



Emissie-intensiteit broeikasgassen Nederlandse industrie

Aanvullend statistisch onderzoek
Bekostigd door het ministerie van Economische Zaken en Klimaat

December 2018
Projectnummer 180836

Inhoudsopgave

1. Inleiding en samenvatting	2
1.1 Aanleiding	2
1.2 Samenvatting	2
2. Uitstoot broeikasgassen Nederlandse industrie	5
2.1 Kerncijfers Nederlandse Industrie	5
2.2 Ontwikkeling broeikasgasuitstoot Nederlandse industrie	6
3. Emissie-intensiteit Nederlandse industrie	8
3.1 Hoge emissie-intensiteit in de chemie, aardolie- en basismetalaalindustrie	8
3.2 Uitstoot geconcentreerd bij een klein aantal bedrijven	10
3.3 Emissie-intensiteit Nederlandse industrie hoog in vergelijking met Europa	11
3.4 Samenvatting van bovenstaande bevindingen	13
4. Mogelijke verklaringen voor de hoge emissie-intensiteit in de Nederlandse industrie	14
4.1 De sectorstructuur	14
4.2 De toegevoegde waarde	19
4.3 De productmix en uitstoot per kilo product	20
4.4 Samenvatting van bovenstaande bevindingen	26
Bronnen	27
Referenties	30
Medewerkers	31

1. Inleiding en samenvatting

1.1 Aanleiding

Het kabinet zet in op een reductie van de broeikasgasemissies in Nederland met 49 procent in 2030 ten opzichte van 1990. De Nederlandse industrie heeft een groot aandeel in de huidige emissies en is daarmee een belangrijke factor om de doelstellingen te halen. Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) streeft met het programma Verduurzaming Industrie een Nederlandse industrie na die op termijn klimaatneutraal en tegelijk concurrerend is. Het ministerie van EZK werkt in samenspraak met de industrie aan een Klimaatakkoord waarin afspraken worden gemaakt over de stappen die de overheid en industrie moeten nemen om de emissiereductiedoelstellingen in 2030 te realiseren.

Gegevens over de emissies van de Nederlandse industrie worden vaak gerelateerd aan de waarde die de industrie toevoegt aan de Nederlandse economie. Het gaat dan om de zogeheten broeikasgas emissie-intensiteit, waarin klimaatbelang en economisch belang worden samengenomen. Recente cijfers laten zien dat deze emissie-intensiteit van de Nederlandse industrie de laatste jaren niet meer sterk afneemt. De industriële economische groei gaat niet meer samen met een afname van de broeikasgasuitstoot. Bovendien kent Nederland een relatief hoge emissie-intensiteit ten opzichte van andere Europese landen¹.

Het ministerie van EZK heeft het Centraal Bureau van de Statistiek (CBS) verzocht om de cijfers over de emissie-intensiteit van de Nederlandse industrie nog eens op een rij te zetten. Daarnaast is er behoefte aan aanvullende informatie die licht kan werpen op de afvlakkende trend en schijnbaar achterblijvende Europese positie van de Nederlandse industrie als het gaat om emissie-intensiteit. Dit rapport is de weerslag van de gevraagde analyse.

1.2 Samenvatting

In hoofdstuk 2 wordt kort een beeld geschetst van de uitstoot van broeikasgassen door de Nederlandse industrie. Deze sector is verantwoordelijk voor bijna een kwart van de totale uitstoot door de Nederlandse economie. Binnen de industrie nemen de bedrijfstakken aardolie-industrie, chemie en basismetalaalindustrie ruim driekwart van de broeikasgasemissies voor hun rekening. Sinds 1990 is de uitstoot van de Nederlandse industrie met ongeveer 30 procent afgenomen. De CO₂-uitstoot in de industrie is in deze periode met ruim 15 procent afgenomen. Daarnaast heeft de sterke emissiereductie van het broeikasgas lachgas in de chemische industrie daar een belangrijke bijdrage aan geleverd. De laatste jaren neemt de CO₂-uitstoot van de Nederlandse industrie echter weer toe.

De uitstoot is geconcentreerd bij slechts een klein aantal bedrijven. Twaalf concerns nemen ongeveer 90 procent van de CO₂-uitstoot in de aardolie-industrie, chemie en basismetalaal-industrie voor hun rekening en ongeveer 70 procent van de totale industrie.

De genoemde emissiestijging van de afgelopen jaren hangt deels samen met de toegenomen economische activiteit. Voor de relatie tussen klimaat en economie wordt in hoofdstuk 3 gekeken naar de emissie-intensiteit. Dit is de broeikasgasuitstoot per euro toegevoegde

¹ Zie bijvoorbeeld DNB (2018) en ECN (2017).

waarde van een economische sector (in constante prijzen, ofwel: gecorrigeerd voor inflatie). De emissie-intensiteit van de Nederlandse industrie blijkt sinds 2010 slechts licht gedaald. De aardolie-industrie, chemie en basismetaalindustrie hebben niet alleen de hoogste absolute uitstoot van broeikasgassen, maar ook de hoogste emissie-intensiteit van de sector industrie. Binnen West-Europa zijn er slechts enkele landen die een industrie hebben met een hogere emissie-intensiteit dan Nederland. De emissie-intensiteit van de Nederlandse industrie ligt ongeveer 50 procent hoger dan het gemiddelde in Europa. De verbetering van de Nederlandse industrie blijft bovendien sinds 2010 achter bij het Europese gemiddelde.

Het is beleidsmatig relevant om meer over de achterliggende redenen van de relatief hoge emissie-intensiteit van de Nederlandse industrie te weten. Het zou inzichtelijk zijn om te weten of de Nederlandse industrie minder emissie-efficiënt is dan elders in Europa. Het gaat dan om de emissie-efficiëntie in termen van de specifieke productieprocessen van specifieke goederen. Dergelijke cijfers zijn niet bekend. De verscheidenheid aan industriële productieprocessen binnen de industrie, maar ook tussen landen, is zeer groot. Het is vooralsnog dus niet mogelijk om een eenduidig statistische antwoord te geven op de vraag of de Nederlandse industrie al dan niet emissie-efficiënt is wat betreft specifieke productieprocessen. Hoofdstuk 4 verkent wel drie andere mogelijkheden.

De eerste mogelijkheid omvat de vraag of de emissie-intensiteit van de Nederlandse industrie wellicht hoog is ten opzichte van het Europese gemiddelde door een oververtegenwoordiging van een vervuilende industrie in Nederland. In andere woorden, ligt het verschil aan de sectorstructuur? Hierin zit een deel van het antwoord: Nederland kent een grotere aardolie-industrie en chemie dan gemiddeld in Europa. De sectorstructuur van de Nederlandse industrie verklaart ongeveer de helft van de hogere emissie-intensiteit ten opzichte van het Europese gemiddelde. Als er dieper wordt gekeken binnen de bedrijfstakken, dan blijkt dat de structuur van de onderliggende economische activiteiten binnen de chemie een zeer beperkte extra verklaring geeft.

De tweede mogelijkheid is dat een deel van de verklaring zit in de relatief lagere toegevoegde waarde van de Nederlandse industrie. Als de Nederlandse industrie minder toegevoegde waarde vanuit de productie genereert dan andere Europese landen, dan heeft dat een opwaarts effect op de emissie-intensiteit die immers de broeikasemissies afzet tegen de verdiende euro's. Voor de aardolie-industrie lijkt dit een belangrijke verklaring. Hier lijkt de toegevoegde waarde ten opzichte van de productiewaarde laag in vergelijking met andere Europese landen. Voor de chemie en de basismetaalindustrie lijkt dat niet of minder het geval.

De derde mogelijkheid kijkt naar de mix van producten in de drie bepalende bedrijfstakken. Hierbij wordt tevens nagegaan hoe de Nederlandse broeikasgasemissies zich ten opzichte van Europa verhouden als de totale output van een bedrijfstak niet in euro's, maar in kilo's wordt geteld. De mix van raffinageproducten uit de aardolie-industrie wijkt in Nederland niet sterk af van het Europese gemiddelde en de ons omringende landen. Verder blijkt dat de Nederlandse broeikasgasuitstoot per kilo raffinageproduct onder het Europese gemiddelde ligt en lager is dan in de ons omringende landen.

Voor de chemie en de basismetaalindustrie zijn er geen standaardstatistieken voorhanden om de output in kilo's product internationaal te kunnen vergelijken. Indicatief samengestelde gegevens laten zien dat de broeikasgasuitstoot per eenheid product in deze twee

bedrijfstakken boven het Europese gemiddelde ligt. Op basis van de verkoopwaarde van de verschillende productgroepen kan verder worden geconcludeerd dat de Nederlandse chemie meer dan gemiddeld petrochemische producten fabriceert. Dat kan een beperkte verklaring geven voor de relatief hoge emissie-intensiteit van de chemie, maar over het geheel genomen wijkt de productmix van de Nederlandse chemie niet sterk af van het gemiddelde in Europa. Ook de productmix van basismetalaalindustrie vertoont weliswaar enige verschillen ten opzichte van het gemiddelde in Europa, maar wijkt daar niet sterk van af.

Als de drie mogelijke verklaringen voor de relatief hoge emissie-intensiteit van de Nederlandse industrie worden samengenomen, dan resulteert het volgende beeld:

- De sectorstructuur van de Nederlandse industrie verklaart een deel van de hoge emissie-intensiteit ten opzichte van Europa. Ook gecorrigeerd voor de sectorstructuur blijft de emissie-intensiteit echter duidelijk boven het Europese gemiddelde.
- Binnen de *aardolie-industrie* lijken er per kilo raffinageproduct in Nederland minder broeikasgassen vrij te komen dan in andere Europese landen. Dit zou kunnen duiden op relatief emissie-efficiënte productieprocessen. Er wordt in de Nederlandse aardolie-industrie echter ook duidelijk minder toegevoegde waarde gecreëerd op de productie. Deze combinatie leidt uiteindelijk tot relatief veel emissies per verdiende euro, en dus een hoge emissie-intensiteit.
- Voor de *chemie* verklaart de structuur van de onderliggende economische activiteiten en de productmix een deel van de hoge emissie-intensiteit vanwege de relatief sterke aanwezigheid van de petrochemie in Nederland. Dit is echter lang niet voldoende om het hele verschil te verklaren.
- Gemeten over de totale kilo's product, stoten zowel de chemie als de basismetalaalindustrie meer broeikasgassen uit dan het Europese gemiddelde. Dit hoeft niet per definitie te betekenen dat deze bedrijfstakken inherent emissie-inefficiënt zijn; de heterogeniteit van de producten en productieprocessen is zeer groot. Wanneer de emissie-intensiteit wordt berekend op basis van totale output in kilo's in plaats van toegevoegde waarde, geeft dit echter geen ander beeld.
- De bevindingen van dit rapport geven meer inzicht in de emissie-intensiteit van de Nederlandse industrie. Voor echt inzicht in de emissie-efficiëntie van de onderliggende *fysieke en specifieke productieprocessen* is het noodzakelijk om meer gedetailleerde cijfers te kennen, cijfers die er nu niet zijn.

2. Uitstoot broeikasgassen Nederlandse industrie

2.1 Kerncijfers Nederlandse Industrie

Dit rapport gaat over de broeikasgasemissies van de Nederlandse industrie in relatie tot hun economische activiteiten. Tabel 2.1 geeft enkele belangrijke kenmerken van de Nederlandse industrie weer.

Tabel 2.1 Kerncijfers Nederlandse industrie, 2017²

	Werkzame personen	Toegevoegde waarde	Productie waarde	Broeikasgasuitstoot	
	<i>aantal x 1000</i>	<i>miljoen euro</i>		<i>w.o. CO₂- uitstoot</i>	
				<i>miljard kilo CO₂-eq.</i>	
Nederlandse economie	9 098	660 393	1 428 561	228,1	198,6
w.o. Industrie	769	80 326	327 257	47,7	44,5
w.o. Aardolie-industrie	6	1 667	25 098	10,1	10,1
Chemie	44	10 977	46 100	19,7	17,5
Basismetaalindustrie	20	2 465	8 543	7,3	7,3

Bron: CBS, arbeidsrekeningen, milieurekeningen en nationale rekeningen

De industrie is in 2017 verantwoordelijk voor 21 procent van de Nederlandse broeikasgasemissies³. Binnen de industrie levert de chemie veruit de grootste bijdrage (41 procent) aan de broeikasgasuitstoot, gevolgd door de aardolie-industrie (21 procent) en basismetaalindustrie (15 procent). De drie bedrijfstakken samen zijn verantwoordelijk voor 78 procent van de uitstoot door de industrie. Door dit grote aandeel zal in dit rapport de focus gelegd worden op de uitstoot door de aardolie-industrie, de chemie en de basismetaalindustrie.

Belangrijke begrippen

In dit rapport spelen een aantal begrippen een belangrijke rol. Voor een goede interpretatie van de bevindingen, worden deze begrippen hieronder toegelicht.

