 Mton.

Op stoom naar 2030

Voor de korte termijn is een serie projecten uitvoeringsgereed waardoor het 2030 doel (49% reductie) als noordelijk industriecluster ruimschoots wordt gehaald. De focus ligt op het realiseren van al gevonden energie-efficiëntie maatregelen in bestaande processen waarmee 20% energie kan worden bespaard. Verder wordt begonnen met de elektrificatie van processen door een deel van de warmtevraag te elektrificeren. Tenslotte wordt verder gegaan met het nuttig hergebruik en opwaarderen van laagwaardige industriële warmte en duurzame opwekking van energie.

Door naar een volledig duurzame industrie

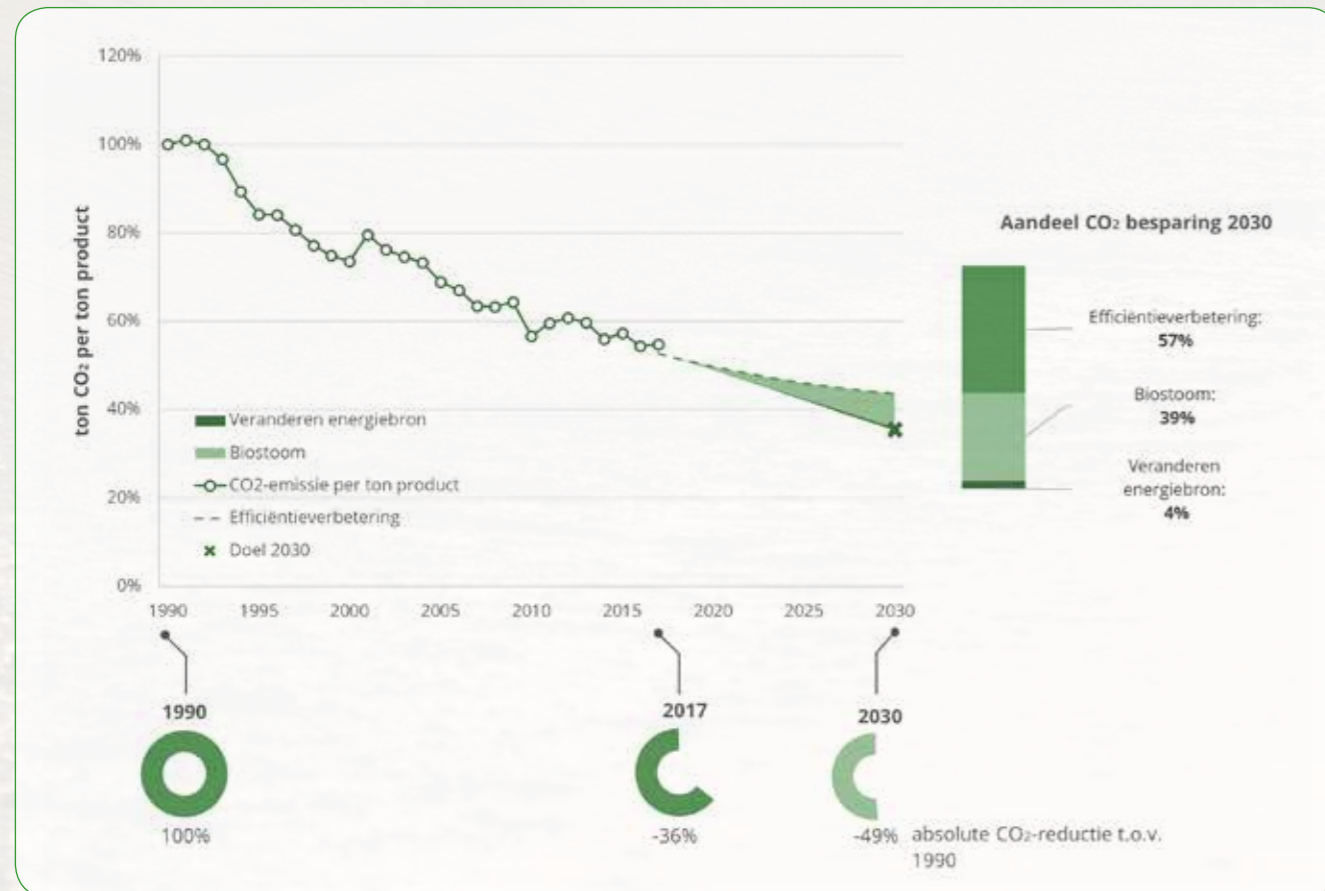
Het noordelijk industriële cluster zet echter in op een nagenoeg CO₂-emissievrije bedrijfsvoering in 2050. Realisatie van dit doel vergt ingrijpende proceswijzigingen, de beschikbaarheid van nieuwe technologie op industriële schaal en heldere beleidsmatige keuzes voor een langere termijn.

Naast gebruik van groene grondstoffen voor groene chemie is het 2050 doel realiseerbaar als het tijdvak wordt gebruikt om door de regio geselecteerde procestechnieken die als game-changer worden gezien, op industriële schaal beschikbaar te maken. Het betreft: waterstofproductie middels elektrolyse, chemische recycling van mono- en polymeren en de afvang van CO₂. Ook bioraffinage en de inzet van circulaire grondstoffen vereist verdere opschaling. Daarnaast rekt het cluster op uitbouw van offshore windcapaciteit (4 tot 7 GW) voor een CO₂-neutrale toename van de elektriciteitsbehoefte door elektrificatie en elektrolyse.

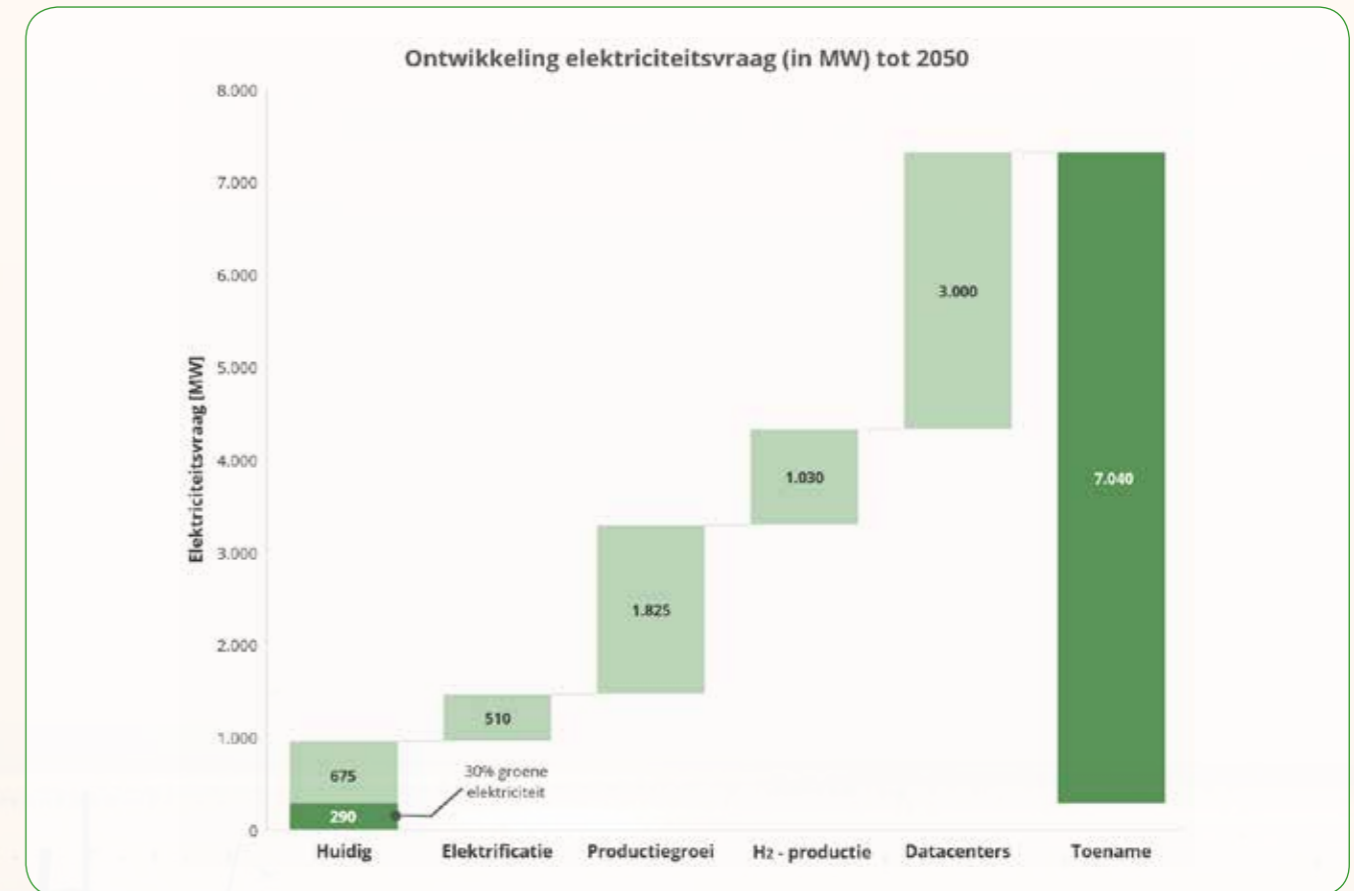
Wat heeft de noordelijke industrie nodig?

Wind op zee: Voor zowel verduurzaming van de bestaande capaciteit als de vergroening van de productiegroei heeft de industrie in het Noorden op korte en middellange termijn meer en betaalbare duurzaam opgewekte elektriciteit nodig. Momenteel is 1 GW vermogen beschikbaar. Richting 2050 is 7 GW aan opgesteld vermogen nodig om alle datacenters van groene elektriciteit te kunnen voorzien, groene waterstof te kunnen maken en om elektrificatie van de industrie te faciliteren. Dit wordt ondersteunt met de oprichting van een leerstoel elektrochemie aan de RUG. Naast een keuze voor offshore wind in de regio dient de elektriciteitsinfrastructuur hiervoor geschikt gemaakt te worden.

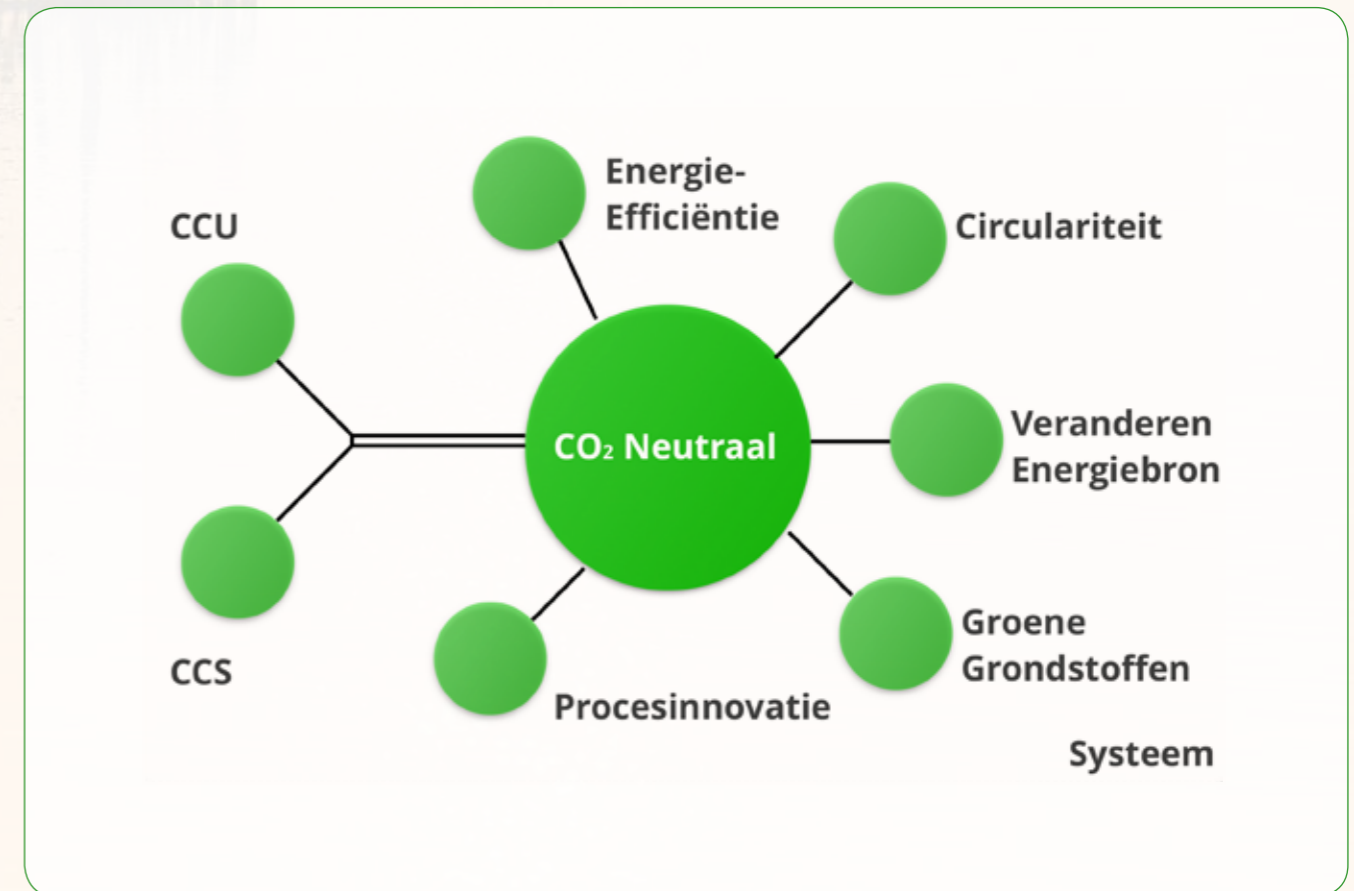
2017 - 2030: Efficiënte groei met nieuwe energiebronnen



2020 - 2050: De groeiende rol van elektriciteit



Figuur 1: Belangrijkste oplossingsrichtingen energietransitie industrie



Groene CO2 als grondstof: Groene CO2 is CO2 die vrijkomt bij verwerking van afval, de productie van warmte en de opwekking van elektriciteit. Deze processen zijn in de regio aanwezig. Anno 2018 bewijst de chemie dat groene CO2 al kan worden ingezet voor het produceren van fysiek groene transportbrandstoffen. De gecombineerde productiecapaciteit van het noordelijk chemisch cluster is in staat om 1.300 kton CO2 nuttig aan te wenden. Hiervoor is een stimulerend instrumentarium, innovatie en verankerend beleid vereist voor alle facetten: de afvang, de opslag, het transport en de inzet van CO2.

