



CO2-emissies uit elektriciteitsopwekking binnen ETS

Bart van Wezel, Reinoud Segers, Bas Guis en Kathleen Geertjes

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	3
2.	Methode	4
2.1	Gebruikte begrippen	4
2.2	Beschrijving bestaande data	4
2.3	Koppelen en bewerken van data	5
2.4	Inzet WKK-brandstof: toerekening aan elektriciteit en warmte	7
3.	Resultaten	8
3.1	Samenvattende tabel	8
3.2	Extra uitsplitsingen	9
4.	Bronnen	11

1. Inleiding

In het Regeerakkoord is afgesproken dat er minimumprijs komt voor CO₂-emissies gerelateerd aan elektriciteitsproductie binnen het Europese Handelssysteem voor CO₂-emissies (ETS). De ministeries werken nu aan voorbereiding van wetgeving om deze afspraak uit te voeren en daarvoor is het wenselijk om te weten hoe de elektriciteitsproductie binnen ETS is opgebouwd en welke CO₂-emissies er momenteel mee gemoeid zijn. Het CBS heeft daarom een aanvullende opdracht van het Ministerie van Financiën uitgevoerd om een overzicht te maken van de elektriciteitsproductie binnen ETS en de gerelateerde CO₂-emissies over het jaar 2016. Dit rapport beschrijft dit overzicht, geeft uitleg over de gebruikte methoden en de relatie met reeds bestaande statistieken over CO₂ en elektriciteitsproductie.

Hoofdstuk 2 van dit rapport beschrijft de gebruikte data en methoden, hoofdstuk 3 geeft de resultaten.

2. Methode

Uitgangspunt voor dit onderzoek is dat gebruik is gemaakt van data die al door het CBS en de Nederlandse Emissieautoriteit (NEa) zijn verzameld voor bestaande statistieken of administratieve taken bij het beheer van ETS. Dat is efficiënt voor het CBS en voorkomt extra administratieve lasten. Omdat bestaande data het uitgangspunt zijn, worden allereerst deze datasets beschreven. Daarna volgen de bewerkingen.

2.1 Gebruikte begrippen

Het CBS geeft een andere betekenis aan de begrippen installatie en eenheid dan de NEa. Daarom is het goed om hier even bij stil te staan.

Het CBS spreekt over elektriciteitsproductie-installaties, bedrijfsonderdelen en bedrijfseenheden. Een installatie is de kleinste eenheid, bestaande uit een ketel en een generator. Een voorbeeld van een installatie is de Amer 8 centrale. Een bedrijfsonderdeel is vaak een locatie (plant) waar één of meerdere elektriciteitsproductie-installaties kunnen staan. Soms bevat een bedrijfsonderdeel meerdere locaties. Een bedrijfseenheid is een economische eenheid en kan meerdere bedrijfsonderdelen omvatten. Een bedrijfsonderdeel is altijd onderdeel van een bedrijfseenheid, wat een joint-venture zou kunnen zijn. Indien het eigenaarschap voor delen van een locatie anders geregeld is, zal de betreffende locatie voor het CBS in meerdere bedrijfseenheden uiteenvallen.

De NEa spreekt over inrichtingen/installaties en technische eenheden (de emissiebronnen). Een inrichting (of installatie) is een locatie (plant) met een reeks samenhangende activiteiten. Per inrichting wordt doorgaans de CO₂ emissie vastgesteld, ook als het eigenaarschap verdeeld is. Een inrichting kan meerdere eenheden omvatten, vaak overeenstemmend met wat het CBS een installatie noemt.

2.2 Beschrijving bestaande data

2.2.1 Database productiemiddelen elektriciteit

Het CBS beheert een database met elektriciteitsproductie-installaties. Deze database bevat de gegevens van de in Nederland opgestelde stoomturbines, gasturbines en steg-eenheden. De inzet- en productiegegevens van deze installaties worden elk jaar op individuele basis waargenomen. Voorbeelden zijn de aardgas- en kolencentrales, de kerncentrale in Borssele, afvalverbrandings-installaties en installaties opgesteld bij industriële bedrijven.