Broeikasgasemissies. Dit is de optelsom van de uitstoot van kooldioxide (CO₂), lachgas (N₂O), methaan (CH₄) en fluorhoudende gassen. Alles wordt gemeten in kilo CO₂-equivalenten. Als er in het rapport alleen over CO₂-uitstoot wordt gesproken, dan wordt dat aangegeven. Het rapport beschrijft de uitstootcijfers van de broeikasgassen conform de definities van de milieurekeningen. Deze omvatten

² Cijfers over het jaar 2017 zijn voorlopige cijfers.

³ Opmerking: Tijdens het afronden van dit rapport werd bekend dat er een flinke opwaartse bijstelling heeft plaatsgevonden voor de CO₂-emissies door de chemische industrie. Dit is een gevolg van correcties op de CBS-energiestatistieken, die in december 2018 door het CBS naar buiten gebracht zijn (zie [link bericht](#)). Er zijn ook andere plussen en minnen die door de Emissieregistratie/RIVM verwerkt worden in de IPCC-emissiecijfers. De herziene broeikasgasuitstoot cijfers, zullen op 15 januari 2019 door Emissieregistratie/RIVM worden vrijgegeven. Op grond van deze nieuwe IPCC-emissiecijfers zullen de milieurekeningcijfers zo snel mogelijk aangepast worden. Hoewel de uiteindelijke bijstelling, de som van allerlei plussen en minnen, zeker invloed zal hebben op de in dit rapport gepresenteerde milieurekeningcijfers, zal het slechts een beperkte invloed hebben op de strekking van deze studie. De verwachting is dat de conclusies van dit rapport onveranderd blijven.

de broeikasgasuitstoot als gevolg van Nederlandse economische activiteiten. Dit is anders dan cijfers op basis van de 'IPCC guidelines', die de uitstoot op Nederlands grondgebied omvatten. Voor Nederland als geheel zijn er significante verschillen tussen de emissiecijfers vanuit milieurekeningen dan wel IPCC, maar voor de industrie zijn de verschillen klein.

Emissie-efficiency. Deze term wordt in dit rapport gebruikt om aan te duiden in hoeverre de broeikasgasuitstoot van specifieke productieprocessen zich verhoudt ten opzichte van de fysieke productie. Cijfers hierover zijn niet goed bekend en staan niet in dit rapport. In dit rapport wordt in hoofdstuk 4 wel geprobeerd de relatief hoge emissie-intensiteit van de Nederlandse industrie vanuit een aantal (andere) invalshoeken te verklaren.

Emissie-intensiteit. De broeikasgasemissies van een bedrijfstak gedeeld door de toegevoegde waarde van die bedrijfstak. Dit is het kernbegrip in dit rapport, zie hoofdstuk 3.

Europese Unie. Als er in dit rapport over een Europees gemiddelde wordt gesproken, dan gaat het om het gemiddelde van de EU-28. Dit is nog inclusief het Verenigd Koninkrijk.

Industrie. De industrie omvat de economische activiteiten van bedrijfstak 'C' volgens de Standaard Bedrijfsindeling (SBI). Zie de [website van het CBS](#) voor meer uitleg over deze indeling. De aardolie-industrie is bedrijfstak SBI 19, de chemie SBI 20 en de basismetaalindustrie SBI 24. Het afvalbeheer (SBI 38), dat naast de industrie ook onderdeel uitmaakt van het EZK programma 'Verduurzaming industrie', wordt hier buiten beschouwing gelaten⁴.

Productiewaarde. De waarde van alle voor de verkoop bestemde goederen en de ontvangsten voor bewezen diensten.

Toegevoegde waarde. Het verschil tussen de productiewaarde en het intermediair verbruik (de waarde van de goederen en diensten die zijn gebruikt in het productieproces).

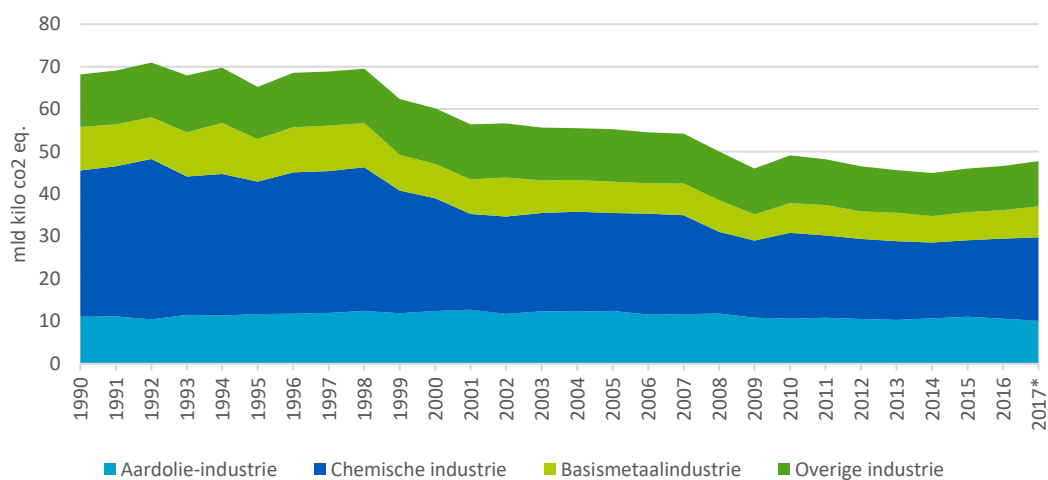
2.2 Ontwikkeling broeikasgasuitstoot Nederlandse industrie

Bij de uitwerking van het Europees klimaat- en energiebeleid voor 2030 hebben de EU-lidstaten en het Europees Parlement overeenstemming bereikt over doelen voor hernieuwbare energie en energie-efficiëntie (energiebesparing). Dit impliceert een broeikasgasemissiereductie in de Europese Unie van iets meer dan 45 procent.

In het regeerakkoord Rutte-III is aangegeven dat een emissiereductiedoel van 49 procent in 2030 (ten opzichte van 1990) uitgangspunt wordt van een nieuw klimaat- en energieakkoord in Nederland, en dat maatregelen worden genomen die voorbereiden op het realiseren van dit doel. Deze doelstelling past bij de ambitie uit het klimaatakkoord van Parijs om de temperatuurstijging te beperken tot onder de 2 graden.

⁴ De omvang van de broeikasgasemissies door afvalbeheer (SBI 38) was in 2017 ongeveer 4 procent van de totale broeikasgasuitstoot door de Nederlandse economie. De emissies binnen het afvalbeheer komen voornamelijk uit afvalverbrandingsinstallaties.

Figuur 2.2 Uitstoot broeikasgassen (CO₂-equivalenten) door de Nederlandse industrie



Bron: CBS, milieurekeningen

De broeikasgasuitstoot door de industrie is afgenomen van 68,1 megaton in 1990 tot 47,7 megaton in 2017, een daling van 30 procent (zie figuur 2.2). De emissiereductie vanaf 1990 is voor een belangrijk deel gerealiseerd door de sterke vermindering van het broeikasgas lachgas. De uitstoot hiervan nam met 77 procent af ten opzichte van 1990, vooral door reductiemaatregelen binnen de chemische industrie (in het bijzonder bij salpeterzuur-fabrieken). De CO₂-uitstoot vormt echter het overgrote deel van de industriële broeikasgasemissies, ruim 93 procent in 2017. De CO₂-emissies van de industrie daalden sinds 1990 met 15 procent. Vanaf 2014 is een licht stijgende trend zichtbaar. De emissiereductie in de industrie lijkt dus gestagneerd te zijn. Het vervolg van het rapport focust op de periode vanaf 2010⁵. Dat is na het jaar met de forse economische krimp als gevolg van de financiële crisis, en ook na het jaar waarin de uitstootdaling voor het eerst stagneerde.

⁵ In dit rapport worden voor de analyses steeds cijfers gebruikt vanaf 2010 tot het meest recente jaar waarvoor toepasselijke data voorhanden zijn. Of als het een analyse betreft voor één jaar, dan alleen het meest recente jaar. Dat jaar kan verschillend zijn per onderwerp.

3. Emissie-intensiteit Nederlandse industrie

De Nederlandse welvaart is er gebaat bij als de emissies uit de industrie verder worden verlaagd zonder dat het ten koste gaat van de economische groei. Welvaart is een kwalitatieve maatstaf voor de mate waarin de behoeften van mensen met de beschikbare middelen kunnen worden bevredigd. Welvaart is echter niet exact meetbaar en kan op verschillende manieren worden uitgedrukt. Vaak wordt het bruto binnenlands product (bbp) als maatstaf genomen, een puur economisch begrip⁶. De economische bijdrage van een sector, zoals de industrie, wordt dan uitgedrukt in het aandeel toegevoegde waarde van die sector ten opzichte van het Nederlands bbp.

Als de industrie economisch blijft groeien, terwijl de broeikasgasemissies minder sterk groeien of juist afnemen, is er sprake van ont koppeling. Dit kan worden afgelezen aan de *emissie-intensiteit*: de hoeveelheid emissies per euro toegevoegde waarde (gemeten in constante prijzen). De emissie-intensiteit wordt afgeleid uit de milieurekeningen die jaarlijks door het CBS worden samengesteld. Hierin worden milieucijfers, zoals broeikasgasemissies, volgens dezelfde afbakening, classificaties en definities berekend als de toegevoegde waarde van een sector.

De milieurekeningen zijn opgezet volgens een internationale standaard (SEEA) zodat alle landen dezelfde concepten en definities gebruiken. Het CBS is wettelijk verplicht om deze milieurekeningen jaarlijks samen te stellen (EU-verordening 691/2011). Het milieurekeningensysteem is gebaseerd op het systeem van nationale rekeningen (SNA) waarin de belangrijke economische indicatoren, zoals het bruto binnenlands product, centraal staan. Op deze manier worden op een consistente en samenhangende wijze milieu-economische indicatoren samengesteld om zo een breder welvaartsbegrip in beeld te brengen⁷.

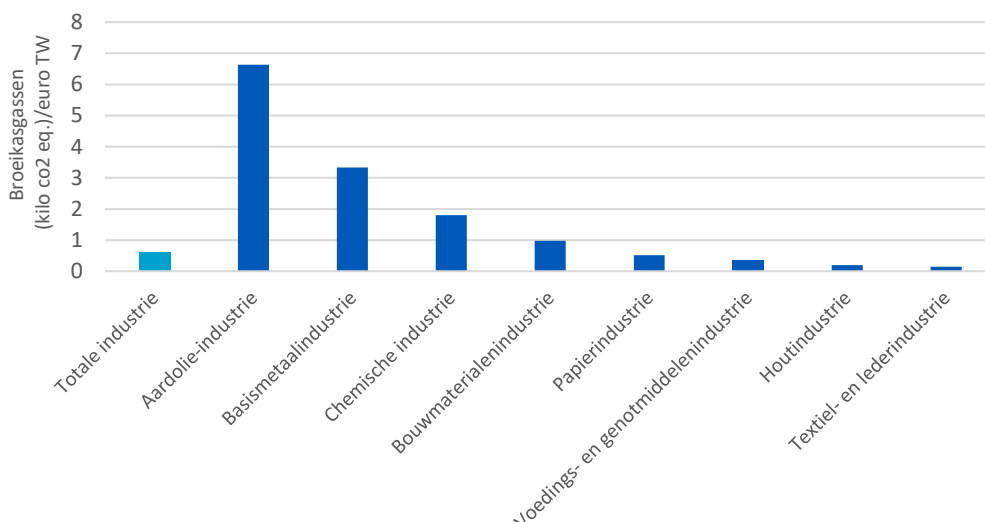
3.1 Hoge emissie-intensiteit in de chemie, aardolie- en basismetalaalindustrie

De emissie-intensiteit binnen de industrie is vooral hoog voor de aardolie-industrie, de chemische industrie en de basismetalaalindustrie, zie figuur 3.1. Deze bedrijfstakken hebben een relatief energie-intensiever productieproces dan andere industrieën, zoals de voedingsmiddelen- of kunststofindustrie. Naast de hoge absolute uitstoot aan emissies, zoals al was aangetoond in hoofdstuk 2, worden er in deze bedrijfstakken dus ook relatief veel broeikasgasemissies per euro toegevoegde waarde gegenereerd.

⁶ Echter: Welvaart omvat veel meer, zoals een leefbaar klimaat, gezonde natuur, goede zorg en goed onderwijs. Dit wordt ook wel brede welvaart genoemd (CBS 2018).

⁷ Voor meer informatie over de milieurekeningen, zie de bijlage 'bronnen'.