Duurzame waterstof: Er is breed maatschappelijk draagvlak voor de rol die waterstof kan spelen om de CO2-emissie drastisch te beperken. Ten eerste biedt productie van waterstof uit water via elektrolyse een flexibel mechanisme om wind- en zonne-energie te benutten. Daarnaast is waterstof een grondstof voor veel chemische processen (w.o. methanol en ammoniak) die nu nog voor 90% uit aardgas wordt gemaakt. De aanlanding van duurzaam opgewekte elektriciteit uit Noorwegen, offshore wind en de aanwezigheid van een chemisch cluster, maakt de regio bij uitstek geschikt om zichzelf, alsook Nederland te vergroenen. Productie van groene waterstof op GW-schaal vergt een goed instrumentarium, innovatie en samenwerking van alle publieke en private stakeholders. De inzet is een opschaling van elektrolyse-technologieën met een factor van meer dan 100 (naar GW-schaal). Verder is de uitdaging om de efficiëntie van de elektrolyse te verhogen tot 80% en manieren te vinden om

de kostprijs met 65% te reduceren. In de regio wordt door de gezamenlijke industrie en kennisinstellingen al gewerkt aan een 1 MW testcentrum voor elektrolyse. Ook een 20 MW opstelling wordt voorbereid en de haalbaarheid van een 100 MW opstelling wordt onderzocht.

Groene grondstoffen: Naast de grootschalige inzet van product- en reststromen van agrarische oorsprong door bioraffinage, ziet het noordelijke industriecluster toekomstmogelijkheden voor zowel het hergebruik van ingezamelde mono- en polymeren tot circulaire garens en vezels als basis voor onder meer consumententextiel en woninginrichting. Beschikbaarheid van nieuwe vormen van mechanische en vooral chemische recycling en wettelijke mogelijkheden om afvalstoffen in te zetten als grondstof zijn hiervoor een voorwaarde.

Van oudsher is in het Noorden een sterk agrofood cluster actief. Hierdoor is er veel ervaring met de benodigde logistiek, en kennis aanwezig over het aanwenden en verwerken van grote stromen biomassa. Verder beschikt de regio Emmen over de kennis en productietechnologie om garens en vezels te vervaardigen. Naast de aanwezige kennis en technologie voor de transitie naar groene grondstoffen is nog veel onderzoek en innovatie nodig. Nu al werken bedrijven en kennisinstellingen samen op dit gebied. Om de vruchten hiervan te plukken is ontwikkeling van een faciliteit (TRL5-8) voor grootschalige demonstratie noodzakelijk. Zo snijdt het mes aan twee kanten: minder CO2 en meer werk! ■

Auteurs:

Aaldrik Haijer - Water Energy Solutions
Peter Vast - Water Energy Solutions
Frans Alting - Samenwerkende Bedrijven Eemsdelta

WOORD VOORAF

Met trots presenteren wij u het eindrapport van de Industrietafel Noord-Nederland. Zoals een noordeling betaamt heeft dit rapport een stevige inhoudelijke basis met een realistische kijk op voorhanden zijnde mogelijkheden.

De bedrijven aan de Industrietafel Noord-Nederland hebben de afgelopen jaren aanzienlijke stappen gezet om energie-efficiëntie te verbeteren en het aandeel duurzaam opgewekte energie te vergroten. De bedrijven behoren tot de meest efficiënte productielocaties in Europa en zijn tegelijkertijd relatief energie-intensief. Voor de productie van zo'n 5 miljoen ton aan producten werd 1,6 miljoen ton CO2 uitgestoten in 2017. De stappen die je als koploper op het gebied van efficiënt produceren moet doen, zijn in toenemende mate complex.

De bedrijven en de andere organisaties aan de tafel nemen de verantwoordelijkheid om de CO2-emissie verder terug te brengen zeer serieus. De urgentie in het Noorden komt dan ook van meerdere kanten. De stopzetting van de gaswinning is noodzakelijk voor de veiligheid en de leefbaarheid en leidt direct ook tot verdere reductie van economische activiteiten en verlies van werkgelegenheid.

Dit, terwijl de regio juist behoefte heeft aan versterking van de economie. Het belang van werkgelegenheid in de industrie is daarbij cruciaal.

In totaal hebben 31 bedrijven en organisaties in de provincie Groningen en Drenthe de afgelopen maanden veel tijd en energie gestoken in het gezamenlijk bepalen van de koers. Wij zien daarbij kansen om onze broeikasgasemissie verder te reduceren en daarbij de noodzakelijke duurzame economische ontwikkeling te realiseren. Minder CO2 en meer werk!

Dit rapport markeert het eindresultaat van ons industrieoverleg. Aan onszelf is de opdracht om projecten en investeringen nu tastbaar te maken. Wij rekenen daarbij op een proactieve meedenkende overheid die zorg draagt voor een internationaal concurrerend speelveld en innovatie faciliteert waar nodig. Als voorzitter van de Industrietafel Noord-Nederland wil ik iedereen hartelijk bedanken voor de geleverde bijdrage. ■

Cas König
Voorzitter Industrietafel Noord-Nederland



INHOUDSOPGAVE



Samenvatting	I
Industrietafel Noord-Nederland	II
Het vertrekpunt	II
Op stoom naar 2030	II
Door naar een volledig duurzame industrie	II
Wat heeft de noordelijke industrie nodig?	II
Woord vooraf	1
Inhoudsopgave	3
1 Achtergrond	
1.1 De uitdaging en de kansen	5
2 Het gebied	
2.1 Industriecluster Delfzijl - Eemshaven	7
2.2 Industriecluster Emmen	8
2.3 Industrie buiten clusters	8
3 Oplossingen voor emissievrije productie	
3.1 Maximale energie-efficiëntie	11
3.2 Elektrificatie, H ₂ & Veranderen van energiebron	11
3.3 Procesinnovatie	12
3.4 Groene grondstoffen	12
3.5 Circulariteit	13
3.6 CCU & CCS	13
3.7 Systeemoplossingen	13
4 Van nu naar 2030	
4.1 Het vertrekpunt	15
4.2 Op stoom naar 2030	17
4.2.1 Energie-efficiëntie	17
4.2.2 Veranderen energiebron	17
4.3 Level Playing Field	17
4.3.1 Keteneffecten - Level Playing Field	17
4.3.2 Beschikbaarheid duurzame elektriciteit en CO ₂ -emissievrije gassen	18
5 Door naar een volledig duurzame industrie	
5.1 Vooruitkijken naar 2050	21
5.2 Efficiënte elektrificatie	22
5.3 Groene grondstoffen	22
5.3.1 Bioraffinage - grondstoffen uit biomassa	22
5.3.2 Chloor	23
5.3.3 Koolwaterstoffen - Waterstof en CO ₂	23
5.4 Waar halen we de energie vandaan?	24
A Onderbouwing van de gegevens	27
A.1 Industrie in Noord-Nederland	27
A.2 Informatieverzameling	27
B Appendix - Deelnemers	29

HOOFDSTUK 1

ACHTERGROND

Vanuit het Klimaatakkoord van Parijs uit 2015 ligt er een Nederlandse ambitie om de uitstoot van broeikasgassen in 2030 met ten minste 49% terug te dringen ten opzichte van 1990. In 2050 is deze doelstelling zelfs 80-95%.

Om de Nederlandse broeikasgasemissiedoelstellingen te halen, is de bijdrage van de Nederlandse industrie en dus ook de Noord-Nederlandse industrie essentieel. In Noord-Nederland heeft de regionale Industrietafel gekeken naar mogelijkheden om broeikasgasemissies te reduceren. De betrokkenen bij de Industrietafel Noord-Nederland zijn eensgezind over de gezamenlijke verantwoordelijkheid van energieproducenten en energieconsumenten om CO₂-uitstoot terug te dringen naar de significant lagere niveaus die noodzakelijk zijn voor een toekomstbestendige samenleving.

1.1 De uitdaging en de kansen

In de realisatie van de gestelde broeikasgasemissiedoelstellingen richting 2050 ligt voor de regio Noord-Nederland een unieke uitdaging. De diversiteit in productieprocessen vraagt om maatwerkoplossingen voor emissiereductie. De integratie binnen clusters en integratie met het Nederlandse energiesysteem, leiden ertoe dat er bij de Industrietafel Noord-Nederland voor een vergaande totaalbenadering is gekozen. Een benadering waarbij energieproducenten en -consumenten samen aan tafel zitten om mogelijkheden voor CO₂ emissiereductie vanuit het juiste perspectief op te pakken.

Nagenoeg CO₂-emissievrij produceren is een uitdaging van formaat. Een uitdaging die in de eerste plaats inzicht vraagt in de huidige stand van zaken. En omdat emissiedoelstellingen zijn geformuleerd op basis van reducties tegenover 1990 dient allereerst duidelijk te zijn waar Noord-Nederland in 1990 stond. Zowel met betrekking tot CO₂-emissie als met betrekking tot productie. Dat productiehoeveelheden van belang zijn binnen CO₂-emissiedoelstellingen is misschien niet evident. Immers, CO₂ uitstoot moet in absolute zin over de hele wereld omlaag. Maar alleen door de productiehoeveelheden af te zetten tegen CO₂-emissie wordt de bijdrage aan de globale emissiereductie zichtbaar en wordt onbedoelde schade aan de Nederlandse economie voorkomen.

Sluiting van een fabriek in Nederland levert in absolute zin binnen Nederland een reductie van CO₂-emissie op. Om echter nog steeds aan de wereldwijde vraag naar de producten van die fabriek te voldoen, zal diezelfde productiecapaciteit ergens anders, bijvoorbeeld buiten de EU, moeten worden bijgeschakeld. Voor de wereld een netto-effect van nul misschien. Maar voor Nederland een verlies aan werkgelegenheid, geïnvesteerd vermogen, kennis en bruto nationaal product.

In het allerbeste geval zou gesteld kunnen worden dat wanneer Nederlandse fabrieken vele malen efficiënter zijn dan buitenlandse concurrenten, productiecapaciteit vanuit economisch perspectief naar Nederland verplaatst wordt. Een toename in CO₂-emissie binnen Nederland, maar een netto afname van CO₂-emissie voor de wereld.

Ervan uitgaande dat het doel is om wereldwijde CO₂-emissies te reduceren, dienen we dus te kijken naar de hoeveelheid CO₂ per ton product in 1990, waar we nu staan (2017), in 2030 en in 2050. Hiervoor is er naast de Industrietafel Noord-Nederland een werkgroep samengesteld. De werkgroep heeft het Noord-Nederlandse vertrekpunt 1990 in kaart gebracht, heeft gekeken waar de industrie nu staat en heeft mogelijkheden samengebracht om de doelstellingen voor 2030 en 2050 te halen.

Data vanuit diverse bronnen¹ met betrekking tot energiegebruik, broeikasgasemissies² en productie uit 1990 en 2017 zijn in combinatie met kwalitatief functionele aspecten van de individuele productielocaties uitgewerkt tot geconsolideerde gebiedsbalansen. De analyse heeft gedegen inzichten gegeven in waar we staan, wat er zeker mogelijk is en binnen welke oplossingsrichtingen nog ontwikkelingen nodig zijn. Alle resultaten zijn samengevat in dit rapport.

Het rapport dient als kwalitatief en kwantitatief fundament voor zowel industriële bedrijven als beleidsmakers om vanuit dezelfde inzichten met betrekking tot lokale, nationale en internationale context te komen tot een breed gedragen toekomstperspectief met realistische mogelijkheden voor reductie van broeikasgasemissies. ■

¹ Emissieregistratie.nl, CBS, Gemini windpark, energie leveranciers en productiebedrijven

² Uitsluitend CO₂

HOOFDSTUK 2

HET GEBIED

De Industrietafel Noord-Nederland vertegenwoordigt energie-intensieve bedrijven, overheden en NGO's in de provincies Groningen en Drenthe. Het omvat naast geïntegreerde industriecusters in de Eemshaven, Delfzijl en Emmen ook grote productielocaties buiten clusters. Gezamenlijk profileert de regio zich als Chemport Europe.

De industrie en het gebied is veelzijdig met de aanwezigheid van twee zeehavens, (basis)chemie, kunststofvezelindustrie, agro-food, datacenters, recycling, metaal en bioraffinage.

Ook vervult Noord-Nederland een belangrijke rol in groot-schalige energieopwekking, energiedistributie en offshore windlogistiek. Het gebied beschikt over een uitgebreid ondergronds buisleidingnetwerk en kabelstelsels en is daardoor een intercontinentaal knooppunt van aardgas ('gasrotonde'), elektriciteit en data.

In het gebied dat de Industrietafel Noord-Nederland bestrijkt (zoals weergegeven in figuur 2.2), vindt maar liefst 30% van de Nederlandse elektriciteitsproductie plaats. Elektriciteit wordt geproduceerd vanuit verschillende energiebronnen en wordt grotendeels doorgeleverd aan gebruikers binnen en buiten Nederland. Lokaal gewonnen aardgas wordt voornamelijk geëxporteerd. Gasimport betreft het zogenaamde hoog-calorisch gas dat binnenkomt vanuit velden op de Noordzee, Noorwegen en Rusland.

De energieleveranciersrol die Noord-Nederland vervult binnen de nationale en internationale context dient ten alle tijde meegenomen te worden om huidige en toekomstige mogelijkheden op het gebied van CO₂-emissiereductie binnen de juiste context te overwegen.

2.1 Industriecuster Eemsdelta

De Eemshaven en de haven van Delfzijl zijn belangrijkste industriegebieden in het Noorden. Ruim 150 bedrijven bieden (in)direct werk aan ongeveer 15.000 mensen.