Het grootste deel van de opgestelde gasmotoren zit niet op individuele basis in de database. Gasmotoren worden op verschillende manieren waargenomen. Gasmotoren in beheer van bedrijven die jaarlijks de gegevens over hun stoomturbines, gasturbines en steg-eenheden opgeven, worden op deze manier ook waargenomen. Dit is echter slechts een klein deel van de opgestelde gasmotoren. De sector waarin de meeste gasmotoren staan opgesteld is de glastuinbouw. Deze worden via klantenbestanden van netbedrijven waargenomen.

2.2.2 Lijst van vergunninghouders van de NEa

De NEa heeft informatie ter beschikking gesteld over alle vergunningen voor het jaar 2016. Per vergunning betreft dit informatie over de bedrijfsnaam, locatiennaam, installatiennaam, thermisch ingangsvermogen, adresgegevens van de locatie, de emissies over 2016 en een aanduiding of de vergunning een elektriciteitsopwekker betreft of niet.

2.2.3 Database van de emissieregistratie

In de CBS database van de productiemiddelen elektriciteit staan alleen energiegegevens, geen gegevens over emissies. Bij aardgas is berekening van de emissies uit het verbruik eenduidig te bepalen, omdat de emissiefactor van aardgas voor alle installaties hetzelfde is en jaarlijks wordt vastgesteld door de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) in de [Nederlandse lijst van energiedragers en standaard CO₂ emissiefactoren](#). Voor veel andere brandstoffen is de omrekening niet rechttoe rechtaan en worden de NEa-gegevens gekoppeld aan de CBS energiegegevens door per bedrijf een emissiefactor vast te stellen. Jaarlijks gebeurt dit bij het samenstellen van de database voor de emissieregistratie.

De database wordt jaarlijks gevoed door energiegegevens uit de database voor de CBS-Energiebalans en data van de NEa voor de CO₂-emissies. Binnen deze database wordt geen onderscheid gemaakt tussen energieverbruik via verbranding van brandstoffen in installaties met opwekking van elektriciteit en verbranding van brandstoffen in installaties met opwekking van alleen warmte.

2.3 Koppelen en bewerken van data

2.3.1 Identificeren ETS-installaties binnen database productiemiddelen elektriciteit

In de database productiemiddelen elektriciteit zijn de ruim 300 CBS-elektriciteitsproductie-installaties individueel nagelopen en is beoordeeld of deze voorkwamen op de lijst met vergunninghouders van de NEa. De naamgeving van de installatie, locatie, inrichting en bedrijf, aangevuld met adresgegevens werden gebruikt voor de koppeling. Deze gekoppelde installaties hebben het label *ETS* gekregen. De resultaten zullen in dit rapport zodanig geaggregeerd worden weergegeven, dat de gegevens van individuele bedrijven niet te herleiden zijn.

2.3.2 Maken schatting voor de glastuinbouw

De elektriciteitsproductie-installaties van de glastuinbouw worden niet individueel volledig waargenomen door het CBS. In plaats daarvan wordt gebruik gemaakt van de data van netbeheerders over de bruto elektriciteitsproductie per aansluiting voor ongeveer de helft van de aansluitingen in combinatie met data van de netbeheerders over de piekteruglevering van elektriciteit van alle aansluitingen aan het openbare net van glastuinders. Sommige (grote) glastuinders hebben een gezamenlijke aansluiting op het openbare net, bijvoorbeeld bij het cluster ECW in de kop van Noord-Holland. Van deze glastuinders, die voor een deel in ETS zouden kunnen zitten, heeft het CBS geen individuele data.