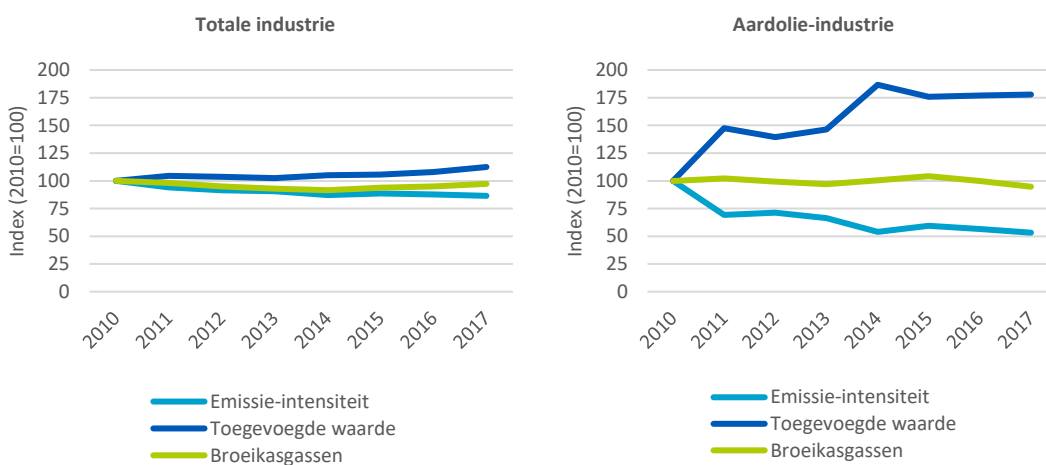
Figuur 3.1 Emissie-intensiteit van de Nederlandse industrie, 2017⁸



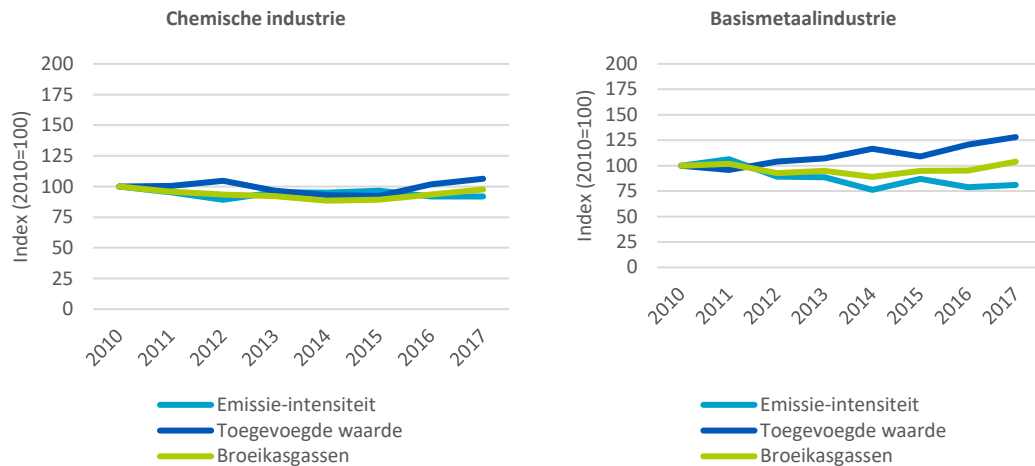
Bron: CBS, samengesteld uit de milieurekeningen en nationale rekeningen

De emissie-intensiteit van de Nederlandse industrie is sinds 2010 met ruim 13 procent afgenomen, zie figuur 3.2. De onderliggende aardolie-industrie laat een sterke verbetering zien, met bijna de helft van de emissie-intensiteit in 2017 ten opzichte van 2010. Deze afname komt vooral door de fors toegenomen reële toegevoegde waarde en in mindere mate door een daling van de broeikasgassenuitstoot. Ook de basismetalaalindustrie laat in dezelfde periode een verbetering in emissie-intensiteit zien, met 19 procent, hetgeen geheel te danken is aan de gestegen toegevoegde waarde. Bij de chemie is de emissie-intensiteit sinds 2010 niet meer verbeterd.

Figuur 3.2 Ontwikkeling ontkoppeling emissie-intensiteit broeikasgassen in de industrie en enkele onderliggende bedrijfstakken (2010=100)



⁸ De industrieën die niet zijn weergegeven hebben een emissie-intensiteit van minder dan 0,15 kilo CO₂-eq per euro toegevoegde waarde. Toegevoegde waarde in constante prijzen van 2015.



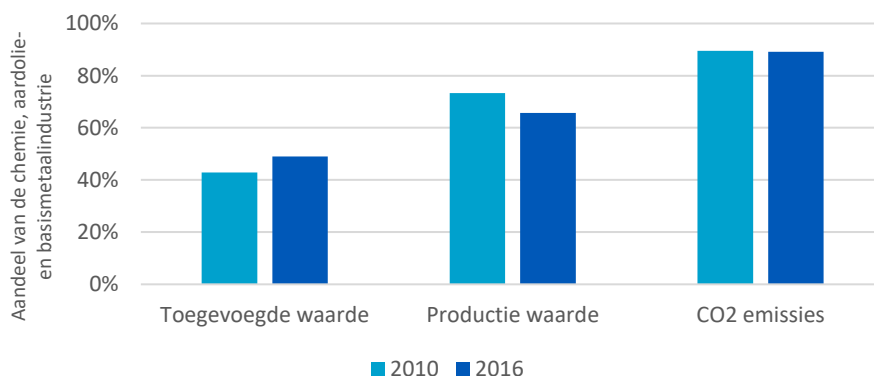
Bron: CBS, samengesteld uit de milieurekeningen en nationale rekeningen

3.2 Uitstoot geconcentreerd bij een klein aantal bedrijven

De drie meest bepalende industriële bedrijfstakken worden economisch gekenmerkt door de aanwezigheid van grote concerns. Ongeveer 70 procent van de CO₂-emissies⁹ in de industrie is toe te schrijven aan slechts twaalf bedrijven. Deze bedrijven zitten allemaal in de aardolie-industrie, de chemie en de basismetaalindustrie, waar ze verantwoordelijk zijn voor ongeveer 90 procent van de CO₂-emissies van die drie bedrijfstakken.

Het aandeel van deze twaalf bedrijven in de productiewaarde en toegevoegde waarde bedraagt respectievelijk 66 en 49 procent van het totaal van de aardolie-industrie, de chemie en de basismetaalindustrie in 2016, zie figuur 3.3¹⁰.

Figuur 3.3 Aandeel van top-12 bedrijven ten opzichte van het totaal van de chemie, aardolie- en basismetaalindustrie, 2010 en 2016



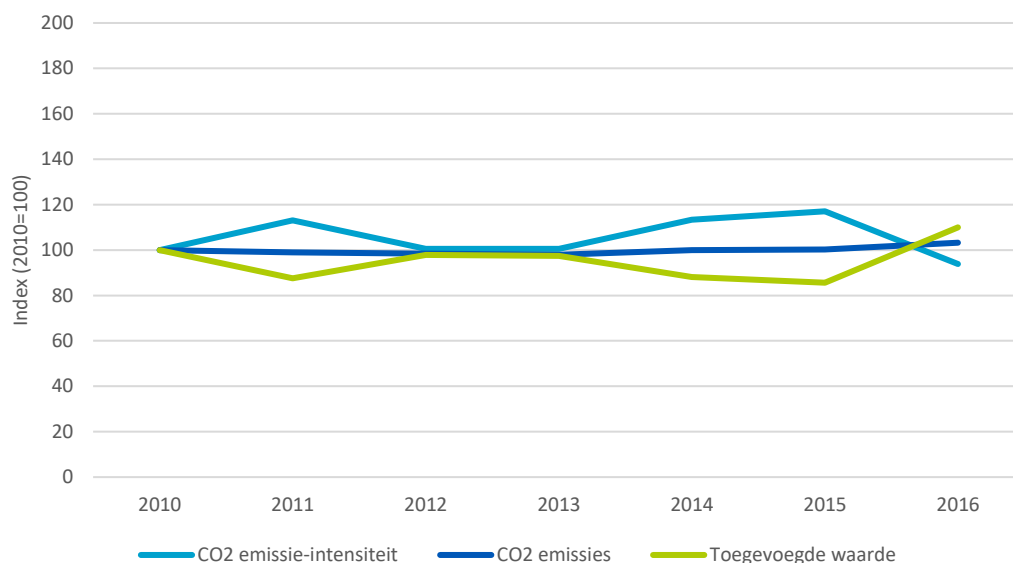
Bron: CBS, samengesteld uit de emissieregistratie en productiestatistieken, geijkt aan de nationale rekeningen

⁹ Het gaat hier dus specifiek alleen over CO₂-emissies. Het beeld wordt niet anders als ook de andere broeikasgassen worden beschouwd. De gegevens in deze paragraaf hebben vanwege de databeschikbaarheid betrekking op 2016. In tegenstelling tot de vorige paragraaf, is 2016 het meest recente jaar.

¹⁰ Uit deze cijfers kan overigens niet de conclusie worden getrokken dat de andere (kleinere) bedrijven in deze bedrijfstakken inherent emissie-efficiënter zijn dan de twaalf meest emitterende bedrijven. Zo kunnen die andere bedrijven zich voor een belangrijk deel met andere activiteiten bezighouden; juist de meest energie-intensieve productieprocessen vereisen een schaalgrootte die de grote bedrijven wel kunnen bieden en de kleinere bedrijven niet.

De CO₂-emissie-intensiteit van de top-12 bedrijven¹¹ vertoonde in de periode van 2010 tot en met 2016 zeker fluctuaties, maar is tussen deze twee jaren uiteindelijk vrijwel niet veranderd. De ontwikkeling in CO₂-emissie-intensiteit wordt voornamelijk bepaald door veranderingen in de toegevoegde waarde (in constante prijzen). De CO₂-uitstoot is namelijk niet afgenomen en tussen 2015 en 2016 zelfs licht gestegen. Deze bevindingen komen in grote lijnen overeen met die van paragraaf 3.1.

Figuur 3.4 Ontwikkeling toegevoegde waarde in constante prijzen, CO₂-emissies en CO₂-emissie-intensiteit van de twaalf meest emitterende bedrijven (2010=100)



Bron: CBS, samengesteld uit de emissieregistratie en productiestatistieken, gebaseerd op de nationale rekeningen

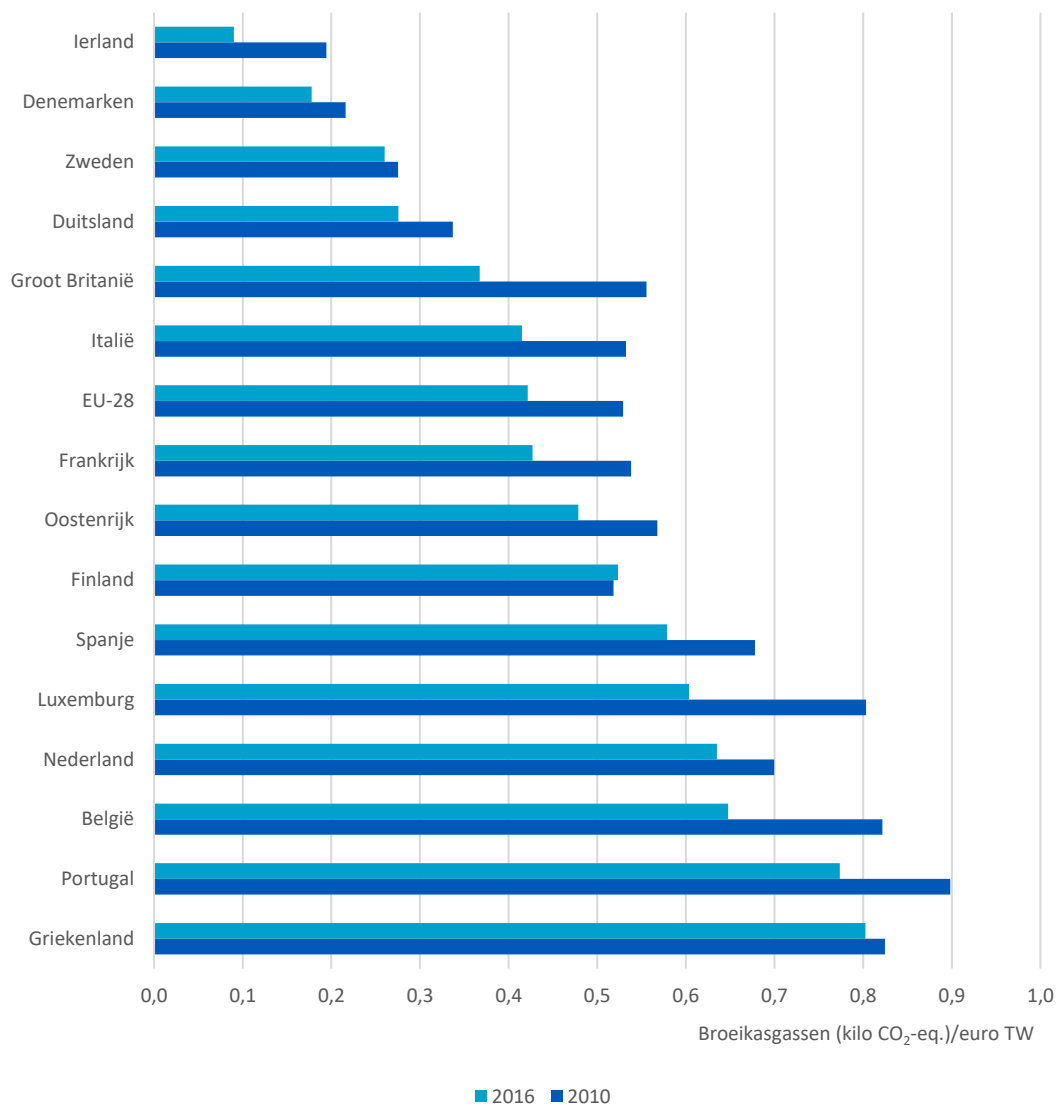
3.3 Emissie-intensiteit Nederlandse industrie hoog in vergelijking met Europa

Nederland behoort tot de landen met de hoogste emissie-intensiteit in de industrie, zie figuur 3.5. Alleen de emissie-intensiteiten van België, Portugal en Griekenland zijn nog hoger. De Nederlandse industrie stootte in 2016 ongeveer 50 procent meer broeikasgassen uit per euro toegevoegde waarde dan het EU-gemiddelde.