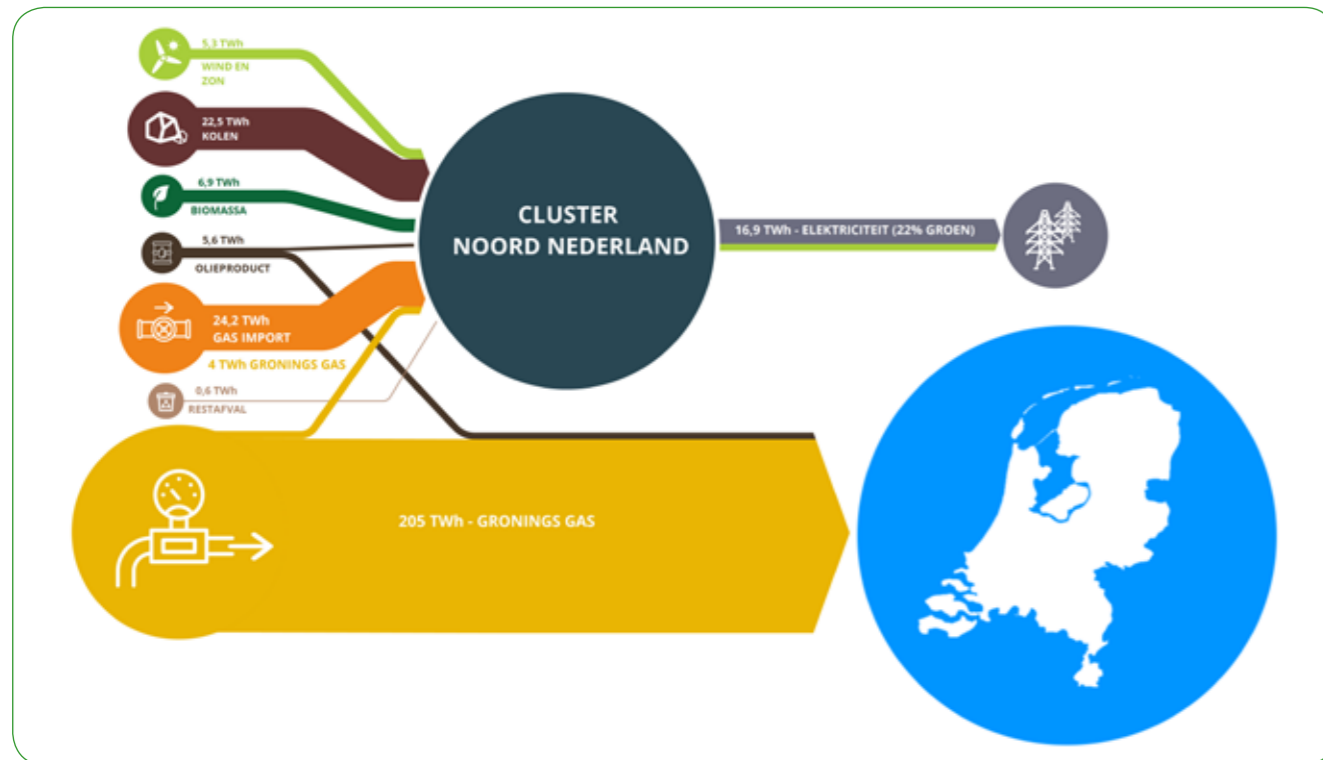
Bedrijven in dit gebied zijn voornamelijk actief in de segmenten: energie, kunststoffen, vezels, data, chemie, reststoffen en metaal. Verder beschikken de havengebieden over collectieve infrastructuur voor onderlinge uitwisseling van elektriciteit, stoom, proceswater, afvalwater, perslucht en stikstof.

Er zijn ook ringleidingen in ontwikkeling voor waterstof, syngas en warmte. Naast gedeelde utiliteiten zijn er ook vergaand geïntegreerde productieketens, zowel binnen als tussen industriecusters. De zoutproductie is hierbij een centrale pijler. Binnen het cluster vormt zout de basis voor chloorproductie. Chloor is dan weer één van de grondstoffen voor productie van monochloorazijnzuur. Tevens komt bij de chloorproductie waterstof vrij, dat als grondstof gebruikt wordt voor de productie van onder andere aramide en monochloorazijnzuur.

Figuur 2.1: Industrietafel Noord-Nederland



Figuur 2.2: Energiestromen Noord-Nederland 2017



Ook wordt waterstof ingezet als energiebron voor de productie van stoom en elektriciteit. De geproduceerde stoom wordt ingebracht op het stoomnetwerk waar ook stoom uit afval, biomassa en exotherme productieprocessen ingebracht worden.

Bestaande ketenintegraties op zowel energie- als productiegebied maken dat verduurzaming van de ene fabriek direct een (gedeeltelijke) verduurzaming van een andere fabriek betekent. De diverse vormen van integratie, tezamen met (de aanlanding) van een significante hoeveelheid groene elektriciteit maken de industrie in de Eemshaven en Delfzijl kansrijk om vele verschillende doeltreffende oplossingen te ontwikkelen voor een CO₂-neutrale toekomst.

2.2 Industriecluster Emmen

Industrie & Businesspark in Emmen huisvest een geconcentreerd cluster van bedrijven die onder andere gespecialiseerd zijn in de vervaardiging van garens, vezels, hitech systemen, chemie, polymeren, agribusiness en (bio)brandstoffen. Het gebied is de meest in kunststofvezels gespecialiseerde regio van Europa en biedt werk aan ca. 7.000 mensen.

Van oudsher worden polyester en aramide als grondstoffen gebruikt. Hierbij komt de aramide van fabrieken in Delfzijl. In toenemende mate worden echter bio-based grondstoffen en gerecyclede materialen ingezet voor de samenstelling van de vezels en garens.

De beschikbaarheid van agrarische grondstoffen en reststromen maken van Emmen in dat opzicht een ideale uitgang-

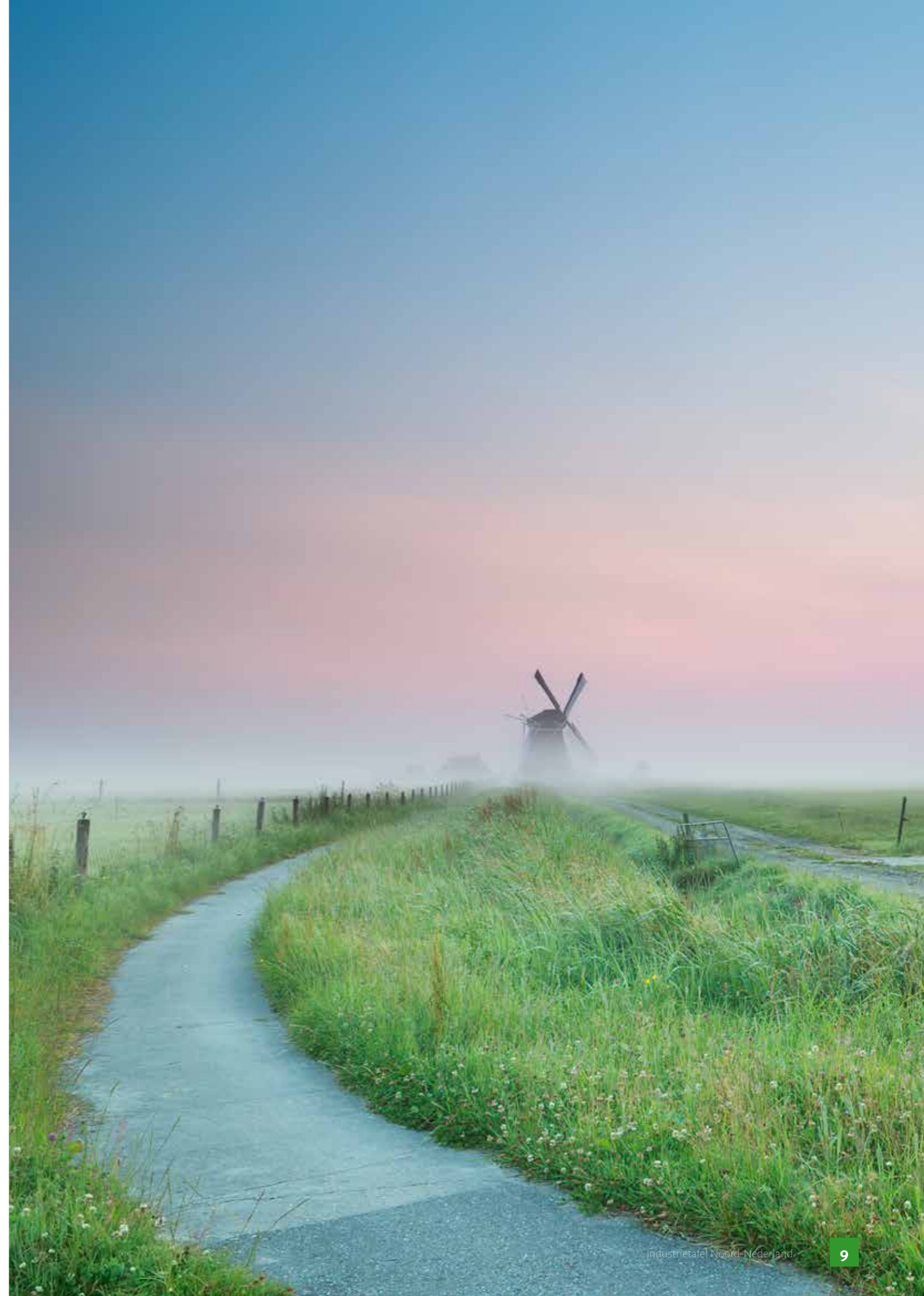
locatie. In de omgeving ligt tevens het grootse kas- en tuinbouwgebied van Noord-Nederland. Circa 20% van de beroepsbevolking in de regio Emmen werkt in de industrie.

2.3 Industrie buiten clusters

In het gebied tussen de industrieclusters Emmen, Delfzijl en Eemshaven zijn diverse energie-intensieve productielocaties aanwezig. De bedrijven op deze locaties zijn onder andere actief in de segmenten agro-food, delfstoffen, glas en glasvezel, recycling, papier en karton.

Deze bedrijven dragen in belangrijke mate bij aan de werkgelegenheid in de twee provincies en vertegenwoordigen ook een aanzienlijk deel van het energiegebruik in Noord-Nederland. Bedrijven in de agro-food sector hebben door hun vaak coöperatieve opzet in dit verband een dubbele economische impact.

De agrarische basisproducten zoals suikerbieten, aardappelen en koemelk worden immers door boerenbedrijven in de regio beschikbaar gemaakt. Bedrijven buiten clusters liggen over het algemeen verder af van energie-hoofdinfrastructuur dan bedrijven binnen clusters. Net als het industriecluster Emmen liggen de bedrijven verder verwijderd van de Noordzee en zijn daardoor minder makkelijk bereikbaar voor de levering van groene elektriciteit vanuit wind op zee. Dit verschil en de lagere mate van integratie met andere bedrijven op het gebied van utiliteiten maakt dat te overwegen oplossingsrichtingen regiobreed relatief veel verschillen. ■



HOOFDSTUK 3

OPLOSSINGEN VOOR EMISSIEVRIJE PRODUCTIE

De Noord-Nederlandse industrie is geïmmiteerd om in 2050 nagenoeg CO₂-emissievrij te opereren. Vanuit technisch perspectief zijn er voldoende mogelijkheden voorhanden om deze doelstelling te behalen. De industrie opereert in een zeer competitieve omgeving op een wereldwijd speelveld. Voor het behoud van de internationale concurrentiepositie van de industrie dient daarom uitvoerig gekeken te worden naar eventuele nadelige effecten van kostenverhoging door duurzaamheidsverbeteringen. Projecten voor de reductie van emissies zullen ook in dit kader beoordeeld moeten worden. Het instrumentarium van de overheid dat ontwikkeld zal worden, zal mede bepalen welke projecten en oplossingsrichtingen financieel haalbaar zijn.

Om de doelstellingen voor 2030 en 2050 zo robuust mogelijk in te vullen, kunnen 7 oplossingsrichtingen gedefinieerd worden:

- Energie-efficiëntie
- Elektrificatie
- H₂ & Veranderen van energiebron
- Procesinnovatie
- Groene grondstoffen
- Circulariteit
- CCU & CCS
- Systeem

3.1 Maximale energie-efficiëntie

Zo min mogelijk energie gebruiken ten behoeve van productie is de basis voor ieder energie-intensief bedrijf. Grondstoffen en andere materiaalstromen doorlopen in dergelijke bedrijven soms grote temperatuurtrajecten. Temperaturen van 200 degC tot wel 2.500 degC komen allemaal voor. Om deze temperaturen te bereiken worden bijvoorbeeld stoom, aardgas en elektriciteit gebruikt. Het minimaliseren van utiliteitsbehoefte enerzijds en het maximaal inzetten van beschikbare warmte anderzijds speelt in alle sectoren van de industrie. Deze manier van verduurzaming is vaak het meest kosteneffectief en draagt direct bij aan CO₂-emissiereductie.

Op korte en middellange termijn (5-10 jaar) wordt geschat dat binnen bestaande processen nog zo'n 20% efficiëntieverbetering te behalen is. De besparingen worden bereikt door:

- Incrementele besparingen
- Structurele systeemveranderingen
- Ketenbesparingen

Incrementele besparingen (5-10%), zijn besparingen die voortkomen uit efficiencyverbetering in bestaande processen. Het betreft hier niet alleen besparingen door slimme monitoring, besturing en coördinatie van processen, maar ook warmte-integratie en toepassing van best beschikbare technieken zoals efficiënte elektromotoren.

Bij structurele systeemveranderingen (>10%), wordt de energievraag van processen ingevuld door (combinaties van) andere utiliteiten. Zo vraagt warmte-integratie bij aardgas- en/of stoomgebruik een totaal ander utiliteitssysteem dan bij grotendeels geëlektrificeerde processen.

Ketenbesparingen komen voort uit verbeteringen in energie- of productieketens. Een overmaat aan beschikbare warmte kan

bijvoorbeeld ingezet worden voor elektriciteitsproductie, maar kan mogelijk met een hogere keten-efficiëntie geleverd worden aan een andere partij die daardoor geen aardgas meer hoeft te gebruiken. Ook grondstoffen die bijdragen aan energie-efficiëntie van eindproducten kunnen onder deze groep geschaard worden. Wanneer een grondstof het gewicht van een autoband naar beneden kan brengen, kan een toename in toepassing van deze grondstof uiteindelijk zorgen voor minder CO₂-emissie per gereden kilometer.

De Noord-Nederlandse industrie heeft de afgelopen jaren al ingezet op energie-innovatiescans en maakt in toenemende mate gebruik van (big) data, slimme procesbesturingen en kunstmatige intelligentie om te komen tot directe besparingen en structurele systeemveranderingen. Er zijn een aantal spin-off bedrijven van de Rijksuniversiteit Groningen en de Hanzehogeschool die deze ontwikkelingen faciliteren en versnellen.