Binnen de glastuinbouw wordt soms samengewerkt bij de opwekking van elektriciteit. Deze opwekking kan de vorm krijgen van de oprichting van een gezamenlijk energiebedrijf, waarbij dan de vraag is aan welke sector dit bedrijf moet worden toegedeeld (energie of landbouw). Het CBS heeft ervoor gekozen om deze energiebedrijven volledig aan de landbouw toe te schrijven, welke benadering ook gevolgd wordt in de [Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw](#). Een beperkt deel van de glastuinbouw valt onder ETS. Uit data van de NEa is af te leiden welke glastuinbouwbedrijven dat zijn. Daar zitten ook een paar energiebedrijven bij die waarschijnlijk bestaan uit een samenwerkingsverband van glastuinders. Voor deze studie zijn deze bedrijven ook tot de glastuinbouw gerekend, om aan te sluiten bij de data van het CBS.

Zoals hierboven uitgelegd zijn de ETS bedrijven gelieerd aan de glastuinbouw niet één op één te koppelen aan statistische eenheden zoals waargenomen door het CBS. Dat beperkt de mogelijkheden tot integratie van data. Er is daarom voor gekozen om voor de glastuinbouw een schattingsmethode te gebruiken. Deze ziet er als volgt uit:

Er zijn 19 ETS vergunningen geïdentificeerd in de sector landbouw. Vanuit de NEa zijn fossiele CO₂ emissie en fossiele energieverbruik bekend. Voor fossiel energieverbruik wordt ervan uitgegaan dat dit allemaal aardgas betreft. Verder is bekend welke installaties opgesteld staan bij deze bedrijven (ketels, wkk) en de bijbehorende vermogens. Deze bedrijven zijn gekoppeld aan de elektriciteitsproductie- en inzetgegevens die bij het CBS bekend zijn. Dit betreft voor 12 bedrijven de elektriciteitsproductie uit de klantenbestanden. Met 40% rendement wordt hiermee de inzet van aardgas geschat. Van de overige 7 bedrijven wordt de aardgasinzet voor elektriciteitsproductie geschat door het fossiele energieverbruik zoals waargenomen door de NEa naar rato te verdelen over ketels en wkk op basis van de bekende vermogens. Deze methode is voor de glastuinbouw ETS sec relatief grof, maar is, gezien de relatief kleine bijdrage van de glastuinbouw aan het totaal, voldoende nauwkeurig voor de berekening van de totalen.

2.3.3 Vaststellen emissiefactoren voor brandstoffen

Bij aardgas is standaard uitgegaan van een emissiefactor van 56,5 kg CO₂/GJ, zoals deze jaarlijks wordt vastgesteld door RVO (RVO, 2016).

Voor veel andere brandstoffen is de omrekening niet rechttoe rechtaan en worden de NEa-gegevens gekoppeld aan de CBS energiegegevens door per bedrijf een emissiefactor vast te stellen. Sommige energiedragers spelen niet alleen een rol binnen de elektriciteitsproductie, maar bestaan ook voor een deel uit procesemissies. Bij de berekeningen is voor deze energiedragers één emissiefactor per bedrijf bepaald, onafhankelijk van de verschillende processen. Dit sluit aan bij de normale methodiek binnen het CBS.

De verbrandingswaarde van steenkool varieert per berichtgever en per periode. De gemiddelde waarden tussen 2010 en 2016 varieerde tussen 24,7 GJ/ton en 25,2 GJ/ton. De emissiefactoren van de ingezette steenkool zijn bepaald als de factor tussen de energie-inzet gegevens welke is waargenomen door het CBS en de bedrijfsemisies zoals waargenomen door de NEa. De gemiddelde emissiefactor in 2016 was 93,1 kg CO₂/GJ.

De verbrandingswaarden en emissiefactoren van kolengassen, olie-restgassen en overige fossiele brandstoffen zijn gemiddelden en hangen af van de relatieve bijdrage van de verschillende brandstoffen die in een gegeven jaar zijn ingezet. Kolengassen en industrieel afval (onderdeel van overige fossiele brandstoffen) neemt het CBS direct waar in energetische eenheden. Daarvoor is dus geen verbrandingswaarde bekend bij het CBS.