De emissie-intensiteit van de Nederlandse industrie is ten opzichte van de andere Europese landen relatief weinig afgenomen tussen 2010 en 2016. De emissie-intensiteit van de industrie in de EU-28 verbeterde in die periode namelijk gemiddeld met 20 procent, terwijl die van Nederland met slechts 9 procent verbeterde. Van de vijftien getoonde landen, laten alleen Finland, Zweden en Portugal een nog kleinere daling in die periode zien.

¹¹ Het gaat hier dus expliciet om de CO₂-emissie-intensiteit in plaats van de broeikasgasemissie-intensiteit. Deze is berekend door de totale CO₂-emissies (in kilo's) van de top 12 bedrijven te delen door het totaal van hun toegevoegde waarde (in constante prijzen).

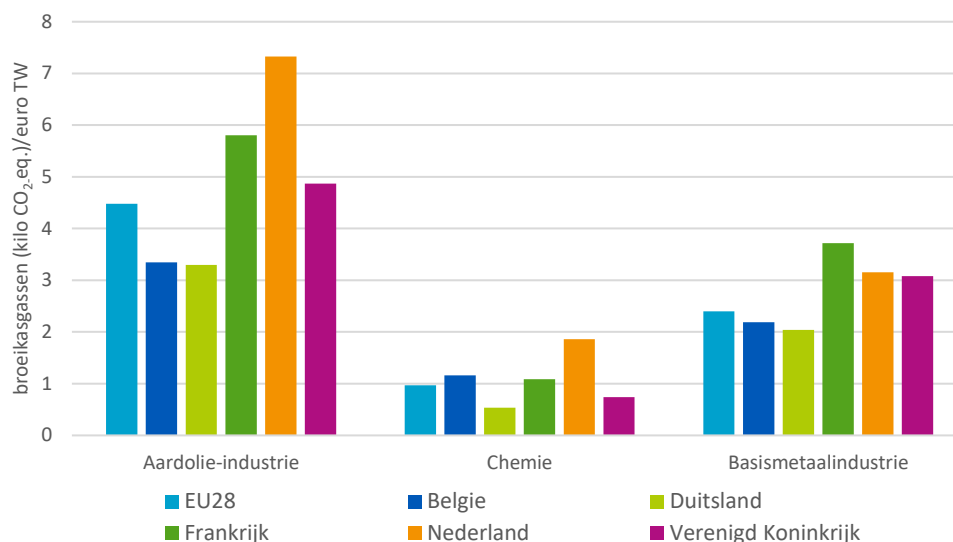
Figuur 3.5 Emissie-intensiteit industrie (broeikasgassen in kilo CO₂-eq. per euro TW) van vijftien Europese landen en het EU-gemiddelde, 2010 en 2016



Bron: Eurostat, SEEA

Voor de drie meest emitterende bedrijfstakken heeft Nederland in 2016 een hogere emissie-intensiteit dan de ons omringende landen, zie figuur 3.6. De enige uitzondering is te zien in de basismetaalindustrie, waar Frankrijk een hogere emissie-intensiteit heeft. Hoewel België een net iets hogere emissie-intensiteit heeft in de industrie dan Nederland (zie figuur 3.5), wordt dit niet veroorzaakt door hogere emissie-intensiteiten in de chemie, aardolie- en basismetaalindustrie. België heeft relatief hogere emissie-intensiteiten in de bouwmaterialenindustrie en in de drukkerijen, wat uiteindelijk leidt tot een hogere emissie-intensiteit voor de gehele industrie.

Figuur 3.6 Emissie-intensiteit in de chemie, aardolie- en basismetaalindustrie, 2016¹²



Bron: Eurostat, SEEA

3.4 Samenvatting van bovenstaande bevindingen

De emissie-intensiteit van de Nederlandse industrie is sinds 2010 licht verbeterd, maar vlakt de laatste jaren wel af. Binnen de industrie hebben de aardolie-industrie, chemie en basismetaalindustrie de hoogste emissie-intensiteiten. Ook bij deze bedrijfstakken vlakt de daling van de emissie-intensiteit de laatste jaren af.

De grootste ontkoppeling sinds 2010 tussen de toegevoegde waarde en de broeikasgasuitstoot is te zien bij de aardolie-industrie en basismetaalindustrie. De broeikasgasuitstoot van deze bedrijfstakken is niet sterk afgenomen sinds 2010. De toegevoegde waarde in constante prijzen is relatief wel sterk toegenomen. De emissie-intensiteit van de chemie is sinds 2010 niet veranderd.

Naast het feit dat de meeste uitstoot in de industrie afkomstig is van drie bedrijfstakken, is deze geconcentreerd bij twaalf grote industriële concerns. Deze zijn verantwoordelijk voor ongeveer 70 procent van de gehele industriële CO₂-uitstoot. De ontwikkeling in de CO₂-emissie-intensiteit van de top-12 is zoals te verwachten vergelijkbaar met die van de drie bedrijfstakken, aangezien de top-12 verantwoordelijk is voor ongeveer 90 procent van de CO₂-uitstoot van de drie meest emitterende bedrijfstakken.

In Europees perspectief heeft Nederland een relatief hoge emissie-intensiteit in de industrie. Ook de verbetering ervan loopt achter bij de meeste andere landen in de Europa.

¹² De toegevoegde waarde (de noemer) is op basis van 2016-prijzen.

4. Mogelijke verklaringen voor de hoge emissie-intensiteit in de Nederlandse industrie

De Nederlandse emissie-intensiteit is relatief hoog en daalt de laatste jaren minder sterk dan in de ons omringende landen en dan het EU-gemiddelde. Er kunnen verschillende redenen voor de relatief hoge emissie-intensiteit bestaan. In dit hoofdstuk worden de volgende mogelijkheden nader beschouwd:

- 1) De sectorstructuur is in Nederland mogelijk anders dan het gemiddelde van de EU, met wellicht een groter zwaartepunt in de zware industrie;
- 2) De drie meest emitterende bedrijfstakken in de Nederlandse industrie voegen mogelijk minder waarde toe (de noemer van de emissie-intensiteit) aan de geproduceerde producten dan het gemiddelde van de EU;
- 3) De drie meest emitterende bedrijfstakken in de Nederlandse industrie maken mogelijk andere, emissie-intensievere, producten (productmix) dan gemiddeld in de EU. Inzicht in producthoeveelheden (in kilo's) geeft mogelijk ook een ander beeld van de emissie-intensiteit.

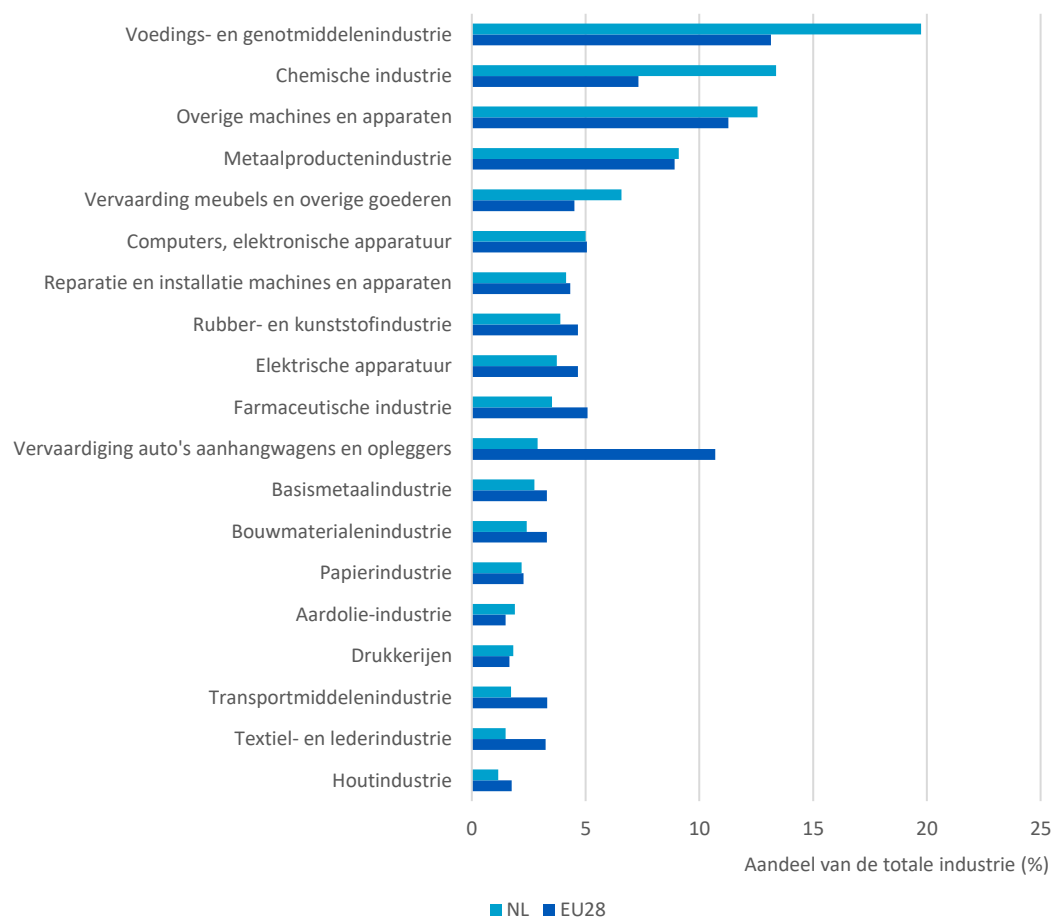
4.1 De sectorstructuur

4.1.1 Sectorstructuur-analyse op sbi 2-digit niveau

Wanneer wordt gekeken naar de (relatieve) omvang van de toegevoegde waarden binnen de industrie (op 2-digit bedrijfstakniveau), zien we voor Nederland een andere verdeling dan gemiddeld binnen de EU, zie figuur 4.1. Zo draagt in Nederland de voedings- en genotmiddelenindustrie duidelijk het meeste bij (20 procent van de totale industrie), gevolgd door de chemie en de vervaardiging van (overige) machines en apparaten (beide 13 procent). In de EU behoren de voedings- en genotmiddelenindustrie en de vervaardiging van (overige) machines en apparaten ook tot de grootste sectoren binnen de industrie (respectievelijk 13 en 11 procent), maar deze liggen dicht bij elkaar, gevolgd door de vervaardiging van auto's, aanhangwagens en opleggers (11 procent). Opvallend is dat de chemie op basis van toegevoegde waarde veel sterker aanwezig is in Nederland dan elders in de EU. Ook de aardolie-industrie is sterker vertegenwoordigd in Nederland, maar in mindere mate. De basismetalenindustrie draagt daarentegen juist minder bij.

Een andere sectorstructuur brengt ook een andere emissie-intensiteit voor de industrie met zich mee: als het zwaartepunt bij de energie-intensievere industrie ligt dan zal de broeikasgasuitstoot vanzelf een stuk hoger liggen. Bovendien kan de toegevoegde waarde die deze industrie creëert relatief een stuk lager zijn ten opzichte van de andere bedrijfstakken in de industrie. Ook dit leidt dan tot hogere emissie-intensiteiten.

Figuur 4.1 Sectorstructuur van de industrie in Nederland en EU-28 op basis van het aandeel TW van de totale industrie in 2016



Bron: Eurostat, SNA

In de Nederlandse industrie is het aandeel van een aantal bedrijfstakken met een relatieve hoge emissie-intensiteit, zoals de chemie, voedings- en genotmiddelenindustrie en de aardolie-industrie, groter dan in de EU-28. Op basis van een zogeheten *shift share analyse* kan gekeken worden of de emissies lager uit waren gekomen als Nederland dezelfde sectorstructuur had als de EU-28. Hiervoor is de Nederlandse broeikasgasuitstoot van de industrie berekend onder de aanname dat Nederland dezelfde sectorstructuur zou hebben als die van de EU-28¹³, terwijl de Nederlandse emissie-intensiteiten per onderliggende bedrijfstak hetzelfde blijven.

In tabel 4.2 zijn deze afgeleide Nederlandse emissies per bedrijfstak binnen de industrie weergegeven. Voor de gehele industrie zouden de broeikasgasemissies ongeveer 21 procent lager uitkomen. De Nederlandse emissie-intensiteit van de gehele industrie zou dan in plaats van 52 procent nog maar 20 procent hoger zijn dan de EU-28¹⁴. Hiermee lijkt de sectorstructuur dus ongeveer 61 procent van het verschil in emissie-intensiteit van Nederland ten opzichte van de EU-28 te verklaren.