3.2 Elektrificatie, H₂ & Veranderen van energiebron

Een aanzienlijk deel van de energiebehoefte van de Noord-Nederlandse industrie wordt ingevuld door hoogcalorisch en laagcalorisch aardgas.

De procesindustrie en de chemie in het bijzonder bieden logische handvatten en mogelijkheden om de procesvoering om te bouwen van gasgestookt naar elektrisch aangedreven. Deze elektrificatie van processen biedt de mogelijkheid duurzaam opgewekte elektriciteit te gebruiken en zo CO₂-emissie te reduceren. De industrieclusters in Delfzijl en de Eemshaven liggen aan zee en kunnen zo direct gevoed worden met duurzaam opgewekte Noorse elektriciteit (waterkrachtcentrales), windenergie van het Gemini-park, elektriciteit van toekomstige nieuwe windparken en elektriciteit uit andere CO₂-emissie vrije bronnen zoals biomassa.

De elektrificatie optie is daarbij niet alleen relevant voor locaties direct aan de kust. Zo realiseert het bedrijf N.E.G. Electric Glass Fiber een nieuwe innovatieve elektrische glasoven en is het aardappelverwerkende bedrijf AVEBE op verschillende productielocaties haar netaansluitingen aan het verzwaren. Voor de elektrificatieroute is het dus van groot belang dat transportcapaciteit op land ook toereikend is.

In eerste instantie vindt elektrificatie plaats middels technieken die de energiebehoefte van een fabriek of een deel daarvan minimaal halveren. Immers, elektriciteit is in verhouding voor een gelijke hoeveelheid energie momenteel ongeveer twee keer duurder dan aardgas.

Wanneer het prijsverschil tussen groene elektriciteit en aardgas met bijbehorende CO₂-emissie afneemt (al dan niet door stimulering vanuit de overheid), zullen steeds meer bedrijven onderdelen van hun processen elektrificeren. Een belangrijke voorwaarde hiervoor is dus enerzijds de betaalbaarheid van groene elektriciteit, maar anderzijds is ook de fysieke beschikbaarheid van groene elektriciteit van belang. Het aandeel 'duurzaam' in de beschikbare elektriciteitsmix is op dit moment ruim onvoldoende om elektrificerende bedrijven te voorzien van voldoende duurzaam opgewekte elektriciteit.

Het is ondertussen evident dat de elektrificatie van processen een geweldig perspectief biedt. Niet in de laatste plaats omdat het verduurzamen van de elektriciteitsmix schaalbaar is middels inzet van biomassa en het grootschalig bouwen van windparken op zee.

Deze schaalbaarheid is absolute noodzaak. Zeker wanneer waterstof uit elektrolyse van water in combinatie met waterstofinfrastructuur een grotere rol gaat spelen.

Ook nu al is er binnen het chemiecluster Delfzijl een waterstofnet aanwezig. Daarnaast staan in de regio tal van innovatieprojecten gepland die toepassing van groene waterstof als grondstof voor chemie en energiedrager voor netbalancing en wegtransport kunnen opschalen.

Met de verdere ontwikkeling van hoge temperatuur warmtepompen, inpassing van mechanische dampcompressie en onderzoek naar elektrochemische synthese, biedt elektrificatie op meerdere fronten de mogelijkheid om schaalbaar en rendabel te verduurzamen.

Naast elektrificatie bieden ook het inzetten van biomassa voor warmteproductie en de productie van biogas ook interessante perspectieven voor de regio. Zeker wanneer er onvoldoende transportcapaciteit in bestaande elektriciteitsnetten aanwezig is, kunnen additionele investeringen in de netten voorkomen worden door direct of indirect over te schakelen op CO₂-emissievrije energiebronnen.

Ook kunnen in het geval van biogas, bestaande infrastructuur en bestaande installaties met mogelijk geringe aanpassingen gebruikt worden. Dit voorkomt onnodige kapitaalvernietiging door het uit gebruik nemen van systemen en apparatuur die financieel en/of technisch nog niet afgeschreven zijn.

3.3 Procesinnovatie

Procesinnovatie omvat het inzetten van geheel of gedeeltelijk nieuwe processen om bestaande producten, grondstoffen en energiedragers te produceren. Voorbeelden zijn: membraan-technologie voor scheidingsprocessen, bioraffinage technieken, het reduceren van reactiestappen in de chemie en het toepassen van zogenaamde 'oxy-fuels'.

Procesinnovatie is voor een bedrijf dikwijls een ingrijpende aanleg. Iets waarvoor jaren (toegepast) onderzoek nodig is en financiële risico's bij implementatie hoog zijn. Binnen deze oplossingsrichting is in de eerste plaats het stimuleren van onderzoek en pilots dan ook van groot belang.

Met de Rijksuniversiteit Groningen, de Hanzehogeschool en Stenden Hogeschool in de regio, is er de mogelijkheid om wetenschappelijk en toegepast onderzoek te doen.

Ook zijn in het industriecluster in Delfzijl faciliteiten aanwezig om nieuwe productieprocessen te testen.

Naast kennisinstellingen zijn ook bedrijven volop bezig met het ontwikkelen van nieuwe processen.

Zo heeft AVEBE in september 2018 een nieuw innovatiecentrum geopend voor proces- en productontwikkeling op het Zernike terrein in Groningen.

Procesinnovatie biedt het perspectief om ook op een langere termijn concurrerend te blijven. Het is daarom een belangrijke oplossingsrichting voor de Noord-Nederlandse industrie.

3.4 Groene Grondstoffen

Noord-Nederland heeft een unieke positie met (deels) lokale beschikbaarheid van grote hoeveelheden biomassa. Agrarisch uitgangsmateriaal, reststromen en andere vormen van biomassa zijn het startpunt voor duurzame monomeren, polymeren, organische zuren en ook groene energie.

In Noord-Nederland worden al relatief veel groene grondstoffen ingezet bij de fabrieken van AVEBE en Suikerunie voor de productie van aardappelzetmeel gebaseerde producten, suiker en eiwitten.

Daarnaast worden door Avantium in Delfzijl nieuwe bioraffinagetechnieken opgeschaald. Ook de inzet van algen, groene waterstof en groene CO₂ valt binnen dit spoor.

Vanuit restmateriaal uit suikerbietencampagnes wordt door Suikerunie biogas geproduceerd. Het biogas wordt niet alleen ingezet als energiebron, maar wordt ook geleverd aan BioMCN als grondstof voor productie van groene methanol.

Behalve processen die nu al (semi)-full scale in bedrijf zijn, vinden er in Noord-Nederland ook pilot- en demonstratieprojecten plaats. Voorbeelden hiervan zijn bedrijven als BioBTX, Photanol en Omegagreen. Deze bedrijven produceren onder andere biologische aromaten, eiwitten, vetzuren en andere biochemicalïen.

Momenteel verwerkt Eneco afvalhout en levert EEW elektriciteit en warmte (stoom) uit huishoudelijk afval. RWE heeft bekend gemaakt om de nu nog op kolen gestookte centrale in 2019 voor 15% te gaan bedrijven op biomassa en is voornemens om deze conversie de jaren daarna door te zetten richting 100% biomassa.

Het verbranden van biomassa heeft een relatief lage waarde en wordt over het algemeen niet als einddoel gezien. De energiecentrales spelen echter wel degelijk een grote rol bij het verder uitbreiden van de kennis en infrastructuur voor biomassa. De grotere stromen biomassa richting de Eemsdelta zullen een stevige impuls zijn voor meer biochemische processen gericht op een hogere toegevoegde waarde. De resulterende reststromen uit de processen kunnen vervolgens weer brandstof zijn voor de opwekking van elektriciteit en daarmee vormen ze ten dele de balans van het elektriciteitsnet.

CO₂ die vrijkomt uit de verbranding van biomassa kan worden afgevangen en ingezet worden als grondstof voor de bestaande methanolfabriek. Voor deze optie is ook CO₂-emissievrije waterstof nodig. Deze waterstof kan enerzijds verkregen worden door het inzetten van groene elektriciteit bij elektrolyse van water en anderzijds door aardgas te kraken in waterstof en CO₂ en vervolgens de CO₂ definitief op te slaan in lege gasvelden op de Noordzee. Omdat de bestaande methanolfabrieken van significante omvang zijn, kan middels deze optie met relatief geringe aanpassingen van de bestaande methanolfabrieken zo'n 650 kton/jaar aan CO₂ bespaard worden. Daarnaast kan CO₂-emissievrije waterstof ingezet worden als grondstof in verschillende bestaande fabrieken voor de productie van aramide, waterstofperoxide, monochloorazijnzuur en formaldehyde.

3.5 Circulariteit

Met name de papier- en kartonindustrie en de kunststofindustrie in Emmen is al ver op het gebied van circulariteit. Voor de productie van papier en karton worden restmaterialen ingezet bij diverse productielocaties in Noord-Nederland.

Nuttig hergebruik van (gebruikte) materialen wordt gezien als een speerpunt en kans voor de regio en meer in het bijzonder voor het chemiecluster Emmen. De regio beschikt over gespecialiseerde productietechnologie en resources waarmee de transitie gemaakt kan worden naar high-end specialty polymeren. Het doel is hierbij in eerste instantie groene grondstoffen zoals biobased polymeren in te zetten en deze aan te vullen met gebruikte kunststoffen die eventueel mechanisch of chemische gerecycled zijn.

Het thema circulariteit gaat in Noord-Nederland verder dan alleen papier, karton en kunststoffen.

Ook voor de agro-food sector is dit thema zeer relevant. Zo dienen essentiële nutriënten die aanwezig zijn in restmaterialen van suikerbieten en aardappelen hun weg terug te vinden naar de landbouwgronden waar ze vandaan komen en kan fosfaat uit industrieel en communaal waterzuiveringsslib worden teruggewonnen, wederom voor agrarisch gebruik.

3.6 CCU & CCS

Voor de Noord-Nederlandse industrie spelen CCU en CCS misschien niet direct bij een ieders schoorsteen.

CO₂-emissies zijn hier naar verwachting te verspreiden. Maar omdat ook een aanzienlijk deel van de Nederlandse elektriciteitsvoorziening haar oorsprong vindt in Noord-Nederland, kunnen CCU en CCS wel degelijk ingezet worden ten behoeve van de industrie. Zo kan door de afvang van CO₂ uit biomassa

verbranding een koolstof-negatief scenario gerealiseerd worden wanneer afgevangen CO₂ van biogene oorsprong wordt ingezet als grondstof voor methanolproductie. En zoals onder de noemer van groene grondstoffen aangegeven, kan CO₂ uit het kraken van aardgas definitief opgeslagen worden om zo CO₂-emissievrije waterstof te produceren als tweede bouwsteen voor methanol. Schaalbare CO₂-infrastructuur en afvangfaciliteiten kunnen in Noord-Nederland dus resulteren in negatieve CO₂-emissies. De zogenaamde 'carbon sink'.

3.7 Systeemoplossingen

Als laatste oplossingsrichting dienen er systeemveranderingen plaats te vinden die het mogelijk maken voor fabrieken om de doelstelling van 2050 te behalen. Immers, wanneer er behoefte is aan groene elektriciteit binnen of buiten een cluster, CO₂-emissievrije waterstof en/of biogas, dient er sprake te zijn van beschikbaarheid aan de spreekwoordelijke poort van een bedrijf. Voor optimale kosteneffectiviteit dienen integrale afwegingen gemaakt te worden op het gebied van energie(drager) productie en distributie. En hoewel systeemintegratie-aspecten niet direct binnen de scope van een productiebedrijf vallen, zijn eigenaren en operators van infrastructuur samen met overheden nodig om de optimale energiemix te kunnen aanbieden aan de industrie.

Het aanbieden van energie(dragers) gebeurt via infrastructuur. En hoewel het wenselijk is om zo veel mogelijk gebruik te maken van bestaande infrastructuur, zullen aanpassingen, uitbreidingen en nieuwe tracés gerealiseerd moeten worden. Een kostenintensieve en tijdsintensieve exercitie die tijdig helder dient te zijn om de industrie in haar transitie optimaal te kunnen faciliteren. ■



HOOFDSTUK 4

VAN NU NAAR 2030

4.1 Het vertrekpunt

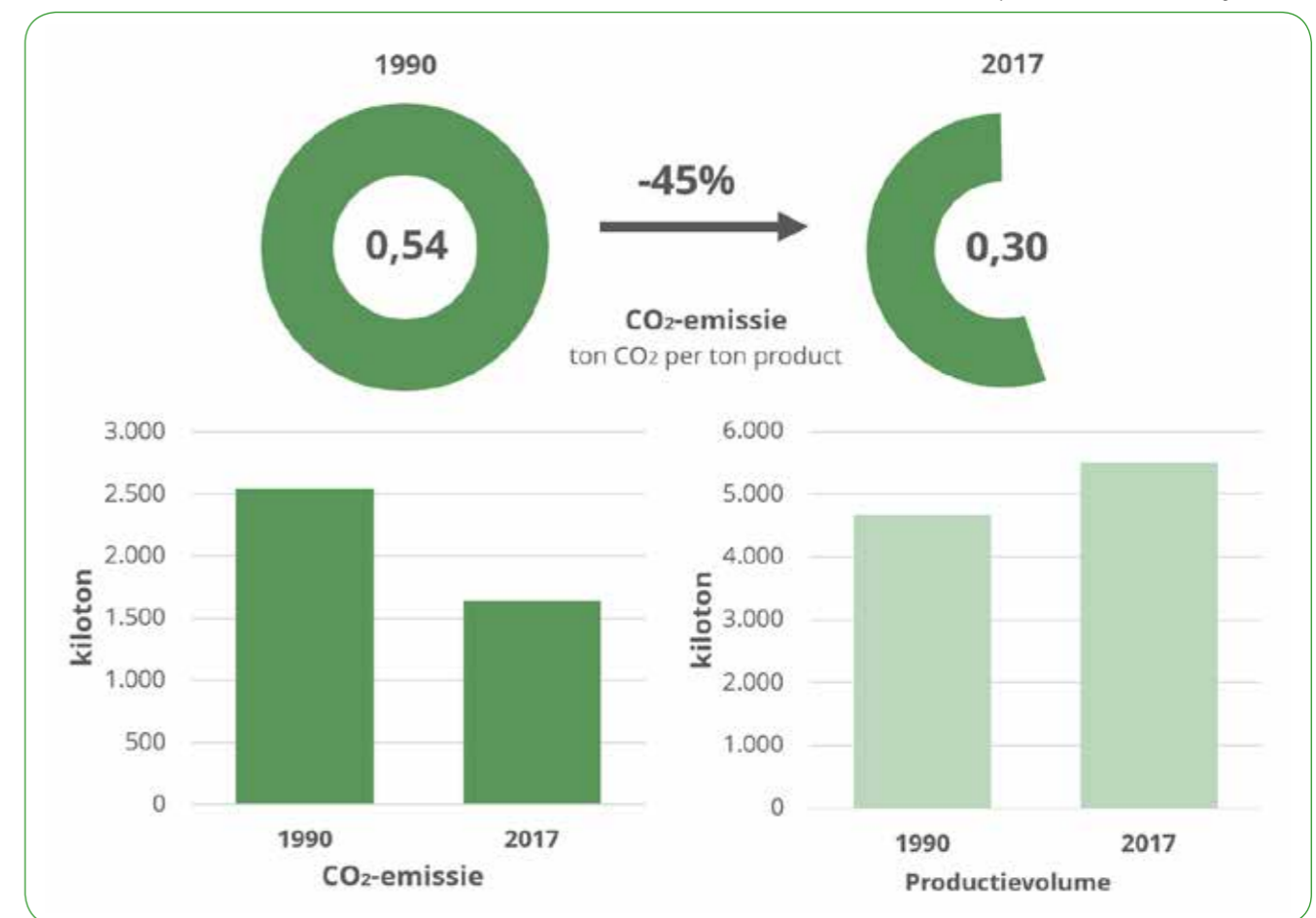
Om te bepalen hoeveel CO₂-emissiereductie noodzakelijk is om de doelen van 2030 en 2050 te behalen, is allereerst in samenwerking met alle bedrijven (Bijlage B), een analyse uitgevoerd om de situatie in 1990 te vergelijken met de situatie in 2017.