Bij de kolengassen wordt in de berekeningen uitgegaan van de emissiefactoren cokesovengas 42,8 kg CO₂/GJ en hoogovengas 248,875 kg CO₂/GJ. Deze wijkt iets af van de standaard emissiefactor 247,4 kg CO₂/GJ (RVO, 2016). Dit komt doordat de gepubliceerde NEa emissies uitgangspunt zijn in de berekeningen. De inzetten in GJ uit de elektriciteitsstatistiek kunnen daarvan iets afwijken als gevolg van statistische verschillen. Met de 'reken'-emissiefactor worden de twee statistische gegevens gekoppeld, zodat de emissies die volgen uit de elektriciteitsstatistiek aansluiten op de emissies zoals door de NEa worden waargenomen. Bij olie-restgassen kwam de gemiddelde emissiefactor van de ingezette restgassen uit op 63,2 kg CO₂/GJ. Stookolie, diesel en industrieel afval vallen onder overig fossiel. De gemiddelde emissiefactor van overig fossiel was 77,5 kg CO₂/GJ in 2016.

2.4 Inzet WKK-brandstof: toerekening aan elektriciteit en warmte

De beoogde minimum CO₂ prijs is alleen van toepassing op de CO₂ gerelateerd aan elektriciteitsproductie, niet aan de CO₂ voor warmteproductie. Veel installaties maken zowel elektriciteit als warmte (warmtekrachtkoppeling). In die gevallen is het nodig om de brandstofinzet en de resulterende CO₂-emissies te splitsen in een deel dat wordt toegerekend aan de geproduceerde elektriciteit en een deel dat wordt toegerekend aan de geproduceerde warmte. Meerdere methodes zijn denkbaar om die splitsing te bepalen. In dit rapport is een methode op basis van exergie toegepast.

Exergie is een fysisch begrip voor de maat van de hoeveelheid energie, rekening houdend met het feit dat er voor sommige energieomzetting fysische grenzen zijn aan het rendement (lager dan 100 procent). Zo kan elektriciteit met 100 procent rendement worden omgezet in warmte, maar andersom kan niet. Hoe lager het temperatuurniveau van de warmte, des te lager het fysisch haalbare rendement.

Bij splitsen op basis van exergie wordt de brandstofinzet van de WKK-installaties gesplitst op basis van de geproduceerde elektriciteit en warmte, gewogen met een exergiefactor. Voor elektriciteit is deze 1 en voor warmte is deze lager en afhankelijk van het temperatuurniveau. Voor toepassing op de beschikbare data worden twee temperatuurniveau's onderscheiden: stoom (exergiefactor 0,4) en warm water (exergiefactor 0,2). Deze factoren komen uit het oude Protocol Monitoring Duurzame Energie (Bosselaar en Gerlagh, 2006).

3. Resultaten

3.1 Samenvattende tabel

3.1.1 Beschrijving

Tabel 1 beschrijft de brandstofinzet, energieproductie en CO₂-emissies van elektriciteitsproductie-installaties binnen in ETS in 2016. Aardgas en steenkool zijn de dominante brandstoffen. Aardgas is het belangrijkste in energetische termen, steenkool in termen van CO₂ uitstoot.

Tabel 1.

Brandstofinzet, CO ₂ -emissie en energieproductie van elektriciteitsproductie-installaties binnen ETS in 2016								
Brandstof	Inzet	CO ₂ -emissiefactor	CO ₂ -emissie	Elektriciteitsproductie	Warmteproductie	Warmteproductie	Brandstof inzet en Emissie toegerekend aan Eprod obv Methode exergie ³⁾ op	
							Brandstof inzet	Emissie
	PJ	kg/GJ	mln kg	PJ	PJ	PJ	PJ	mln kg
Totaal CBS-installaties								
Aardgas	379	56,5	21.420	160	84	19	303,6	17.153
Steenkool	305	93,1	28.371	132	-	4	303,1	28.227
Kolengassen	26	235,5	6.150	10	2	-	24,1	5.716
Olie-restgassen	16	63,2	981	4	6	0	10,1	637
Overig fossiel ¹⁾	1,5	77,5	113,4	1	0	0	1,5	112,6
Totaal	727		57.036	307	92	23	642	51.846
CBS-Installaties met alleen opwekking van elektriciteit								
Aardgas	155	56,5	8.740	85	-	-	154,7	8.740
Steenkool, kolengassen, Olie-restgassen en overig fossiel ²⁾	284	100,5	28.594	123	-	-	284,5	28.594
Totaal	439		37.334	208	0	0	439	37.334
CBS-Installaties met opwekking van elektriciteit en warmte								
Aardgas	224	56,5	12.680	74	84	19	148,9	8.414
Steenkool, kolengassen, Olie-restgassen en overig fossiel ²⁾	63	111,0	7.022	24	8	4	54,3	6.098
Totaal	288		19.702	99	92	23	203	14.512