¹³ Met formule: $(TW_{sbi\ 2\text{-digit}\ EU} / TW_{sbi\ C\ (totale\ industrie)\ EU}) \times TW_{sbi\ C\ (totale\ industrie)\ NL} \times Emissie\text{-intensiteit}_{sbi\ 2\text{-digit}\ NL}$

¹⁴ De industriële emissie-intensiteit van Nederland is een factor 1,52 factor groter dan die van EU-28. Bij gelijkblijvende toegevoegde waarde en met 21 procent minder emissies wordt deze factor 1,20 (= 1,52 x 0,79).

Tabel 4.2 Afgeleide Nederlandse emissies met EU-28 sectorstructuur, op basis van toegevoegde waarde, en de werkelijke emissies door de Nederlandse industrie, 2016¹⁵

		Afgeleide emissies	Werkelijke emissies	Verskil met werkelijke emissies
		<i>mIn CO₂-eq.</i>		%
Totaal	Industrie	36 058	45 474	-20,7
W.v.	Voedings- en genotmiddelenindustrie	2 825	4 240	-33,4
	Textiel- en lederindustrie	366	167	118,7
	Houtindustrie	292	194	51,0
	Papierindustrie	908	879	3,3
	Drukkerijen	68	74	-9,2
	Aardolie-industrie	8 336	10 659	-21,8
	Chemische industrie	10 218	18 650	-45,2
	Farmaceutische industrie	190	132	43,9
	Rubber- en kunststofindustrie	348	291	19,9
	Bouwmaterialenindustrie	2 351	1 721	36,6
	Basismetalenindustrie	8 035	6 687	20,2
	Metaalproductenindustrie	472	482	-2,1
	Computers, elektronische apparatuur	33	33	1,1
	Elektrische apparatuur	223	179	25,0
	Overige machines en apparaten	232	258	-10,2
	Vervaardiging auto's aanhangwagens en opleggers	522	141	269,5
	Transportmiddelenindustrie	146	76	92,5
	Vervaardiging meubels en overige goederen	278	406	-31,5
	Reparatie en installatie machines en apparaten	214	205	4,4

Bron: CBS en Eurostat, milieurekeningen en SEEA. Bewerking CBS.

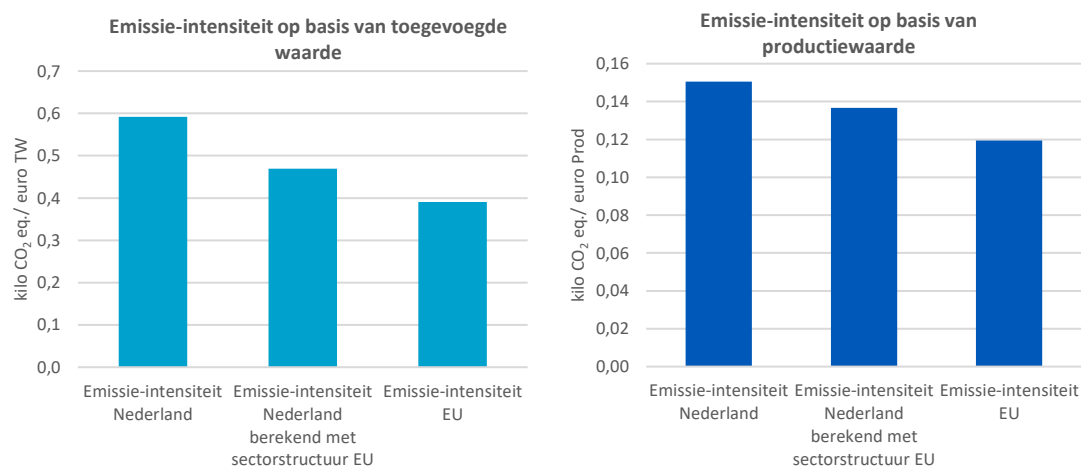
Bovenstaande shift share analyse kan ook uitgevoerd worden op basis van de productiewaarde (hier niet apart in een tabel getoond). De emissie-intensiteit heeft nu de productiewaarde als noemer. De Nederlandse emissie-intensiteit van de gehele industrie is dan, puur op basis van de Nederlandse sectorstructuur, 26 procent hoger dan die in de EU¹⁶. Als Nederland dezelfde sectorstructuur zou hebben als de EU (op basis van productiewaarde), dan is deze niet 26 procent, maar 15 procent hoger dan in de EU. Het verschil in sectorstructuur op basis van productiewaarde lijkt dan ongeveer 44 procent van de hogere emissie-intensiteit van Nederland ten opzichte van de EU-28 te verklaren.

Figuur 4.3 vat de resultaten van de twee shift share analyses samen. Een groot deel, ongeveer 44 tot 61 procent van het verschil in emissie-intensiteit tussen de Nederlandse industrie en de Europese industrie wordt verklaard door een andere sectorstructuur op sbi 2-digit niveau. De sectorstructuur biedt dus nog geen volledige verklaring.

¹⁵ Cijfers hebben betrekking op CO₂, CH₄ en N₂O en zijn exclusief F-gassen.

¹⁶ In plaats van 52 procent als de toegevoegde waarde als noemer wordt genomen.

Figuur 4.3 De resultaten van de sbi 2-digit shift share analyse voor de industrie, zowel op basis van toegevoegde waarde als productiewaarde, 2016¹⁷.



Bron: CBS en Eurostat, milieurekeningen en SEEA. Bewerking CBS.

4.1.2 Sectorstructuur-analyse op sbi 3-/4-digit niveau voor de chemie

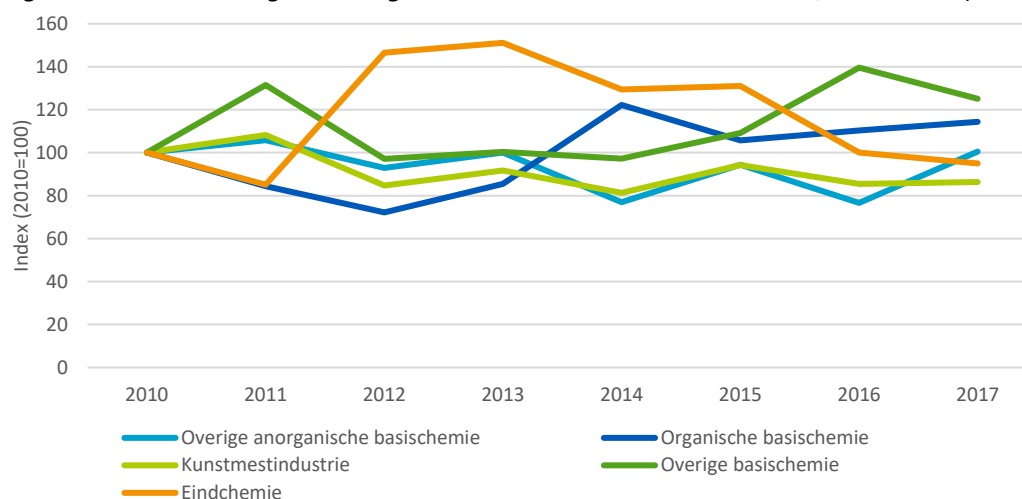
Een deel van de relatief hoge emissie-intensiteit lijkt dus verklaard te worden door het relatief grote economische aandeel van de aardolie-industrie en de chemie in de totale Nederlandse industrie. De volgende stap is om te kijken naar de structuur *binnen* die drie bedrijfstakken. Kunnen we zeggen dat de relatief hoge emissie-intensiteit voor die drie (deels) verklaard kan worden omdat de onderliggende economische activiteiten relatief emissie-intensief zijn? Dat kan alleen nagegaan worden voor de chemie¹⁸.

De chemie bestaat uit de volgende onderliggende economische activiteiten: organische basischemie, overige anorganische basischemie, kunstmestindustrie, overige basischemie en eindchemie. Figuur 4.4 geeft de ontwikkeling van de emissie-intensiteit van deze onderliggende economische activiteiten weer.

¹⁷ Cijfers hebben betrekking op CO₂, CH₄ en N₂O en zijn exclusief F-gassen.

¹⁸ De nationale rekeningen kennen geen onderverdeling in bedrijfstakken lager dan sbi 2-digit. Voor de bepaling van de toegevoegde waarde en de productiewaarde in de analyse in deze paragraaf is gebruik gemaakt van productiestatistieken en de Europese tegenhanger daarvan: De structural business statistics (SBS), zie de bijlage 'bronnen'.

Figuur 4.4 Ontwikkeling broeikasgasemissie-intensiteit van de chemie, 2010-2017 (2010=100)

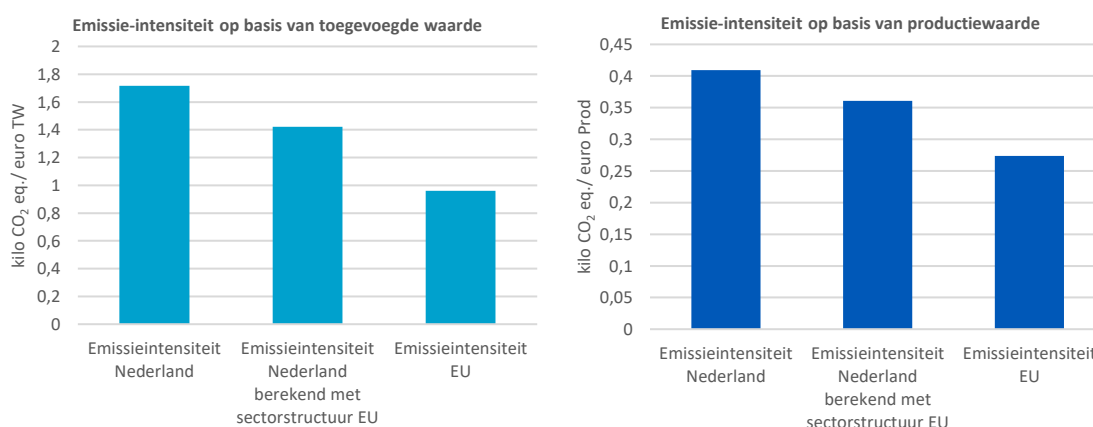


Bron: CBS, samengesteld uit de emissieregistratie en productiestatistieken, geijkt aan de nationale rekeningen

Er is ook *binnen* de chemie geen sterke daling of stijging in de emissie-intensiteit zichtbaar. Dit is in lijn met het beeld van de chemie als geheel. Er is dus geen onderliggende activiteit die de trend sterk lijkt te bepalen. Voor een onderliggende sectorstructuur-analyse is het ook van belang wat het economische- en milieugewicht is van elk van deze activiteiten. Dit kan echter niet gepubliceerd worden, omdat het om vertrouwelijke cijfers gaat.

Een shift share analyse leert dat als de emissie-intensiteiten van de Nederlandse onderliggende bedrijfstakken in de chemie langs de economische toegevoegde waarde structuur van de EU-28 worden gelegd, dat de totale emissie-intensiteit van de chemie ongeveer 18 procent lager zou uitvallen dan in werkelijkheid. Een analyse op basis van de productiewaarde leidt tot een 12 procent lagere emissie-intensiteit. Er is dus ook *binnen* de chemie sprake van een beperkt onderliggend structureffect. De resultaten van de shift share analyse zijn weergegeven in figuur 4.5.

Figuur 4.5 De resultaten van de sbi 3/4-digitt shift share analyse in de chemie, zowel op basis van toegevoegde waarde als productiewaarde, 2015



Bron: CBS (samengesteld uit de emissieregistratie en productiestatistieken, geijkt aan de nationale rekeningen) en Eurostat (SBS)

Het beperkte structureffect wordt voornamelijk veroorzaakt door de relatief sterke aanwezigheid van de organische basischemie in Nederland. Deze staat beter bekend als de 'petrochemie' en dit is een energie-intensieve economische activiteit. Net als bij de analyse op sbi 2-digit niveau, geldt voor de chemie echter dat ook na correctie voor structuurverschillen op onderliggend bedrijfstakniveau, de emissie-intensiteit duidelijk hoger blijft dan het Europese gemiddelde.