Voor het bepalen van de CO₂-emissie van het gebied is er ook rekening gehouden met het verbruik van WKKs die voor de industrie in bedrijf zijn. Dit zorgt voor een eerlijke vergelijking tussen de chemieclusters die centrale utiliteitsopwekking vanuit WKKs kunnen delen en de bedrijven in het buitengebied die veelal stoom en elektriciteit voor eigen gebruik produceren. Dit houdt tevens in dat het onderscheid tussen stoom/warmte vanuit Scope 2 en verbruik vanuit Scope 1¹ niet wordt gemaakt. Doordat CO₂ zich niets aantrekt van fabrieks- en landsgrenzen en het bestaansrecht van de aanwezige WKKs afhankelijk is van de aanwezigheid van de industrie, wordt de CO₂-emissie van deze partijen meegenomen in de gebiedsbalans.

De industrie in Noord-Nederland levert haar producten over de hele wereld en moet dus ook wereldwijd concurreren. Deze concurrentie kan met bedrijven zijn in gebieden waar energieprijzen vele malen lager liggen en CO₂-emissie niet beprijsd wordt. Efficiëntie is dus noodzaak.

De efficiënte voorwaarde in combinatie met MJA3- en EEP-afspraken hebben ervoor gezorgd dat de industrie jaar na jaar bezig is met efficiëntieverbetering op het vlak van energie- en grondstofgebruik. Met 45% CO₂-emissiereductie per ton product als resultaat. Om te komen tot het doel van 49% CO₂-emissiereductie in 2030 en zeker voor de 2050 doelen, zullen er nog stappen gemaakt moeten worden. Hierbij kan niet alleen binnen de eigen poorten van individuele bedrijven en hun processen worden gekeken. Ook dient er optimaal gebruik gemaakt te worden van aanwezige energiebronnen, kennis, infrastructuur en faciliteiten om middels ketensamenwerking tot de gewenste resultaten te komen.

1990 - 2017: Een periode van duurzame groei



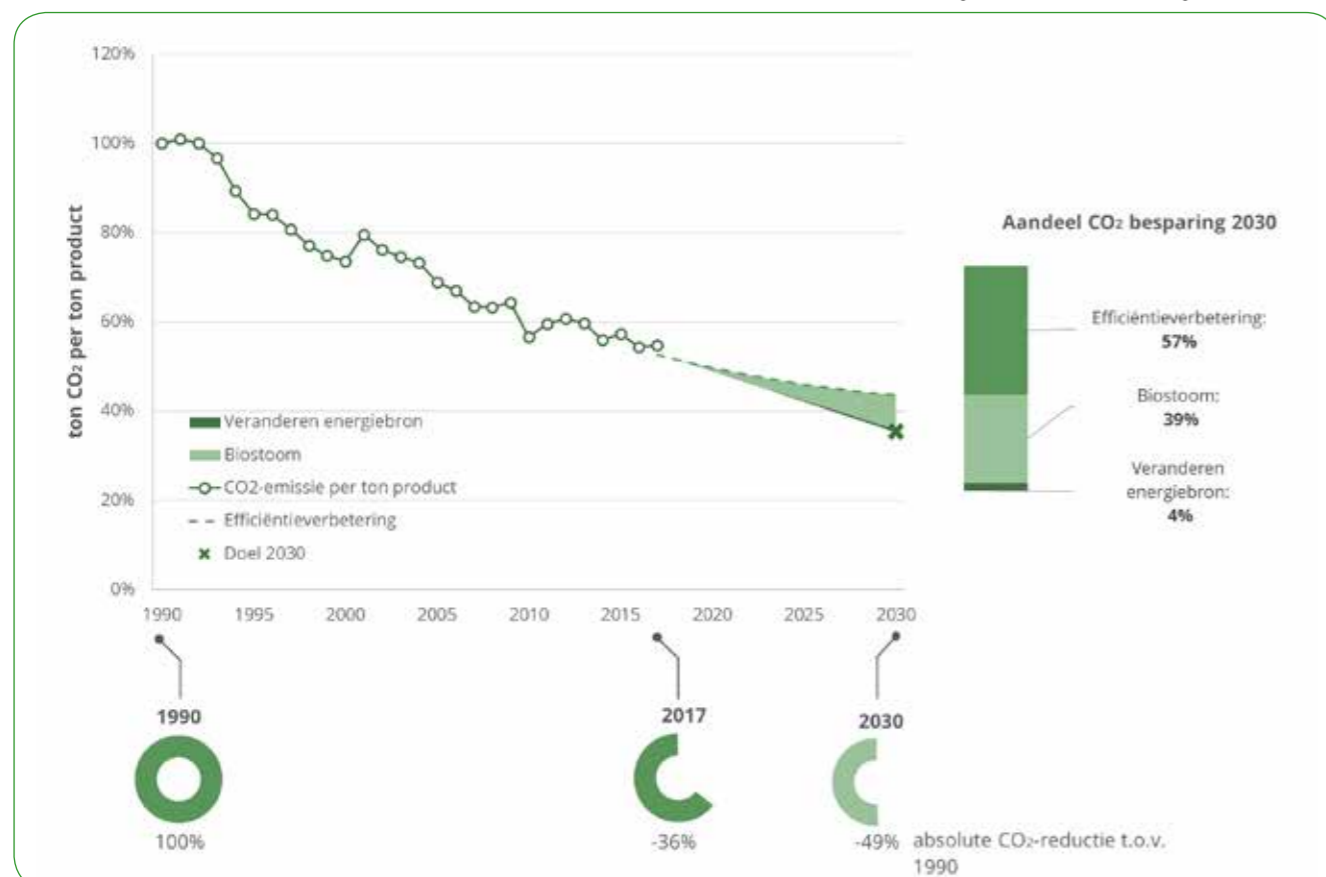
In de periode van 1990 tot 2017 zijn CO₂-emissies afgenomen van 2,5 Mton naar 1,6 Mton. Hiermee is een absolute CO₂-emissiereductie gerealiseerd van 36% ten opzichte van 1990. Echter, de relatieve uitstoot is aanzienlijk verder gedaald.

In dezelfde periode is de productie van de bedrijven namelijk toegenomen van 4,6 Mton naar 5,5 Mton. Dit betekent dat er ruim 17% meer geproduceerd is. Conclusie: 45% minder CO₂-uitstoot door efficiënt te groeien.

Figuur 4.1: Energiebronnen voor de Noord-Nederlandse Industrie



2017-2030: Efficiënte groei met nieuwe energiebronnen



De industrie in Noord-Nederland blijft inzetten op systematische reductie van energiegebruik. Er worden energie-innovatie studies uitgevoerd met een nieuwe methodologie. Deze studies richten zich op nieuwe kantelpunten in energie efficiëntie en duurzame groei. Op basis van de uitgevoerde studies is samen met de bedrijven een potentieel van minimaal 20% efficiëntieverbetering en CO₂-emissiereductie geïdentificeerd voor de komende jaren. Hierbij wordt een deel van de warmtevraag

geëlektrificeerd. Verder is op het chemiepark in Delfzijl in 2017 een nieuwe stoomleiding in gebruik genomen waarmee Eneco biostoom levert aan de industrie. Eind 2018 wordt ook EEW op deze leiding aangesloten waardoor het aardgas verbruik nog verder teruggedrongen wordt. Op het chemiepark in Emmen wordt de kans aangegrepen om niet alleen over te stappen op hoogcalorisch gas in 2021, maar dit ook jaarlijks met 3% te verduurzamen met CO₂-neutraal gas.

4.2 Op stoom naar 2030

De directe CO₂-emissie van de industrie wordt veroorzaakt door het gebruik van energie om processen te voorzien van bijvoorbeeld stoom, hete olie of warme lucht. Het merendeel van de energie wordt op dit moment geleverd vanuit aardgas, zoals te zien is in figuur 4.1. Een deel van deze energie wordt gebruikt om stoom te produceren. Op het chemiepark in Delfzijl zijn meerdere stoomproducenten aanwezig, het chemiepark in Emmen heeft een centrale utiliteitsproducent en in de tussenliggende gebieden produceren bedrijven zelf stoom indien nodig. Elektriciteitsconsumptie van de industrie is in figuur 4.1 buiten beschouwing gelaten, om de focus te leggen op energiegebruik dat zorgt voor directe (Scope 1) CO₂-emissie.

De uitdaging voor de industrie in Noord-Nederland ligt in het verbeteren of behouden van de concurrentiepositie ten opzichte van andere wereldwijde spelers en tegelijkertijd CO₂-emissie te reduceren.

Er dient rekening gehouden te worden met de verwachting van bedrijven dat de wereldwijde vraag naar hoge kwaliteit producten toeneemt. Hierdoor zullen industriële activiteiten jaarlijks gemiddeld groeien. En dit hoeft niet te betekenen dat emissiereductie onmogelijk is. De industrie in Noord-Nederland heeft namelijk al aangetoond dat energie-efficiëntie en reductie van CO₂-emissies hand-in-hand kunnen gaan met productiegroei.

4.2.1 Energie-efficiëntie

De industrie is ervan overtuigd dat de komende jaren met behulp van bestaande plannen en technologieën de productie verder te verduurzamen is. Het verlagen van de CO₂-emissie per ton product door alleen efficiëntieverbetering kent echter een limiet met de huidige energiebronnen. Dit is te zien aan de stippe lijn in de bovenstaande figuur. Extrapolatie van efficiëntieverbeteringen uit het verleden laat hier duidelijk zien dat met bestaande aanpakken een asymptoot benaderd wordt. Hoeveel te dichter bedrijven deze limiet naderen, hoeveel te noodzakelijker het wordt voor verdere emissiereductie om te investeren in andere energiebronnen. Zo kan elektriciteit ingezet worden ter vervanging van aardgas of kan overgeschakeld worden op CO₂-neutrale gassen.

Op basis van de geprojecteerde efficiëntieverbetering en een verwachte productiegroei van 1,75% per jaar (obv. aanname PBL), zal alleen al door het besparen op energiegebruik de absolute CO₂-emissie afnemen met 41% ten opzichte van 1990.

4.2.2 Veranderen energiebron

De tweede oplossingsrichting voor de 2030 doelstelling is gebaseerd op het vervangen van de huidige stoomproductie door biostoom. Door het aansluiten van twee biostoomproducenten op het bestaande stoomnetwerk van Chemiepark Delfzijl wordt het aardgasverbruik met bijbehorende CO₂-emissies significant teruggedrongen. In combinatie met de energie-efficiëntie maatregelen wordt de absolute CO₂-emissie ten opzichte van 1990 hiermee teruggedrongen tot 48%. Eind 2018 zijn alle stoomaansluitingen hiervoor gereed. Ondertussen wordt er

zelfs verder gewerkt aan uitbreiding van de biostoomproductie capaciteit. Deze uitbreidingen zijn echter voorwaardelijk en/of onzeker en zijn daarom nog niet meegenomen in de 2030 projectie.

Naast het produceren van stoom uit duurzame bronnen op het Chemiepark Delfzijl, wordt op het Chemiepark Emmen door utiliteitsleverancier Emmtec aardgas vervangen door een mix van andere energiebronnen. Vanaf 2021 worden stapsgewijs CO₂-neutrale gassen zoals biogas of waterstof bijgemengd waarmee in 2030 het gasverbruik voor 27% vervangen is door energiedragers van biogene oorsprong. Hiermee komt de totale CO₂-emissiereductie voor het gebied uit op -49% ten opzichte van 1990. Bij voldoende beschikbaarheid van duurzame gassen kan voor alle huidige gasverbruikers een zelfs nog hogere CO₂-emissiereductie behaald worden.

4.3 Level Playing Field

Zoals aangegeven kan het absolute industriële Noord-Nederlandse CO₂-emissiedoel van 49% reductie in 2030 gehaald worden. Dit, terwijl er rekening gehouden wordt met een jaarlijkse productietoename van 1,75%.

Gecombineerd betekent dit dan ook dat relatieve CO₂-emissies van 0,54 ton CO₂ per ton product in 1990 zullen dalen naar 0,19 ton CO₂ per ton product in 2030. Een reductie van 65% dus. En het bewijs dat duurzaamheid en economische vooruitgang hand in hand kunnen gaan.

4.3.1 Keteneffecten - Level Playing Field

Tegelijkertijd is de reductie van 65% die in de Nederlandse boeken staat als een reductie van 49% ook een teken dat het hantieren van een absolute CO₂-emissiereductiedoelstelling onwenselijk is. Immers, wanneer alleen naar de absolute doelstelling gekeken zou worden, zou verplaatsing van productiecapaciteit naar het buitenland een emissiereductie opleveren. Tegelijkertijd zou het verplaatsen van relatief inefficiënte productie vanuit bijvoorbeeld Azië naar Nederland, gezien worden als toename van CO₂-emissie. Dit, terwijl CO₂-emissie in werkelijkheid afneemt.