¹⁾ Overig fossiel is inclusief industrieel afval

²⁾ In verband met geheimhoudingsverplichting wordt de WKK/Niet-WKK verdeling van de gegevens betreffende steenkool, kolengassen, olie-restgassen en overig fossiel alleen als totaal gepubliceerd.

³⁾ De exergiemethode is toegepast met de aanname dat de elektriciteitsproductie weegt met een factor 1, stoomproductie met 0,4 en warm waterproductie met 0,2.

Bij ongeveer 60 procent van de inzet van aardgas voor elektriciteitsproductie vindt ook gelijktijdige warmteproductie plaats, meestal in de vorm van stoom. In de betreffende installaties is de warmteproductie gemiddeld zelfs groter dan de elektriciteitsproductie.

Indien de brandstofinzet wordt verdeeld over elektriciteit en warmte op basis van exergie, dan is de totale CO₂-emissie die wordt toegerekend aan elektriciteit ongeveer 10 procent lager dan de totale emissie van CO₂ van de elektriciteit producerende installaties binnen ETS. Uiteraard zijn bij individuele installaties de verschillen veel groter.

Vergelijking met andere statistieken CBS en NEa.

De totale elektriciteitsproductie van de gekoppelde CBS-NEa bedrijven in 2016 is 307 PJ, ofwel 85,3 miljard kWh. Dit is driekwart van de totale Nederlandse elektriciteitsproductie ([CBS statline, 2017a](#)).

Op de kerncentrale na zit alle centrale elektriciteitsproductie in ETS. Dit betreft 72,7 miljard kWh.

Van de decentrale elektriciteitsproductie is 12,6 TWh van de 38,5 TWh betrokken bij ETS. Als elektriciteit uit de afvalverbrandingsinstallaties en uit zon, wind en water buiten beschouwing gelaten wordt, dan is 12,6 TWh van de 24,7 TWh decentrale productie onderdeel van het ETS systeem.

De ETS bedrijven hebben in totaal 727 PJ aan fossiele brandstoffen verbruikt voor de elektriciteits- en warmteproductie. Dit is ongeveer 90 procent van de totale Nederlandse inzet aan fossiele brandstoffen voor de elektriciteits- en warmteproductie ([CBS statline, 2017b](#)).

In de 2016 cijfers zijn de gegevens van zeven kolencentrales verwerkt. In 2017 zijn twee van deze installaties stopgezet in het kader van de afspraken in het Energie akkoord van 2013.

3.2 Extra uitsplitsingen

3.2.1 Uitsplitsing naar grootteklasse van emissies

In tabel 2 worden de resultaten weergegeven van de emissies naar grootte van de inrichtingen. In 2016 werd 80 procent van de uitstoot gerealiseerd door de 15 grootste inrichtingen met een uitstoot van 1000 Mton of meer.

Tabel 2.

	Emissie (mln kg)	Aantal
<10 Mton	122	40
10-100 Mton	1.793	47
100-500 Mton	4.813	25
500-1000 Mton	4.968	7
>1000 Mton	45.340	15

3.2.2 Uitsplitsing naar type sector

In tabel 3 worden de resultaten weergegeven naar sector. De sectoren komen overeen met de sectoren zoals ook gebruikt in de tabel 'Productiemiddelen elektriciteit' op Statline. Hierbij wordt een installatie aan de betreffende sector toegekend op basis van de locatie van de installatie. Dit betekent dat installaties die worden beheerd door energiebedrijven ten bate van een bepaalde locatie ('joint-ventures') in de tabel zijn verwerkt in de sector van de locatie.