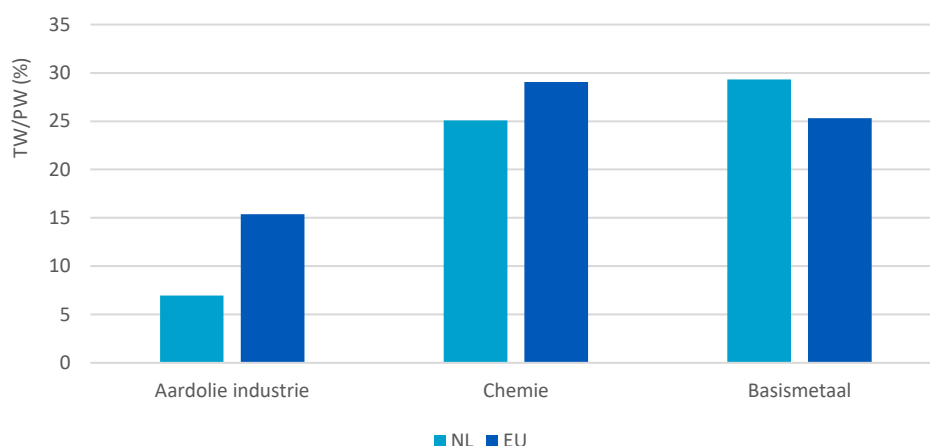
Voor de aardolie-industrie is een soortgelijke analyse niet zinvol want deze bestaat nationaal en internationaal voornamelijk uit één soort bedrijven: raffinaderijen. Er kan in deze bedrijfstak dus niet of nauwelijks sprake zijn van een onderliggende structureffect. Bij de basismetaalindustrie zijn enkele grote spelers actief, waardoor verdere uitsplitsingen tot statistische onthullingen zouden leiden. Hierover kan dan ook niets gezegd worden op een lager bedrijfstakniveau.

4.2 De toegevoegde waarde

Zoals eerder is aangegeven, kan de emissie-intensiteit van een bedrijfstak geduid worden door de broeikasgasuitstoot van een bedrijfstak af te zetten tegen de toegevoegde waarde van de betreffende bedrijfstak. Niet alleen ontwikkelingen in de broeikasgasuitstoot, maar ook ontwikkelingen in de groei van de reële¹⁹ toegevoegde waarde beïnvloeden dus de trend van de emissie-intensiteit.

In principe kan ook gekozen worden voor een andere grootte als noemer, bijvoorbeeld de productiewaarde. De berekende emissie-intensiteit van de Nederlandse industrie ten opzichte van andere Europese landen kan dan een heel ander beeld laten zien. Afhankelijk van de precieze vraag wordt een bepaalde grootte gebruikt. Als het vraagstuk gekoppeld is aan de 'afweging verdiende euro's versus externe effecten' wordt vaak de grootte toegevoegde waarde gehanteerd. Voor het monitoren van emissie-efficiëntie van een bepaalde activiteit wordt vaak de grootte 'productie' gebruikt.

Figuur 4.6 Aandeel toegevoegde waarde ten opzichte van productiewaarde (%), 2016



Bron: Eurostat, SNA

¹⁹ Gemeten in constante prijzen en daarmee gecorrigeerd voor inflatie.

Deze paragraaf gaat verder in op de verhouding tussen toegevoegde waarde en productiewaarde, om zo inzicht te krijgen in het verschil tussen beide grootheden. Figuur 4.6 geeft de verhouding weer tussen de toegevoegde waarde (TW) en de productiewaarde (PW) voor de drie relevante bedrijfstakken in Nederland en de EU-28. Voor de aardolie-industrie is de TW/PW verhouding in Nederland relatief laag ten opzichte van het EU-gemiddelde²⁰. Bij de chemie en de basismetaal zijn ook verschillen te zien in vergelijking met de EU, maar deze zijn minder groot.

Het verschil in de TW/PW verhouding tussen Nederland en de EU kan verschillende redenen hebben. Ten eerste kunnen wederom structuurverschillen een rol spelen, bijvoorbeeld omdat bepaalde onderliggende bedrijfstakken met een relatief hoge TW/PW sterker of minder sterk zijn vertegenwoordigd (voor de aardolie-industrie speelt dit overigens niet, omdat deze voornamelijk uit raffinaderijen bestaat). Ten tweede is voor een goede vergelijking van de cijfers tussen landen van belang om te weten hoe ondernemingen in de verschillende landen statistisch worden verwerkt²¹. Vooral in bedrijfstakken met een grote mate van concentratie van grote ondernemingen is dit van belang. Juist de aardolie-industrie en de basismetaalindustrie kennen een dergelijke concentratie. Tenslotte kan er natuurlijk ook nog sprake van zijn dat er relatief minder wordt verdiend per eenheid productie. Het totale verschil is echter lastig te decomponeren in de genoemde factoren. Het voert te ver om hier in het kader van deze studie diep op in te gaan, maar het zijn wel factoren die van invloed zijn op de berekende emissie-intensiteiten.

Het vergelijken van landen op bedrijfstakniveau brengt dus bepaalde onzekerheden met zich mee. Het zou de moeite waard kunnen zijn een diepere analyse uit te voeren waarbij niet alleen naar bedrijven²² in bepaalde bedrijfstakindelingen wordt gekeken, maar waarbij ook de waardeketens worden beschouwd.

De belangrijkste constatering is nu dat de toegevoegde waarde van de aardolie-industrie in Nederland laag genoemd mag worden. Eenvoudig gezegd worden er in de Nederlandse aardolie-industrie weinig euro's toegevoegde waarde geboekt in verhouding tot de productie. Voor de chemie en de basismetaalindustrie zijn de verhoudingen minder afwijkend.

4.3 De productmix en uitstoot per kilo product

Naast de sectorstructuur (zie paragraaf 4.1), zou ook de specifieke productmix van de industriële bedrijfstakken in Nederland kunnen afwijken van andere landen. Dat wil zeggen dat er door de Nederlandse industrie bijvoorbeeld veel kopspijkers of flessen aceton worden gemaakt in vergelijking met het buitenland en weinig nietjes of toluen. Het is weliswaar niet mogelijk om aan specifieke producten direct een broeikasgasuitstoot te koppelen (het is niet structureel bekend of kopspijkers relatief meer energie kosten om te fabriceren dan nietjes), maar de productmix kan wel extra inzicht verschaffen of de drie meest emitterende bedrijfstakken mogelijk duidelijk anders zijn dan die in het buitenland. Dat wordt in deze paragraaf nagegaan aan de hand van twee verschillende statistische bronnen, één voor de

²⁰ Ook door de tijd heen is deze verhouding voor Nederland altijd lager.

²¹ Het gaat daarbij bijvoorbeeld om zaken als de statistische omgang met eenheden, transferpricing en hedging.

²² In statistische termen: bedrijfseenheden.

aardolie-industrie en één voor de chemie en de basismetalaalindustrie. Daarbij wordt tevens gekeken naar de totale output aan producten in kilogrammen.

4.3.1 Aardolie-industrie

Voor de aardolie-industrie wordt gebruik gemaakt van de gegevens uit de energiebalans²³. De energiebalans bevat fysieke cijfers over de hoeveelheden raffinageproducten die in Nederland worden geproduceerd. Dit gebeurt volgens een vastgesteld gestandaardiseerd statistisch systeem, waardoor er internationaal vergelijkbare cijfers beschikbaar zijn.

Tabel 4.7 Aanbod olieproducten door raffinaderijen en opslagbedrijven in kilogrammen, Nederland, de EU-28 en omliggende landen, 2016

	Nederland	EU-28	België	Duitsland	Frankrijk	Verenigd Koninkrijk
<i>miljoen kilogram</i>						
Totaal raffinageproducten	60 393	632 132	33 643	100 381	59 127	62 455
w.v. Motorbenzine	13 192	127 616	4 791	17 936	11 120	19 246
Gasolie en diesel	19 688	254 027	11 924	43 754	24 707	20 561
Vliegtuigkerosine	7 442	35 162	1 666	5 299	3 649	3 636
Nafta	3 181	31 372	2 456	9 299	4 974	306
Stookolie	12 086	75 379	5 683	6 325	7 514	4 281
LPG	1 382	16 803	697	2 672	1 513	3 300
Restgassen	2 243	23 071	860	3 937	1 322	2 388
Overige olieproducten	1 179	68 702	5 566	11 159	4 328	7 553

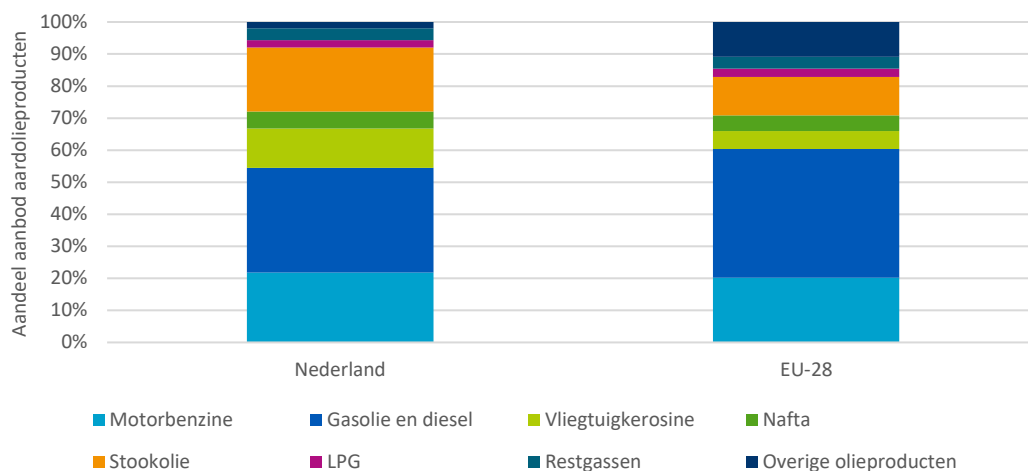
Bron: CBS en Eurostat, Energiebalans

In tabel 4.7 staan de cijfers over de producten die uit de raffinagesector komen. Dit is een combinatie van de gegevens over producten die volgens opgave specifiek uit de raffinaderijen komen en producten vanuit de zogeheten opslagbedrijven²⁴. In deze opslagbedrijven worden halffabricaten zoals nafta's gemengd (blending) tot eindproducten zoals benzine. Deze samengestelde cijfers geven in internationale vergelijking het meest betrouwbare beeld van de productmix uit de aardolie-industrie. Hieruit blijkt (zie ook figuur 4.8) dat de Nederlandse productmix uit raffinage niet sterk verschilt met de gemiddelde samenstelling in Europa en de ons omringende landen. Een belangrijk product als bijvoorbeeld benzine, maakt in Nederland 22 procent van de fysieke productie uit. In Europa is dat gemiddeld 20 procent. In Nederland vormt de stookolie wel een relatief groter deel van de fysieke output, terwijl in Europa meer 'overige olieproducten' worden gemaakt.

²³ Voor meer informatie over de energiebalans, zie de bijlage 'bronnen'.

²⁴ Technisch gesproken houdt dit in dat uit de Energiebalans de posten Refinery output en de Interproduct transfers worden opgeteld.

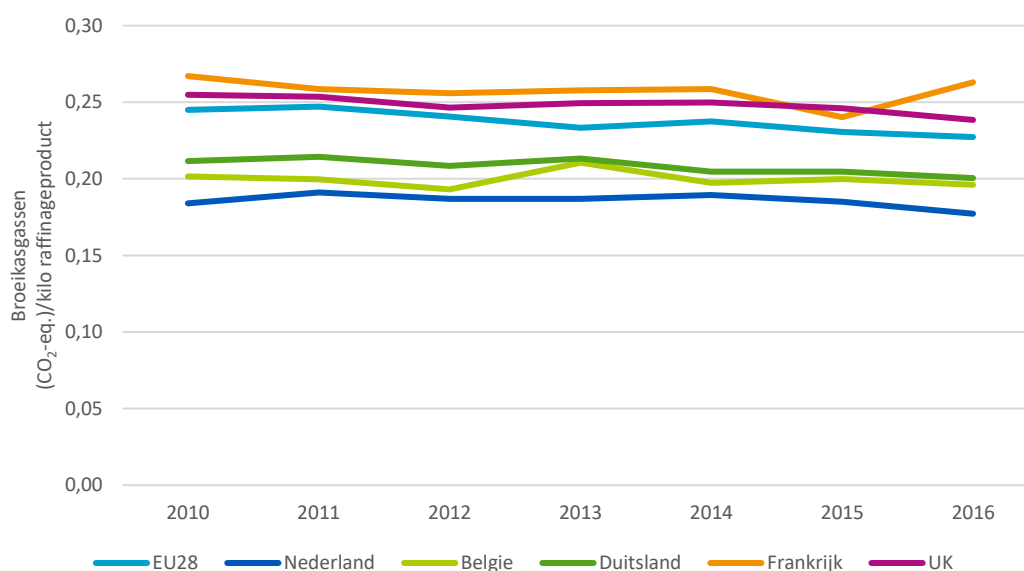
Figuur 4.8 Aandeel aanbod olieproducten door raffinaderijen en opslagbedrijven in kilo's, Nederland en de EU-28, 2016



Bron: CBS en Eurostat, Energiebalans

In Nederland komt jaarlijks ongeveer 60 miljard kilo aan olieproducten uit de aardolie-industrie. Afgezet tegen de jaarlijkse broeikasgasuitstoot van de aardolie-industrie kost de productie van een kilo olieproduct gemiddeld iets minder dan 0,2 kilo CO₂-equivalenten. De emissie-intensiteit van de aardolie-industrie uitgedrukt in broeikasgasuitstoot per kilo product ligt lager dan het gemiddelde in Europa en alle ons omringende landen (figuur 4.9).