Om dit soort zaken helder te kunnen zien en op de juiste manier te kunnen afwegen, pleit de Noord-Nederlandse industrie voor zogenaamde 'carbon accounting' regels. Regels die voor iedereen gelijk zijn en kijken naar CO₂-emissiereductie per ton product en over een hele keten, in plaats van alleen een scope 1, 2 of 3 benadering. Hierbij dienen ook keteneffecten van gebruik van (groene) grondstoffen meegenomen te worden.

Het doel van heldere 'carbon accounting' regels is enerzijds een nationaal en internationaal een gelijk speelveld. Anderzijds maken de juiste regels het ook mogelijk om CO₂-emissiereductiedoelstellingen aan de juiste branches en de juiste bedrijven toe te kennen. Op die manier blijft onze welvaart op peil en worden de kosten van de energietransitie evenwichtig verdeeld.

¹ Voor een toelichting op emissies uit Scope 1, 2 en 3 wordt verwezen naar bijlage C

4.3.2 Beschikbaarheid duurzame elektriciteit en CO₂-emissievrije gassen

Binnen de plannen op het gebied van energie-efficiëntie en het vervangen van fossiele energiebronnen, wordt deels gebruik gemaakt van het verlagen van het aardgasverbruik en deels van het vervangen van aardgas door duurzame elektriciteit of CO₂-emissievrije gassen. De beschikbaarheid van voldoende duurzame elektriciteit en CO₂-emissievrije gassen is hiervoor een belangrijke voorwaarde.

In de aanloop naar 2030 en de daaropvolgende periode zal daarnaast steeds verder ingezet worden op elektrificatie. Om efficiënte elektrificatie te faciliteren, is het van belang dat er voldoende duurzame elektriciteit geproduceerd en getransporteerd kan worden. In de komende jaren zal elektrificatie zich met name toeleggen op technieken en systemen met een hogere Coefficient of Performance (COP). Dit, vanwege het prijsverschil tussen aardgas met bijbehorende CO₂ uitstoot en groene elektriciteit. Het prijsverschil maakt projecten met een COP lager dan 2 nagenoeg onmogelijk zonder subsidie.

Met relatief hogere aardgas en/of CO₂-prijzen tegenover elektriciteit, zijn ook minder efficiënte systemen haalbaar.

Zo zouden lagere elektriciteitsprijzen in het geval van duurzame overproductie, kosteneffectievere groene waterstofproductie kunnen faciliteren. Maar ook hier blijft de zekere beschikbaarheidsvoorwaarde als belangrijk criterium overeind staan.

Met relatief lage elektriciteits- en gasprijzen, maar een hoge CO₂-prijs, kan ook de zogenaamde blauwe waterstof worden ingezet. Blauwe waterstof kan geproduceerd worden door aardgas te splitsen in waterstof en CO₂. Wanneer CO₂ vervolgens ondergronds wordt opgeslagen, spreekt men van CO₂-emissievrije waterstof. In dit geval blauwe waterstof.

Voor de industrie zijn CO₂-emissievrije grondstoffen in toenemende mate van belang. Dit wordt deels geïllustreerd doordat een aantal bedrijven in Noord-Nederland hebben aangegeven al voor 2030 te investeren in de productie van groene waterstof uit elektrolyse. Voor zowel elektrificatie als productie van groene waterstof dient ruim voldoende en betrouwbare groene elektriciteit beschikbaar te zijn voor de verduurzaming van de Noord-Nederlandse industriële economie. Een kernvoorwaarde waaraan voldaan dient te worden, willen we onze verduurzaming ook na 2030 goed kunnen verankeren in onze samenwerking en bedrijven. ■



HOOFDSTUK 5

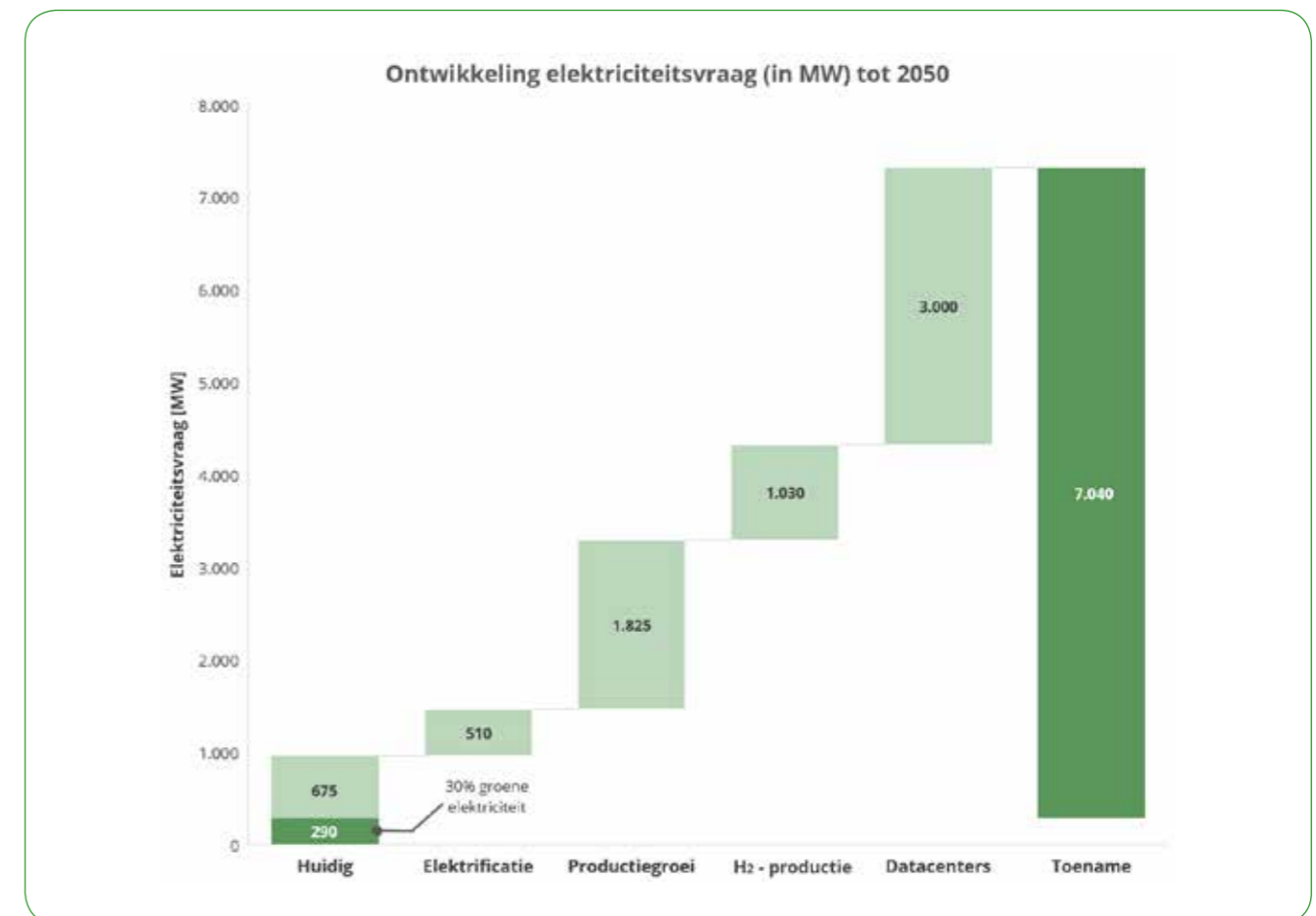
DOOR NAAR EEN VOLLEDIG DUURZAME INDUSTRIE

5.1 Vooruitkijken naar 2050

Een CO₂-reductie van 49% voor 2030 is haalbaar door te kijken naar energie-efficiëntie verbeteringen en het vervangen van fossiele energiebronnen voor de productie van stoom. Om te komen tot een volledige CO₂-neutrale industrie moet echter verder gekeken worden dan de huidige technologieën, productieprocessen en grondstoffen. Dit vraagt om de inzet van andere energiedragers, de ontwikkeling van innovatieve processen, het produceren van biobased grondstoffen en het slim uitwisselen van restproducten, energie en CO₂. Het betekent ook dat er nu al gekeken moet worden naar welke ontwikkelingen noodzakelijk zullen zijn om de juiste kennis te ontwikkelen en de voorwaarden te scheppen voor een duurzame industrie en wat dit betekent voor de vraag naar energie.

Waar we nu gebruik maken van fossiele energiereserves die in de afgelopen twee miljard jaar zijn opgebouwd, zullen we dit straks steeds meer met andere bronnen moeten ondervangen. Daarom zal de vraag naar energie en hoe deze geleverd kan worden, een belangrijke rol spelen in de transitie naar een volledig duurzame industrie. Een realistische kijk op de ontwikkeling van deze energievraag is daarom van essentieel belang. Hierbij moet rekening worden gehouden met het vervangen van de huidige fossiele energiebronnen, maar ook de grondstoffen die nu gebaseerd zijn op kolen, aardgas- en olie evenals de groei van bestaande en de komst van nieuwe industrie. Een opgave van formaat die vraagt om een systeem aanpak die fundamenteel anders zal zijn dan wat men nu gewend is.

2020 - 2050: De groeiende rol van elektriciteit



De vraag naar duurzame elektriciteit zal vanuit de industrie steeds verder toenemen. In eerste instantie zal het huidige grijze elektriciteitsverbruik vervangen worden. Daarnaast zullen processen in toenemende mate elektrificeren waardoor de warmtevraag geleverd zal worden met behulp van elektriciteit in plaats van aardgas of stoom. De groei van bestaande industrie en de komst van nieuwe industrie zal leiden tot een verdere toename van de vraag naar elektriciteit in 2050. Het gebruik van aardgas als grondstof kan

vervangen worden door waterstof en CO₂, waardoor CO₂ zelf een bouwsteen wordt voor de chemie. De productie van groene waterstof gebeurt vanuit duurzame elektriciteit. De vraag naar groene waterstof kan verder toenemen wanneer het ingezet wordt als CO₂-neutrale brandstof door de komst van nieuwe processen. Daarnaast neemt de vraag naar dataopslag toe wat mogelijk gemaakt wordt door duurzame elektriciteit.

5.2 Efficiënte elektrificatie

In de periode tot 2030 wordt maximaal ingezet op energie-efficiëntie. Na 2030 is de meerwaarde van energiebesparende maatregelen beperkt op basis van stoom en aardgas, doordat men steeds dichterbij het theoretisch maximum aan zit.

Vanaf dit punt zal de industriële efficiëntieverbeteringen halen door in te zetten op het elektrificeren van de warmtevraag, door bijvoorbeeld gebruik te maken van warmtepompen of elektrische fornuizen. Dit betekent dat de energie uit aardgas en stoom stapsgewijs door andere energiebronnen geleverd gaat worden, waarbij elektriciteit een belangrijke rol speelt. Hiermee verandert de rol die elektriciteit speelt in de huidige industriële processen. Waar nu bijvoorbeeld aardgas gebruikt wordt om warmte te leveren, zal dit in toenemende mate gebeuren door elektriciteit direct - bijvoorbeeld met elektrische stoomboilers en fornuizen - of indirect - met bijvoorbeeld warmtepompen of groene waterstof - in te zetten. Figuur 5.2 plaatst het huidige industriële elektriciteitsgebruik in perspectief en laat zien dat op dit moment het aandeel elektriciteit minder dan 30% is in de industriële energievoorziening. Om de doelstellingen voor 2050 te halen zal het aardgasverbruik steeds meer vervangen worden door de directe of indirecte inzet van elektriciteit, wat tevens betekent dat de vraag naar duurzaam geproduceerde elektriciteit zal toenemen om de totale CO₂-emissie te verminderen.

5.3 Groene grondstoffen

Behalve als bron van energie worden biomassa, olie, aardgas, kolen en elektriciteit ook gebruikt om producten van te maken. Om werkelijk de gehele keten te verduurzamen zullen fossiele grondstoffen op termijn steeds meer vervangen worden door alternatieven. Hiermee zal deels de vraag naar biogas en biomassa toenemen, maar ook zeker de vraag naar groene waterstof en daarmee elektriciteit. Het overzicht van de totale verduurzamingsuitdaging voor de industrie, voor zowel direct, indirect, als grondstofgebruik, is weergegeven in figuur 5.2. De kracht van de sterk geïntegreerde chemieclusters in Noord-Nederland is dat de volledige keten van grondstof tot eindproduct aanwezig is.

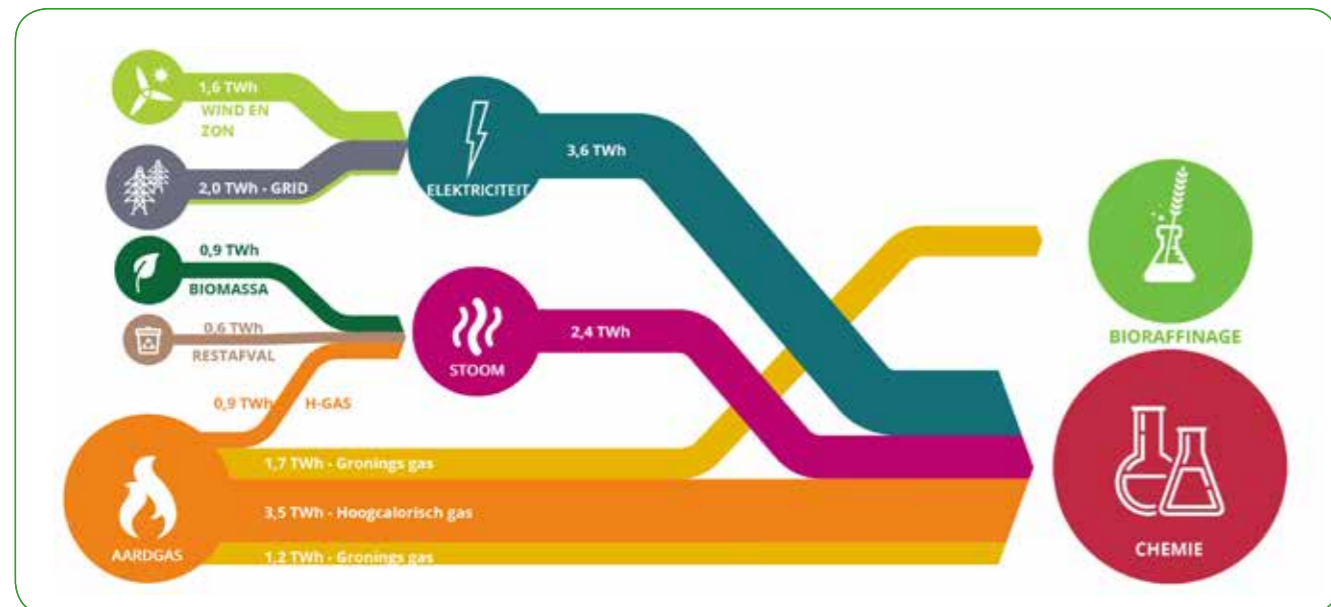
Hierdoor is er ook een uitgelezen kans voor alle partijen om gezamenlijk de hele keten te verduurzamen. Zo kunnen bijproducten en reststromen van het ene proces dienen als grondstof voor nieuwe processen en uiteindelijk als energiebron.