Vanwege geheimhoudingsplicht kunnen de installaties met alleen opwekking van elektriciteit niet naar sector getoond worden. Het overgrote deel van deze installaties betreft centrale productie.

Tabel 3.

Brandstofinzet, CO ₂ -emissie en energieproductie van elektriciteitsproductie-installaties naar sector binnen ETS in 2016									
Sectoren	Brandstof	Inzet	CO ₂ -emissiefactor	CO ₂ -emissie	Elektriciteitsproductie	Warmteproductie	Warmteproductie	Inzet en emissie toegerekend aan elektriciteitsproductie obv exergiemethode ²⁾	
						Stoom	Warm water	Brandstof inzet	Emissie
		PJ	kg/GJ	mIn kg	PJ	PJ	PJ	PJ	mIn kg
	CBS-Installaties met alleen opwekking van elektriciteit								
	Aardgas	154,7	56,5	8.740	85	-	-	154,7	8.740
	Steenkool, kolengassen, olie-restgassen en overig fossiel ¹⁾	284,5	100,5	28.594	123	-	-	284,5	28.594
	CBS-Installaties met opwekking van elektriciteit en warmte								
Centraal	Aardgas	72,4	56,5	4.091	29	13	13	56,9	3.212
	Steenkool, kolengassen, olie-restgassen en overig fossiel ¹⁾	46,5	121,4	5.640	20	1	4	44,4	5.392
Land- en tuinbouw	Aardgas	6,5	56,5	367	3	-	3	5,3	301
Raffinaderijen en winningsbedrijven	Aardgas	18,4	56,5	1.039	5	6	0	12,5	707
	Steenkool, kolengassen, olie-restgassen en overig fossiel ¹⁾	6,7	64,1	428	2	3	-	4	258
Voedings- en genotmiddelen	Aardgas	19,8	56,5	1.120	5	12	1	9,8	556
Papier	Aardgas	15,0	56,5	846	4	8	0	8,1	456
Chemie	Aardgas	81,0	56,5	4.575	25	42	0	48,5	2.740
	Steenkool, kolengassen, olie-restgassen en overig fossiel ¹⁾	7,6	54,9	420	3	3	0	5	275
Overige industrie	Aardgas	4,9	56,5	274	1	3	0	2,5	140
	Steenkool, kolengassen, olie-restgassen en overig fossiel ¹⁾	2,5	214,2	533	0,3	2	-	1	173
Energiebedrijven decentraal ³⁾	Aardgas	4,4	56,5	248	2	-	2	3,5	199
Overige producenten	Aardgas	2,1	56,5	121	1	0	1	1,8	103

¹⁾ In verband met geheimhoudingsverplichting wordt de WKK/Niet-WKK verdeling van de gegevens betreffende steenkool, kolengassen, olie-restgassen en overig fossiel (inclusief industrieel afval) alleen als totaal gepubliceerd.

²⁾ De exergiemethode is toegepast op de microgegevens met de aanname dat de elektriciteitsproductie weegt met een factor 1, stoomproductie met 0,4 en warm waterproductie met 0,2.

³⁾ Distributiebedrijven in de tabel Productiemiddelen elektriciteit op statline.

4. Bronnen

- Bosselaar, L. en Gerlagh, T. (2006), SenterNovem (Publicatienummer 2DEN0611), Protocol Monitoring Duurzame Energie, Update 2006.
- CBS statline (2017a), [Elektriciteit, productie en productiemiddelen](#).
- CBS statline (2017b), [Elektriciteit en warmte; productie en inzet naar energiedrager](#).
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2016), [Nederlandse lijst van energiedragers en standaard CO2 emissiefactoren 2016](#).
- Van der Velden, N. en Smit, P., Wageningen Economic Research (2017), [Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2016](#).