Figuur 4.9 Emissie-intensiteit aardolie-industrie, uitgedrukt in kilo CO₂-equivalenten per kilo raffinageproduct van Nederland, de EU-28 en de omringende landen, 2010-2016



Bron: CBS en Eurostat, Energiebalans en SEEA

Voordat uit deze cijfers verdergaande conclusies kunnen worden getrokken ten aanzien van de relatieve emissie-efficiëntie van de specifieke Nederlandse raffinage-processen, zou een aantal andere aspecten in een analyse moeten worden betrokken. Van belang is bijvoorbeeld het type ruwe aardolie dat in het raffinageproces wordt gebruikt. Zwaardere aardolie en

aardolie met meer zwavel kosten meer energie om te raffineren tot eindproducten en veroorzaken dus meer CO₂-uitstoot²⁵. Ook de hoeveelheid zware olieproducten die door middel van kraken worden omgezet, speelt een rol. Dergelijke aspecten zouden dan ook nader bekeken moeten worden. Evenals de omvang van de raffinaderijen in de verschillende landen; grote raffinaderijen zijn over het algemeen milieu-efficiënter dan kleine.

Voor een echte duiding is dus meer analyse noodzakelijk. Maar ook zonder de genoemde verbijzonderingen is het relevant om een globaal beeld te hebben van de emissie-intensiteit van de aardolie-industrie uitgedrukt in kilo's product. Deze lijkt in Nederland lager te liggen dan gemiddeld in Europa. Per eenheid raffinageproduct lijken er in Nederland relatief minder broeikasgassen vrij te komen. Aan de andere kant wordt er ook duidelijk minder toegevoegde waarde gecreëerd (zie paragraaf 4.2). Deze combinatie leidt uiteindelijk tot relatief veel emissies per verdiende euro.

4.3.2 Chemie en basismetaalindustrie

Tabel 4.10 Verkoopwaarde chemische producten, Nederland en de EU-28, 2016

	Nederland	EU-28	Aandeel in Nederland	Aandeel in EU-28
	<i>miljoen euro</i>		<i>%</i>	
Producten chemie	37 047	392 705	100,0	100,0
w.v. Industriële gassen	618	6 606	1,7	1,7
Kleurstoffen en pigmenten	663	10 642	1,8	2,7
Andere anorganische chemische basisproducten	821	18 984	2,2	4,8
Andere organische chemische basisproducten	14 014	90 981	37,8	23,2
Kunstmeststoffen en stikstofverbindingen	1 444	16 687	3,9	4,2
Kunststoffen in primaire vormen	10 465	82 943	28,2	21,1
Synthetische rubber in primaire vormen	581	4 749	1,6	1,2
Verf, vernis e.d., drukinkt en mastiek	1 744	32 297	4,7	8,2
Zeep en wasmiddelen, poets- en reinigingsmiddelen	1 022	20 050	2,8	5,1
Parfums en toiletartikelen	276	27 972	0,7	7,1
Lijm	331	5 754	0,9	1,5
Etherische oliën	718	9 239	1,9	2,4
Synthetische en kunstmatige vezels	608	6 411	1,6	1,6
Overige chemische producten	3 743	59 391	10,1	15,1

Bron: CBS en Eurostat, PRODCOM

Voor de chemie en de basismetaalindustrie wordt gebruik gemaakt van de gegevens uit de zogeheten PRODCOM statistiek²⁶. Deze bevat gegevens over de goederenproductie in euro's en fysieke hoeveelheden van een grote verscheidenheid aan industriële producten²⁷. De PRODCOM is een internationaal vergelijkbare statistiek. Voor inzicht in de productmix wordt

²⁵ Zie ook ECN (2010), Wanders (2017)

²⁶ Voor meer informatie over de PRODCOM statistiek, zie de bijlage 'bronnen'.

²⁷ De PRODCOM neemt alleen de productie waar van bedrijven met 20 of meer werkzame personen. Voor inzicht in de chemie en de basismetaalindustrie is dat geen probleem, aangezien de productie in deze bedrijfstakken vrijwel geheel bij grote bedrijven plaatsvindt.

gekeken naar de verkoopwaarde in euro's van de specifieke productgroepen. Anders dan voor de aardolie-industrie is er geen productmixvergelijking in termen van hoeveelheden product mogelijk. Dat heeft onder andere te maken met het feit dat dergelijke cijfers op dit detailniveau veelal vertrouwelijk zijn. De verkoopwaarde in euro's kan wel getoond worden.

De chemische industrie produceert een breed pallet aan zeer uiteenlopende producten. In tabel 4.10 zijn de verschillende chemische productgroepen weergegeven²⁸. Binnen de productgroepen zelf is onderliggend ook weer sprake van uiteenlopende specifieke producten. Denk bij 'andere organische chemische basisproducten' bijvoorbeeld aan stoffen als ethyleen, glycerol en azijnzuur. Het aandeel van deze productgroep, die overeenkomt met de 'petrochemie' zoals genoemd in paragraaf 4.1.2, in de totale verkoopwaarde van chemische producten ligt in Nederland hoger dan gemiddeld in Europa. Deze observatie sluit dus aan bij de eerdere constatering van een oververtegenwoordiging van petrochemische productie in Nederland, wat een beperkte verklaring biedt voor de relatief hoge emissie-intensiteit. Ook bij andere chemische productgroepen zijn verschillen zichtbaar. Zo worden er in Nederland, anders dan elders in Europa, heel weinig parfums en toiletartikelen geproduceerd. Over het geheel genomen wijkt de productmix van de chemische industrie echter niet heel sterk af van het Europese gemiddelde.

Tabel 4.11 Verkoopwaarde basismetalaalproducten, Nederland en de EU-28, 2016

	Nederland	EU-28	Aandeel in Nederland	Aandeel in EU-28
	miljoen euro		%	
Producten basismetalaal	7 542	277 446	100,0	100,0
w.v. Ijzer en staal van ferrolegeringen	3 758	103 403	49,8	37,3
Buizen, pijpen, holle profielen en fitting daarvoor van staal	756	21 805	10,0	7,9
Koudvervormen of koudfelsen	202	8 777	2,7	3,2
Koudtrekken van draad	271	5 244	3,6	1,9
Aluminium	901	38 637	11,9	13,9
Lood, zink en tin	668	8 190	8,9	3,0
Koper	305	30 082	4,0	10,8
Gieten van Ijzer	240	11 704	3,2	4,2
Gieten van lichte metalen	237	12 142	3,1	4,4
Overige basismetalaalproducten	203	37 462	2,7	13,5

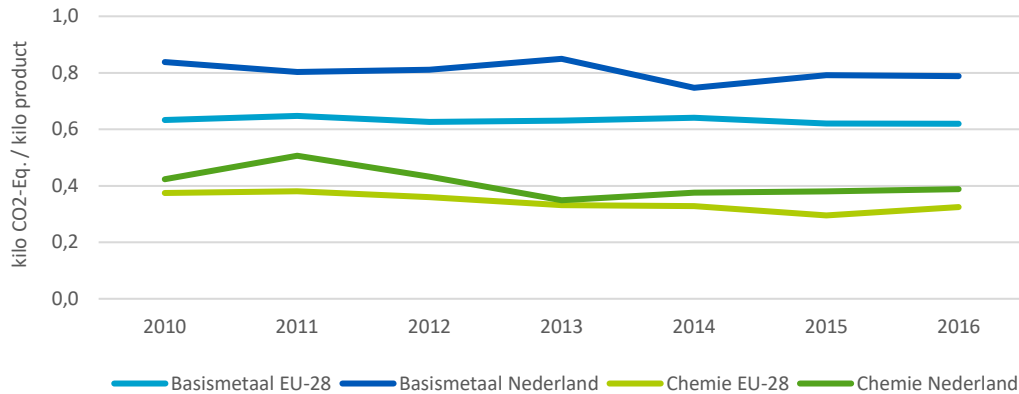
Bron: CBS en Eurostat, PRODCOM

Nederland produceert in de basismetalaalindustrie relatief meer basale ijzer- en staal producten (tabel 4.11) dan gemiddeld in Europa. Ook het aandeel van de productgroep lood, zink en tin ligt in Nederland hoger, terwijl het aandeel koper lager ligt dan gemiddeld in Europa. Over het geheel genomen geldt echter, net als in de chemie, dat de productmix van de basismetalaalindustrie niet sterk afwijkt van het Europese gemiddelde.

²⁸ Een industriële productgroep volgens de PRODCOM statistiek is iets anders dan een bedrijfstak volgens de SBI-indeling. Deze twee zijn echter wel verbonden (tot 4-digit niveau). Een chemiebedrijf kan in theorie bijvoorbeeld als nevenproduct ook fietsen produceren of omgekeerd kan een fietsenfabriek verf als bijproduct hebben. In de praktijk valt het overgrote deel van de verkoopwaarde van producten gemaakt door bedrijven in de SBI bedrijfstakken chemie en basismetalaalindustrie binnen de corresponderende PRODCOM productgroep.

Om, net als voor de aardolie-industrie, de broeikasgasemissies per kilo product voor de chemie en de basismetaalindustrie in beeld te brengen voor Nederland en de EU-28, is het nodig de totale productie in kilo's van beide bedrijfstakken te kennen. Daar is geen standaard statistiek voor. Figuur 4.12 geeft wel indicatieve resultaten op basis van gegevens van de PRODCOM statistiek. Hieruit blijkt dat de fysieke emissie-intensiteit voor de chemie en de basismetaalindustrie boven het Europese gemiddelde ligt.

Figuur 4.12 Indicatieve emissie-intensiteit chemie en basismetaalindustrie, uitgedrukt in kilo CO₂-equivalenten per kilo product van Nederland en de EU-28, 2010-2016



Bron: CBS en Eurostat, PRODCOM en SEEA. Bewerking CBS

Daarbij passen twee kanttekeningen:

- De eerste is dat de opgetelde producthoeveelheden voor dit rapport op basis van de PRODCOM gegevens indicatief zijn vastgesteld (zie onderstaande box voor een uitleg). Dat wil zeggen dat het om cijfers met een zekere marge op de betrouwbaarheid gaat. Deze marge is echter niet zo groot dat de conclusie dat de Nederlandse uitkomsten hoger zijn dan het Europese gemiddelde ter discussie staat.
- De tweede is dat deze cijfers niet mogen worden begrepen als een direct inzicht in de onderliggende emissie-efficiëntie van de verschillende productieprocessen. Binnen de chemie en basismetaalindustrie is er sprake van zeer heterogene soorten producten en dus zeer heterogene soorten productieprocessen.

Ondanks bovengenoemde kanttekeningen zijn de cijfers uit figuur 4.12 wel relevant. Op basis van deze gegevens kan dus niet worden aangetoond dat de relatieve emissie-intensiteit van de chemie en basismetaalindustrie²⁹ anders uit de bus komt als er naar eenheden product wordt gekeken in plaats van de toegevoegde waarde. Anders dan bij de aardolie-industrie, lijkt de hoeveelheid broeikasgassen die vrijkomt per kilo product in Nederland hoger te liggen dan gemiddeld in Europa. Het beeld van een relatief hoge emissie-intensiteit voor de chemie en de basismetaalindustrie als het gaat om euro's toegevoegde waarde kan hiermee niet gerelativeerd worden. Dat maakt meer inzicht in de emissie-efficiëntie van de onderliggende

²⁹ Opgemerkt moet worden dat de basismetaalindustrie ook cokes produceert die in het metaalproductieproces worden gebruikt. De CO₂-emissies die vrijkomen bij de vervaardiging van cokes, worden volgens de SEEA-regels in Nederland meegeteld bij de CO₂-emissies van de basismetaalindustrie en maken ongeveer een vijfde uit van de totale CO₂-emissies van deze bedrijfstak. Voor een internationale vergelijking is van belang dat andere landen dit op dezelfde manier registreren. Dat is niet helemaal bekend. De hier gemaakte vergelijking gaat ervan uit dat in andere landen deze vervaardiging van cokes net als in Nederland in de SBI 24 cijfers is verwerkt. Deze veronderstelling wordt in ieder geval ondersteund doordat uit Eurostat cijfers blijkt dat in Europa de cokes-industrie als aparte bedrijfstak (SBI 19.1) vrijwel non-existent is.

specifieke productieprocessen des te interessanter als er wordt gestreefd naar het verder terugdringen van de broeikasgasuitstoot. Hiervoor is het noodzakelijk meer gedetailleerde cijfers te hebben, cijfers die nu niet bekend zijn.

Indicatieve resultaten

De PRODCOM statistiek is primair gericht op het meten van de economische waarde van de producten. Het meten van hoeveelheden product is secundair en daarom is de kwaliteit van deze cijfers minder goed. De PRODCOM statistiek meet de verkochte hoeveelheden product (wat niet per sé hetzelfde is als de geproduceerde hoeveelheden). De statistiek is bovendien niet specifiek ingericht om hoeveelheden product op te kunnen tellen tot totalen per productgroep of bedrijfstak. Producthoeveelheden kunnen namelijk in kilo's gemeten worden, maar ook in liters, stuks, vierkante meters et cetera.