5.3.1 Bioaffinage - grondstoffen uit biomassa

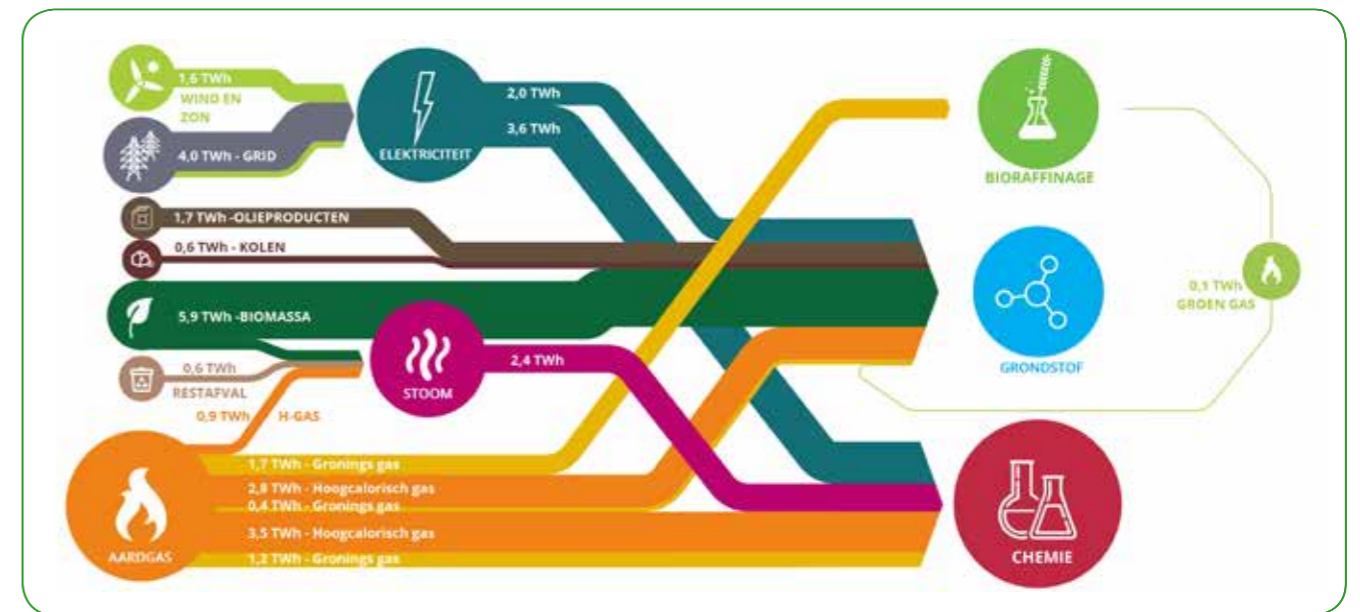
Biomassa wordt op dit moment hoofdzakelijk gebruikt als grondstof in bestaande bioaffinage processen voor de levensmiddelenindustrie. Daarnaast wordt biomassa verwerkt in de verschillende energiecentrales voor de levering van stoom en elektriciteit. Het verbranden van biomassa heeft relatief de laagste toegevoegde waarde in de keten en wordt beschouwd als de onderste trede in de cascade van biomassa. De aanwezigheid van deze energiecentrales maakt het echter mogelijk om grote hoeveelheden reststromen te kunnen verwerken, waardoor er een nieuwe waardeketen kan ontstaan die eerst hoogwaardige producten uit biomassa haalt voordat het uiteindelijk als brandstof ingezet wordt.

De eerste van deze nieuwe waardeketens begint met het Zambezi-project van Avantium in de Eemsdelta. Houtafval uit Nederlandse bossen is hierin de basis voor een volwaardige bioaffinaderij waarbij houtresten omgezet worden in bouwstenen voor de chemie. Een groot voordeel hierbij is dat suikers geproduceerd kunnen worden als grondstof die niet in concurrentie zijn met de voedselvoorziening. Sinds 2017 is het proces op pilotschaal te vinden op het Chemiepark Delfzijl, waar het gebruik maakt van plaatselijk geproduceerd zoutzuur, bio-stoom afneemt, en het enige restproduct lignine nuttig ingezet wordt voor de lokale energieopwekking. Voor 2023 is er een grootschalig fabriek in de planning zodra de businesscase sluitend is. Voor de vervanging van de petrochemische grondstoffen binnen de industrie is er een behoefte aan zogenoemde aromaten zoals benzeen, xyleen en toluen, die vervolgens opgewerkt kunnen worden voor gebruik in hoogwaardige plastics, harsen, schuimen en vezels. Een invulling voor deze aromaten wordt gegeven door BioBTX wat in september 2018 op pilotschaal in bedrijf is gegaan op de Zernike Advanced Processing (ZAP) locatie in Groningen. Hierbij kunnen vanuit verschillende soorten bio-

Figuur 5.1: Totale energieverbruik 2017 - Industrie Noord-Nederland



Figuur 5.2: Totaal energieverbruik inclusief grondstoffen - Industrie Noord-Nederland



massa aromaten geproduceerd worden die één-op-één de huidige petrochemische varianten kunnen vervangen. Het streven is om deze technologie op grote schaal te kunnen implementeren vanaf 2022.

Ook het gebruik van kolen als bron van koolstof kan op termijn vervangen worden door zogenoemde BioCokes. Door middel van torrefactie van hout kunnen dezelfde eigenschappen verkregen worden uit biomassa als de huidige kolen. Dit proces kan goed ontwikkeld worden door gebruik te maken van de ontwikkelde infrastructuur voor de biomassaroutes van Avantium en BioBTX.

Een unieke bron van nieuwe grondstoffen kan geleverd worden door Photanol wat onlangs neergestreken is in Delfzijl. Photanol maakt gebruik van cyanobacteriën waardoor vanuit CO₂ en zonlicht uiteindelijk bio-olie en biochemische componenten gewonnen kunnen worden. Hierbij wordt dus niet alleen een groene grondstof geproduceerd, CO₂ wordt ook nog eens gebruikt als voeding. Eén van de producten van Photanol is groene azijnzuur wat gelijk op het Chemiepark Delfzijl benut kan worden voor de productie van groene monochloorazijnzuur (MCA) van Nouryon.

5.3.2 Chloor

Chloor is de belangrijkste chemische bouwsteen voor het chemiecluster in Delfzijl en wordt geproduceerd door middel van membraan-elektrolyse. Hierbij wordt elektriciteit ingezet waarbij als producten chloor, natronloog en waterstof vrijkomen wat vervolgens als bouwstof of hulpstof gebruikt kan worden. Door chloor te combineren met groen geproduceerd azijnzuur of etheen kan het vrijgekomen chloor stabiel opgeslagen worden als monochloorazijnzuur (MCA) of dichloorethaan (DCE of EDC), wat vele toepassingen kent. Zowel MCA als EDC kan op

deze wijze door het gebruik van groene elektriciteit en grondstoffen de CO₂-emissie van de chemie in de gehele keten verminderen.

Daarnaast leent het proces zich uitstekend voor flexibiliteit op de elektriciteitsmarkt, waarbij productie op- of afgeschakeld kan worden om overschotten van elektriciteitsproductie op te vangen en dit op te slaan in waterstof en chloorproducten.

5.3.3 Koolwaterstoffen - Waterstof en CO₂

Een grote uitdaging in de verduurzaming van het grondstofgebruik is te vinden bij de vervanging van koolwaterstoffen; organische verbindingen die puur bestaan uit waterstof (H) en koolstof (C). Deze koolwaterstoffen halen we nu uit aardgas en aardolie waarbij de rol van aardgas wellicht het eenvoudigst is om te vervangen. Aardgas wordt veelvuldig gebruikt om syngas te produceren, een mengsel van H₂, CO en CO₂, om vervolgens producten zoals ammoniak (NH₃), waterstofperoxide (H₂O₂) en methanol (CH₃OH) te produceren. In alle gevallen is het mogelijk om duurzaam geproduceerde waterstof rechtstreeks in te zetten bij de productie, waarbij de enige obstakels op dit moment de prijs en beschikbaarheid zijn van groene waterstof. Van de genoemde producten heeft alleen methanol een bron van koolstof nodig. Deze koolstof kan ook afkomstig zijn van CO₂ wat afgevangen is bij een verbrandingsproces van bijvoorbeeld een energiecentrale. Door deze CO₂ te combineren met groene waterstof wordt er een product gemaakt die CO₂ heeft vastgelegd. Bij BioMCN wordt op dit moment al een klein deel CO₂ bijgemengd afkomstig van biomassa. Om dit op grote schaal uit te kunnen rollen is het echter nodig om veranderingen aan te brengen in het productieproces en de gebruikte apparatuur. Op termijn is voor deze productie route 1.300 kton CO₂ nodig per jaar, waardoor de industrie in Noord-Nederland een netto gebruiker van CO₂ wordt. Specifiek voor de methanol productie levert dit niet alleen een CO₂-emissiereductie op

1 Afhankelijk van de efficiëntie van waterstofproductie, ligt dit getal in het bereik van 1.000 tot 1.500 MW voor de bestaande fabrieken.

door gebruik van 1.300 kton per jaar CO₂ als grondstof. Het voorkomen van het kraken van aardgas gaat ook gepaard met een energiebesparing die zo'n 700 kton per jaar CO₂-emissie voorkomt.

Om dit in 2050 voor elkaar te krijgen moet de nodige kennis en infrastructuur nu ontwikkeld worden. Om de huidige hoeveelheid waterstof uit aardgas te vervangen zal er tot 2050 minstens 1.030¹ MW aan elektrolysecapaciteit gebouwd moeten worden. De huidige techniek opereert op een schaal van 0,5 – 1 MW. Vanuit de industrie- en technologieconcerns als Siemens wordt gewerkt aan de kennis om de techniek op een stabiele wijze op te schalen en de kostprijs per megawatt opgesteld vermogen te halveren. Nouryon is samen met Gasunie New Energy voornemens om vanaf 2019 ervaring op te doen met een pilot electrolyzer van 20 MW, waar bij voorkeur verschillende technieken uitgetoetst kunnen worden. Met de opgedane kennis zou doorontwikkeld kunnen worden naar een 100MW installatie in 2022, waardoor de weg vrijgemaakt wordt om vanaf 2025 op te schalen richting de benodigde 1 GW capaciteit.

In de Eemshaven ontwikkelen het Noorse Equinor, Gasunie en Nuon het H2M project. Als onderdeel daarvan heeft Nuon de intentie om haar Magnum-centrale in de Eemshaven om te bouwen naar een waterstofgestookte eenheid als een van de eerste "launching customers". Met dit project wordt grootschalige productiecapaciteit voor waterstof gerealiseerd en een waterstofinfrastructuur bestaande uit een pijpleiding die de Eemshaven verbindt met het Chemiepark Delfzijl en een waterstofopslag in Zuidwending. De eerste jaren moet de waterstof uit Noorwegen komen, waar aardgas wordt omgezet in waterstof en CO₂. De CO₂ wordt in Noorwegen ondergronds opgeslagen. Op deze

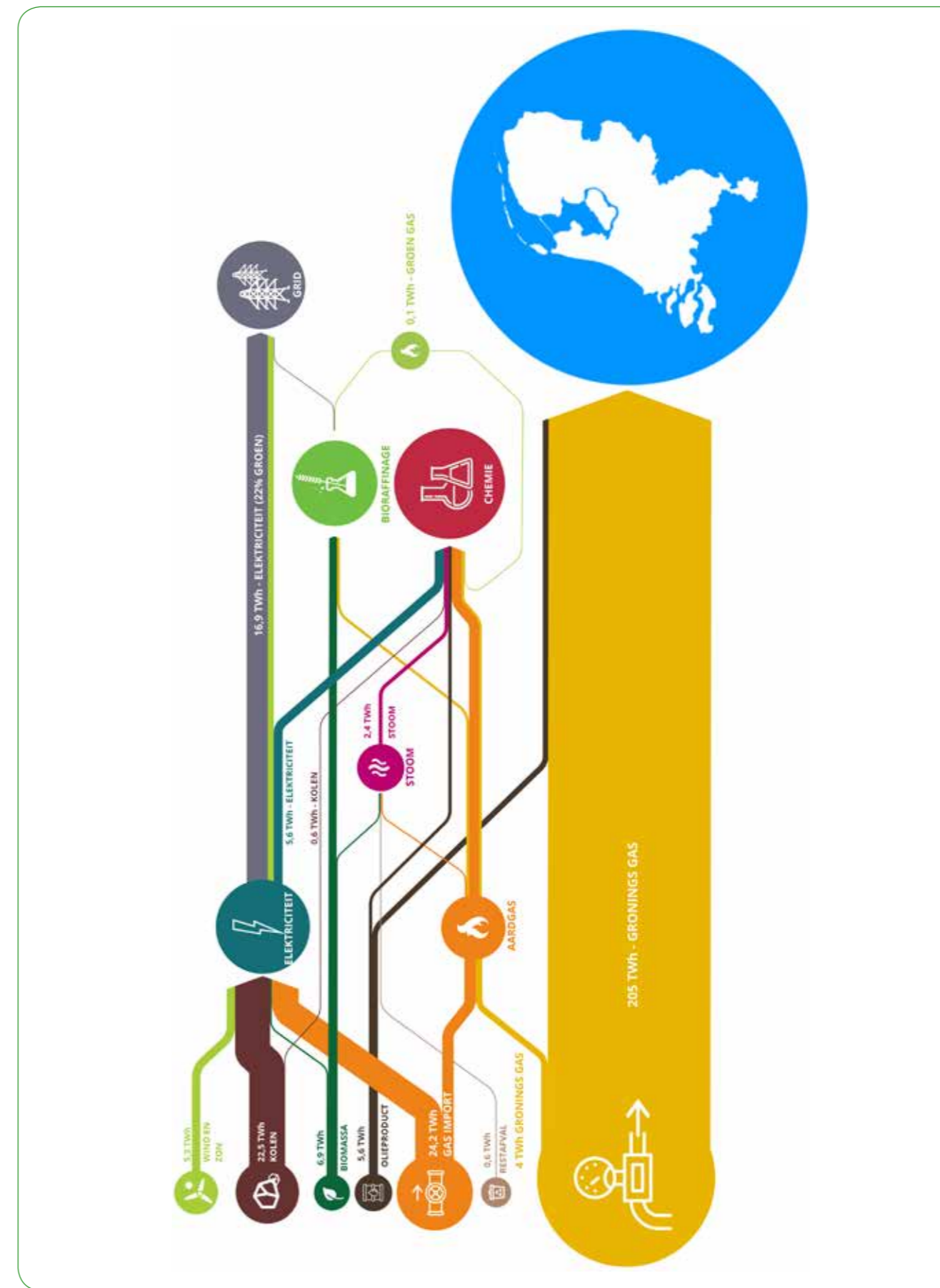
manier wordt de weg voorbereid voor de inzet van duurzaam geproduceerde waterstof.

De infrastructuur voor deze projecten wordt in de komende jaren uitgerold. Hiermee wordt gestart in 2019 door o.a. Groningen Seaports en Nouryon met de uitrol van een H₂ backbone op het Chemiepark Delfzijl. Deze backbone kan uitgebreid worden door Gasunie vanaf 2025 waarbij de verschillende chemieclusters in Nederland met elkaar verbonden worden en waarbij meerdere partijen duurzame waterstof kunnen leveren. Daarnaast wordt gewerkt aan de benodigde elektrische infrastructuur om deze groene waterstof op te wekken. Groningen Seaports werkt met project Electra aan een industrieel gelijkstroomnetwerk (DC) waarbij efficiënte wind-energie van de Noordzee en zonne-energie uit zonneparken naar o.a. datacenters en electrolyzers getransporteerd kunnen worden. Hiermee worden omzettingsverliezen vermeden en wordt meteen de congestie op het huidige elektriciteitsnetwerk verlicht. Het volledige pad naar groene grondstoffen waar nu zicht op is, is te zien in figuur 5.3.

5.4 Waar halen we de energie vandaan?

Vanuit een energieperspectief is er al een belangrijke koppeling tussen energieproducenten en de eindgebruikers. Om de kosten van de energietransitie voor alle partijen dragelijk te maken is het daarom ook van belang om een goed beeld te hebben van welke energiebronnen belangrijk gaan worden, welke infrastructuur er nodig is en wat voor systemen nog ontwikkeld moeten worden. Op die manier kan namelijk op tijd begonnen worden met de juiste oplossingen zodat de juiste energie beschikbaar is zodra daar ook vraag naar is. ■

Figuur 5.4: Totaal energieverbruik inclusief grondstoffen en energielevering - Industrie Noord-Nederland



Figuur 5.3: Schematische doorkijk naar een volledig duurzame industrie - Industrie Noord-Nederland



¹ Afhankelijk van de efficiëntie van waterstofproductie, ligt dit getal in het bereik van 1.000 tot 1.500MW voor de bestaande fabrieken.

BIJLAGE A

ONDERBOUWING VAN DE GEGEVENS

A.1 Industrie in Noord-Nederland

Om de getallen en oplossingsrichtingen in de juiste context te plaatsen is het van belang om toe te lichten hoe de CO₂-emissie voor de industrie in Noord-Nederland is vastgesteld. Dit begint met een verduidelijking van welke bedrijven meegenomen worden in de berekening. Er is data verzameld van de zogenoemde Scope 1 emissie van de bedrijven op het Chemiepark Delfzijl, de Eemshaven, Chemiepark Emmen en de bedrijven in de tussenliggende gebieden. Voor beide chemieparken geldt dat er een externe partij is die stoom levert aan de verschillende productielocaties. De bedrijven in het tussengebied produceren indien noodzakelijk hun eigen stoom vanuit aardgas. Doordat de stoomproductie bij een externe partij rechtstreeks veroorzaakt wordt door de vraag vanuit de industrie, beschouwt de industrie de bijbehorende CO₂-emissie ook als hun verantwoordelijkheid.

Immers, als een bedrijf op stoom bespaart zal de CO₂-emissie bij de stoomproducent afnemen en kan als gebied de uitstoot verminderd worden. Naast de stoomproducenten zijn er meerdere elektriciteitsproducenten aanwezig in de regio Noord-Nederland die gezamenlijk in 30% van de elektriciteitsproductie van heel Nederland voorzien. Deze partijen zijn aangesloten bij zowel de zogenoemde elektriciteitstafel, alsook de Industrietafel Noord-Nederland.

Deze producenten zijn bezig met hun eigen invulling van de doelstellingen, maar spelen ook een belangrijke rol in de

plannen van de industrie tot 2050.

Zo kunnen elektriciteitsproducenten de afvalstromen van nieuwe bio-productieroutes verwerken om hier duurzame elektriciteit van te produceren. Vervolgens kan CO₂ geleverd worden als bouwstof voor nieuwe en bestaande productieprocessen.

Daarnaast zal door de elektrificatie van processen in de industrie en de vraag naar groene waterstof de elektriciteitsvraag significant toenemen. De aanwezigheid van geschikte infrastructuur en voldoende duurzaam elektrisch vermogen is daarmee een essentieel aspect van de verduurzaming van de industrie in 2050. Om deze reden zal ook ingegaan worden op de plannen van de elektriciteitsproducenten, maar voor het overzicht wordt de CO₂-emissie van de producenten apart van de industrie beschouwd.

A.2 Informatieverzameling

Voor het vaststellen van de CO₂-emissie en productiegetallen in 1990 is informatie aangeleverd door de individuele bedrijven. Hierbij is rekening gehouden met welke bedrijven daadwerkelijk bestonden in 1990, de productielocaties die in de jaren zijn gesloten, en welke er zijn bijgekomen.

Voor bedrijven die na 1990 zijn opgestart is de CO₂-emissie en het bijbehorende productiegetal teruggerekend naar 1990 getallen op basis van de relatieve uitstoot. Het resultaat van deze exercitie is te zien in tabel A.1. ■

Tabel A.1: CO₂-uitstoot industrie Noord-Nederland absoluut en relatief (scope 1)

Geconsolideerde balans Industrietafel Noord-Nederland

Jaar	CO ₂ (ton/jaar)	Productie (ton/jaar)	CO ₂ /ton product (ton/ton)
1990	2.546	4.677	0,54
2017	1.638	5.497	0,30
Verandering	-35,7%	17,5%	-45,2%



BIJLAGE B

DEELNEMERS

Deelnemer

Aldel
Avantium
Avebe
BioMCN
Cabot
Chemcom
Chemport
DOW
EEW
Emmtec
Eneco
Engie
ESD-SIC
ESKA
Friesland Campina
Gasunie
Groningen Seaports
Ministerie EZK
NAM
Natuur en Milieufederatie Groningen
Nedmag
NEG
Nouryon
Nuon
PPG
Provincie Drenthe
Provincie Groningen
RWE
SBE
Suikerunie
Teijin Aramid
Theo Pouw

Regio contactpersonen industrie

Emsdelta
Emmen
Middengebied

Vertegenwoordiger

Chris McNamee
Ed de Jong en Tom van Aken
Erik Koops
Søren Jacobsen en Paul Compagne
Marco Grimberg en Joost Haasdijk
Roeland Kiewiet
Reinder Jacobi
Harry van de Worp en Danny van Meel
Horst Bieber
Hendrik van der Ploeg en Tjisse Noordhuis
Joost de Boer
Harry Talen
Joost Demmink en Richard Middel
Rienk Jan van der Kooi en Bert Bodewes
Erik Kuiper
Ulco Vermeulen en Hans Duym
Cas König, Monique van den Dungen en Hendré Sijbring
Jeroen Bakker en Jaap Verhulst
Ante Frens
Jan Willem Lobeek
Bert Jan Bruning
Gerard Burger
Johan Visser
Douwe Boomsma
Jos Hudepohl
Henk Brink
Patrick Brouns en Gerwin Wiersma
Marinus Tabak
Frans Alting
Teun van der Weg
Edward Groen en Herman Hegge
Mario Brons

Frans Alting - SBE
Hendrik van der Ploeg - Emmtec
Bert Jan Bruning - Nedmag

Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door print-outs, kopieën, of op welke manier dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

BIJLAGE C

SCOPES VOOR EMISSIEBEPALING

C.1 Algemeen gehanteerde definitie

Om de voetafdruk van de eigen CO₂-emissies te bepalen wordt doorgaans eerst de omvang, of scope van de invloedssfeer/verantwoordelijkheid bepaald. Om de uitstoot van broeikasgassen te berekenen onderscheidt het Greenhouse Gas Protocol¹ drie scopes op basis van de mate van invloed die een organisatie heeft op deze uitstoot. Deze scopes zijn schematisch weergegeven in figuur C.1.

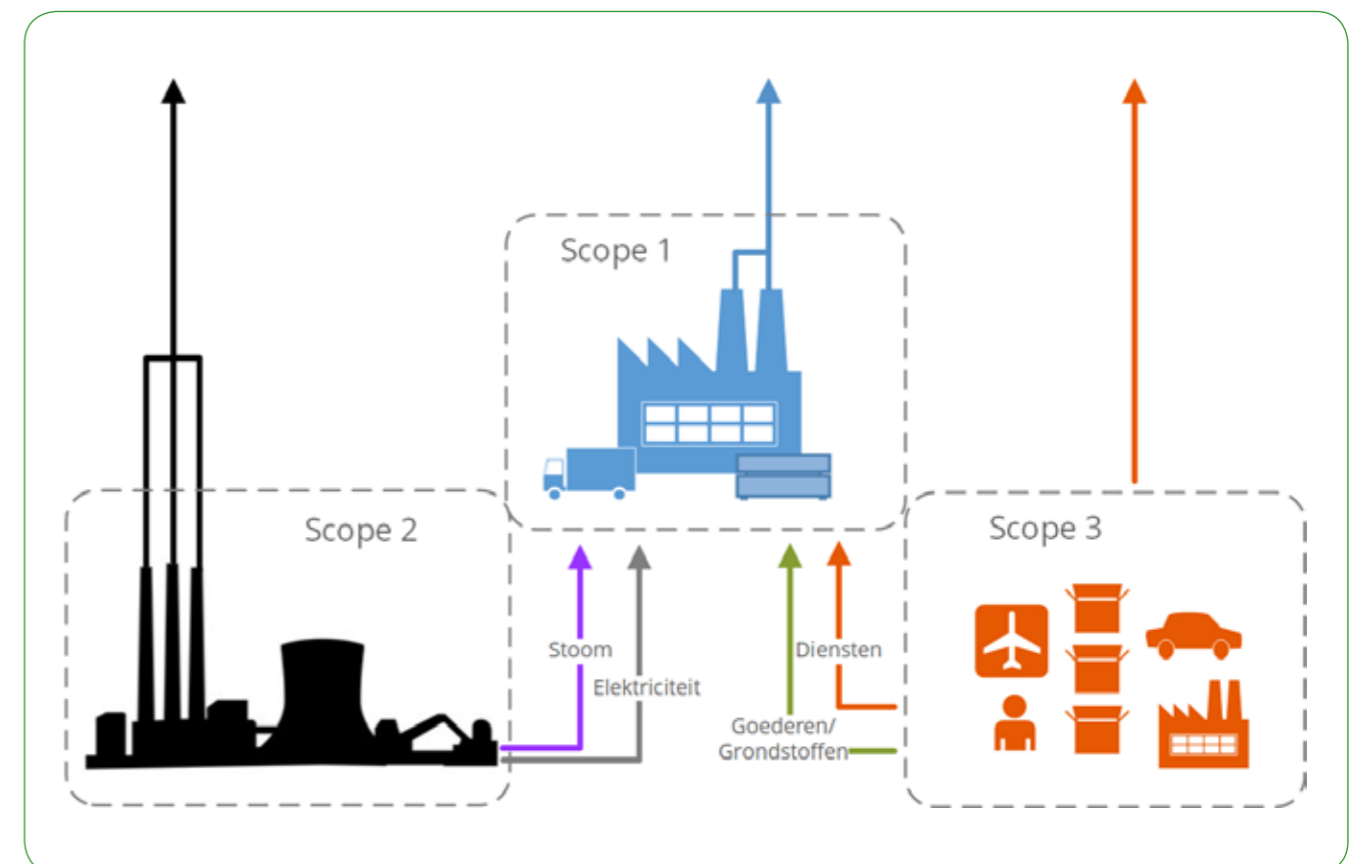
Scope 1 - de directe CO₂-uitstoot wat binnen de grenzen van de organisatie plaatsvindt. Deze uitstoot wordt veroorzaakt door vervoersbewegingen van eigen (vracht)auto's, maar ook door het gebruik van brandstoffen in generatoren, brande-installaties en WKKs. Ook het gebruik van koudemiddelen in koelapparatuur valt onder deze scope.

Scope 2 - de indirecte CO₂-uitstoot veroorzaakt door het gebruik van ingekochte elektriciteit en stoom/warmte. De opwekking van deze energie vindt plaats buiten de organisatie, maar wordt wel binnen de organisatie verbruikt.

Scope 3 - de indirecte CO₂-uitstoot veroorzaakt door bedrijfsactiviteiten die uitgevoerd worden door een andere organisatie. Hier is sprake van wanneer bijvoorbeeld grondstoffen en goederen worden ingekocht en wanneer diensten zoals goederen-transport worden uitbesteed.

De organisatie heeft deze bronnen niet in eigen bezit en kan hier geen directe invloed op uitoefenen.

Figuur C.1: Illustratie van de scopes voor de CO₂-bepaling



¹ Voor meer informatie over het Greenhouse Gas Protocol kan gekeken worden op <https://ghgprotocol.org>



**Industrietafel
Noord-Nederland**