Voor dit rapport is voor Nederland en de EU-28 een indicatieve optelling gemaakt. De meeteenheden van de basismetalaalindustrie zijn allemaal in gewichtseenheden. Voor sommige producten zijn correcties toegepast op de door Eurostat aangegeven meeteenheden (tonnen, grammen, kilogrammen et cetera). Voor de chemie is de verkochte hoeveelheid van producten met niet-gewichtseenheden omgezet in kilogrammen met behulp van zogeheten conversiefactoren. Deze factoren, afkomstig uit de internationale handelsstatistiek, zijn voor alle landen gelijk en houden een aanname in van bijvoorbeeld het gewicht van een liter verf. Op deze wijze is voor 96 procent (in Nederland en de EU-28) van de verkoopwaarde van de chemische producten een gewicht toegekend. De aanname is dat de overgebleven 4 procent weinig effect heeft op de verhouding in fysieke hoeveelheden tussen Nederland en de EU-28 en dus ook niet op de daarvan afgeleide intensiteiten. De uitkomsten zijn in lijn met de Materialenmonitor (CBS 2016), de enige andere CBS-bron met dit type gegevens.

4.4 Samenvatting van bovenstaande bevindingen

De sectorstructuur van de Nederlandse industrie is anders dan het EU-gemiddelde. De chemie is sterker in Nederland aanwezig dan in andere Europese landen. De aardolie-industrie is iets sterker vertegenwoordigd in Nederland en de basismetalaalindustrie juist iets minder dan elders. Ongeveer de helft van de hogere emissie-intensiteit van de industrie ten opzichte van de EU-28 wordt verklaard door een andere sectorstructuur op sbi 2-digit niveau. Als er dieper wordt gekeken binnen de bedrijfstakken, dan blijkt dat de structuur van de onderliggende economische activiteiten binnen de chemie een beperkte extra verklaring geeft. Na correctie voor de sectorstructuur is de emissie-intensiteit dus nog steeds hoger dan het Europese gemiddelde.

De verhouding tussen de toegevoegde waarde en de productiewaarde laat zien dat er verschillen zijn tussen Nederland en de EU-28. Vooral voor de aardolie-industrie lijkt de toegevoegde waarde in Nederland relatief laag te zijn.

De mix van industriële producten op fysiek niveau laat voor geen van de drie relevante bedrijfstakken grote verschillen met de gemiddelde productmix van de andere Europese landen zien. In de chemische productmix is alleen een relevante oververtegenwoordiging van petrochemische producten in Nederland te zien. Voor de Nederlandse aardolie-industrie lijkt de broeikasgasuitstoot per eenheid fysiek product, op basis van gegevens uit de Energiebalans, lager te liggen dan in andere Europese landen. Voor de chemie en de basismetalaalindustrie kan dat, op basis van gegevens uit de PRODCOM, niet aangetoond worden.

Bronnen

Nationale rekeningen

De nationale rekeningen worden opgesteld volgens de richtlijnen van het Europees systeem van Rekeningen (ESR). Centraal in de nationale rekeningen staat een aantal belangrijke economische indicatoren zoals het binnenlands product (bbp) en het nationaal inkomen. Bij de samenstelling van de nationale rekeningen wordt gebruik gemaakt van een groot aantal bronnen op uiteenlopende terreinen als productie, finale bestedingen, inkomen, vermogen en prijzen. Voorbeelden zijn productiestatistieken, overheidsadministraties, statistieken van de buitenlandse handel, budgetonderzoeken, investeringsstatistieken en consumenten- en producentenprijzen.

De nationale rekeningen vormen een samenhangend en geïntegreerd geheel, waarin alle variabelen op een consistente wijze met elkaar samenhangen. Dit draagt in belangrijke mate bij aan kwaliteit en gebruiksmogelijkheden. De kwaliteit wordt bevorderd doordat de definitievergelijkingen die aan het systeem ten grondslag liggen het mogelijk maken om gegevens uit verschillende statistieken aan elkaar te relateren en met elkaar te confronteren.

Voor dit onderzoek zijn uit de nationale rekeningen de gegevens voor **totale productiewaarde** en **toegevoegde waarde** gebruikt in werkelijke prijzen en in constante prijzen (i.e. op basis van prijzen van een bepaald basisjaar). Productie is gedefinieerd (volgens nationale rekeningen) als het voortbrengen van goederen en diensten onder beheer en verantwoordelijkheid van een institutionele eenheid die daarvoor arbeid, kapitaal en goederen en diensten als input gebruikt. Toegevoegde waarde is het verschil tussen de productiewaarde (basisprijzen) en het intermediair verbruik (i.e. producten verbruikt tijdens het productieproces; exclusief aftrekbare btw).

Alle Europese landen maken nationale rekeningen en leveren deze data aan bij Eurostat. Hierdoor zijn op Europees niveau vergelijkbare data beschikbaar.

Energiebalans

De energiebalans bevat cijfers over het aanbod, de omzetting en het verbruik van energie in Nederland. Deze balans wordt gemaakt per energiedrager en per sector. Energiedragers zijn grondstoffen die fungeren als bron voor energie zoals aardgas, aardolie, steenkool, hernieuwbare energie en kernenergie. Sectoren zijn de producenten of verbruikers van energie zoals de energiebedrijven, de aardolie-industrie, de nijverheid, particuliere huishoudens en het vervoer.

Emissieregistratie

De emissieregistratie is een samenwerkingsverband van verschillende kennisinstituten, waaronder CBS, TNO en RIVM. De emissieregistratie verzamelt informatie over de emissies van circa 350 voor het milieubeleid relevante stoffen en stofgroepen naar zowel water als lucht. Deze gegevens worden gecontroleerd, bewerkt en geregistreerd in de centrale database van de emissieregistratie. Er wordt o.a. gebruik gemaakt van milieujaarverslagen, CBS-statistieken (activiteitsdata, zoals energie-, verkeer- en landbouwstatistieken) en emissiefactoren (emissie per activiteitseenheid).

Een groot deel van de emissies van broeikasgassen (CO₂, CH₄, N₂O) uit stationaire bronnen worden berekend op basis van het brandstofverbruik volgens de CBS-energiestatistieken. De omvang van de emissies wordt bepaald door vermenigvuldiging van het brandstofverbruik met emissie-factoren. Voor de emissiefactoren wordt voor CO₂ gebruik gemaakt van de nationale brandstoffenlijst of van bedrijfsspecifieke data afkomstig uit de milieujaarverslagen. De emissiefactoren per brandstofsoort voor methaan en lachgas zijn ontleend aan het Nationaal Systeem voor monitoring en rapportage van broeikasgasemissies.

De jaarlijkse broeikasgasuitstoot wordt door de emissieregistratie gerapporteerd aan de EU en de IPCC. De cijfers van de emissieregistratie zijn ook een belangrijke bron voor de luchtemissierekeningen die door het CBS samengesteld worden.

Luchtemissierekeningen (air emission accounts)

De luchtemissierekeningen zijn onderdeel van de milieurekeningen van de Nationale rekeningen. De milieurekeningen worden opgesteld volgens de concepten en definities van het SEEA (system of environmental economic accounting). Het SEEA is een internationale statistische standaard. Dat betekent dat alle landen dezelfde richtlijnen gebruiken om milieurekeningen samen te stellen, waardoor de cijfers internationaal vergelijkbaar zijn. De milieurekeningen sluiten qua concepten, definities en classificaties aan bij het systeem van nationale rekeningen (SNA).

Net als de nationale rekeningen vormen de milieurekeningen een samenhangend en geïntegreerd geheel waarin alle variabelen op een consistente wijze met elkaar samenhangen. Dit draagt in belangrijke mate bij aan de kwaliteit, doordat de definitievergelijkingen die aan het systeem ten grondslag liggen het mogelijk maken om gegevens uit verschillende statistieken aan elkaar te relateren. Ook als de uitkomsten van deze statistieken niet sluiten, kan via integratie tot de meest plausibele schattingen worden gekomen. Zo moet voor vervuiling de totale herkomst van de vervuilende stoffen gelijk zijn aan de bestemming ervan. Voor materialen, zoals energieproducten, moet het aanbod gelijk zijn aan het verbruik. Hierdoor zijn de cijfers altijd volgtijdelijk vergelijkbaar.

In de luchtemissierekeningen worden de emissies van schadelijke stoffen naar lucht beschreven voor zover die samenhangen met Nederlandse economische activiteiten en zijn veroorzaakt door Nederlandse ingezetenen. Daar zitten ook de emissies bij van Nederlanders in het buitenland, maar niet de emissies die niet-ingezetenen in Nederland veroorzaken. De emissies worden geregistreerd voor de afzonderlijke economische activiteiten op de plek waar deze activiteiten daadwerkelijk plaatsvinden.

De emissies kunnen op nationaal niveau, maar ook op bedrijfstakniveau worden vergeleken met macro-economische indicatoren zoals het bruto binnenlands product (bbp) en de werkgelegenheid. Door de aansluiting bij de definities van de nationale rekeningen kan worden bekeken in hoeverre de uitstoot van broeikasgassen is ontkoppeld van de economische groei. Bovendien kunnen deze cijfers worden gebruikt voor milieueconomische analyses waarmee de achterliggende factoren van de ontwikkeling van CO₂-emissies kunnen worden verklaard.

De luchtemissierekeningen worden samengesteld op basis van de gegevens van de Nederlandse Emissieregistratie (zie hierboven) en gegevens uit de Nationale rekeningen.

Emissies van niet ingezetenen in Nederland en de emissies van Nederlanders in het buitenland volgen uit gegevens over verkeer- en vervoersprestaties, de nationale rekeningen, energierekeningen en cijfers over toerisme.

Sinds 2014 is een Europese verplichting (verordening 691/2011) van kracht waardoor alle EU landen verplicht zijn elk jaar hun data over de luchtemissierekeningen bij Eurostat aan te leveren. Hierdoor zijn op Europees niveau vergelijkbare data beschikbaar.

Centraal in dit onderzoek staat de vergelijking op basis van de emissie-intensiteit. De **emissie-intensiteit** van een bedrijfstak wordt berekend door de broeikasgasemissies te delen door de toevoegende waarde in constante prijzen. Deze kan vergeleken worden zowel in de tijd, tussen bedrijfstakken, als met andere landen.

Productie statistieken

De productiestatistieken (PS-en) geven een beeld van de werkgelegenheid in en het financiële reilen en zeilen van een bedrijfstak. De jaarlijkse productiestatistiek van de industrie verschaft inzicht in de verschillende opbrengsten en kosten van de bedrijfstak. Tevens levert deze statistiek informatie op over de ingekochte grond- en hulpstoffen.

Van bedrijven met minder dan 10 werkzame personen (kleinbedrijf) wordt de informatie verkregen uit registraties van de Belastingdienst of door middel van enquêtering op steekproefbasis. Dit is afhankelijk van de bruikbaarheid van de fiscale informatie voor statistische doeleinden en varieert per branche/bedrijfstak. Bedrijven met 10 tot 50 werkzame personen worden steekproefsgewijs benaderd met een vragenlijst. Bedrijven met 50 of meer werkzame personen ontvangen allemaal een enquêteformulier.

De PS-en zijn een Europees verplichte statistiek. Deze worden uit de verschillende landen door Eurostat verwerkt in de structural business statistics (SBS).

Prodcom statistiek (verkoop van industriële producten)

Het doel van de Prodcom statistiek is het in kaart brengen van de industriële productie per product. In combinatie met gegevens van de internationale handel kan de omvang van de interne markt vastgesteld worden door het exportsaldo van de industriële productie af te trekken. Op deze manier wordt zowel de omvang van de Nederlandse interne markt, als de omvang van de interne markt van de Europese Unie vastgesteld. De landelijke statistische bureaus zijn verplicht om aan Eurostat gegevens te verstrekken over de industriële productie per product. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de Prodcom-lijst, een lijst van industriële producten welke jaarlijks wordt vastgesteld door de Europese Unie.

De Prodcom-statistiek is een integraal onderzoek onder bedrijfseenheden in de delfstoffenwinning en industrie met 20 of meer werkzame personen.

Referenties

CBS (2016) Pol- de Jongh, L.A., Keller, K. en Delahaye, R., Material flow monitor, time series 2008-2014, Den Haag/Heerlen/Bonaire.

CBS (2018) Monitor Brede Welvaart 2018, Den Haag/Heerlen/Bonaire.

DNB (2018), [Economische gevolgen CO₂-belasting zijn te overzien](#), 30 oktober 2018.

ECN (2010), Raffinaderijen naar 2030, ECN-E--10-064.

ECN (2017), [Uitstoot omhoog door industrie en verwarming kantoren en woningen](#), 4 september 2017.

Wanders (2017), Reducing CO₂ emissions of the Dutch refining industry towards 2050: Analysing CO₂ reducing alternatives by applying an extended Technology Assessment, TU Delft.

Medewerkers

Auteurs

Remco Kaashoek
Arthur Denneman
Krista Keller
Sjoerd Schenau

Met medewerking van

Sander Brummelkamp
Roel Delahaye
Bas Guis
Henk Koele
Wai King Meijer-Cheung
Britt Peeters
Maarten van Rossum

