

# Emissiekentallen elektriciteit

Kentallen voor grijze en 'niet-geormerkte stroom' inclusief upstream-emissies

**Notitie:**

Delft, januari 2015

**Opgesteld door:**

M.B.J. (Matthijs) Otten

M.R. (Maarten) Afman





## 1 Inleiding

In de studie 'STREAM personenvervoer 2014' (CE Delft 2014b) heeft CE Delft op basis van cijfers uit de rapportage Achtergrondgegevens stroom-etikettering, emissiekentallen voor elektriciteit (gemiddelde Nederlandse mix) gerapporteerd. In aanvulling op de gegevens van de stroometikettering zijn in STREAM ook de emissies in de voorketen van de elektriciteitscentrale meegenomen en worden ook de NO<sub>x</sub>-, PM<sub>10</sub>-, SO<sub>2</sub>- en VOS-emissies gerapporteerd.

Milieu Centraal en Stichting Stimular hebben CE Delft gevraagd om met dezelfde ketenmethodiek als toegepast in CE Delft (2014b), emissiekentallen voor elektriciteit met basisjaar 2013 te bepalen. Milieu Centraal en Stichting Stimular vragen om een emissiekental voor grijze stroom en een kengetal voor niet-geormerkte stroom (gemiddelde stroom: Nederlandse mix groen + grijs).

Het doel hiervan is dat bedrijven en particulieren deze kentallen kunnen gebruiken om de bijbehorende milieubelasting van hun stroomgebruik te berekenen op het moment dat ze ofwel grijze stroom afnemen ofwel niet weten welke stroom er afgenomen wordt (bijvoorbeeld in huursituaties of bij het opladen van hun elektrische auto langs de weg).

## 2 Methodiek

Om de emissies van stroom te bepalen zijn verschillende benaderingen mogelijk voor het bepalen van de herkomst van elektriciteit (de samenstelling van energiebronnen). Twee benaderingen die voor de bronsamenstelling kunnen worden gevolgd zijn:

1. Fysiek binnenlands productiesysteem, aangevuld met fysieke import/export.
2. Idem, aangevuld met hernieuwbare energie op basis van garanties van oorsprong.

In deze notitie zal beknopt worden ingegaan op dit onderscheid. In het kort komt het erop neer dat bij de fysieke benadering voor de gemiddelde elektriciteitsmix wordt uitgegaan van de productie van elektriciteit in Nederland, aangevuld met het netto saldo van fysieke im-/export met omliggende landen. Deze benadering is toegepast in CE Delft, 2014b met de gedachte dat de gebruikers geen directe invloed hebben op de bronsamenstelling en dat het aandeel hernieuwbare elektriciteit daarin tot stand komt dankzij beleidsinstrumenten van de overheid. Voor de gebruikers wordt in dit geval geen onderscheid gemaakt tussen grijze en groene stroom tenzij de stroomopwekking fysiek aan het verbruik gekoppeld is.

De tweede benadering (administratieve) neemt de garanties van oorsprong van hernieuwbare elektriciteit (GvO) mee. Het GvO-systeem is een wettelijk boekhoudkundig systeem waarmee geproduceerde hernieuwbare elektriciteit apart vastgelegd wordt (elektriciteitswet 1998, art. 73-77; ministeriële regeling Garanties van Oorsprong voor energie uit hernieuwbare energiebronnen en HR-WKK-elektriciteit). Leveranciers die hernieuwbare elektriciteit ('groene stroom') als apart product leveren aan eindgebruikers, zijn verplicht om ook de GvO's die daarbij horen te verstrekken. Garanties van oorsprong van hernieuwbare elektriciteit uit andere EU-lidstaten zijn in beginsel gelijkgesteld aan Nederlandse garanties van oorsprong.

In deze benadering wordt op eindgebruikersniveau grijze en groene stroom onderscheiden op basis van GvO's. Nederland kent al geruime tijd een grote netto-import van GvO's voor hernieuwbare elektriciteit, met name uit Scandinavische landen.

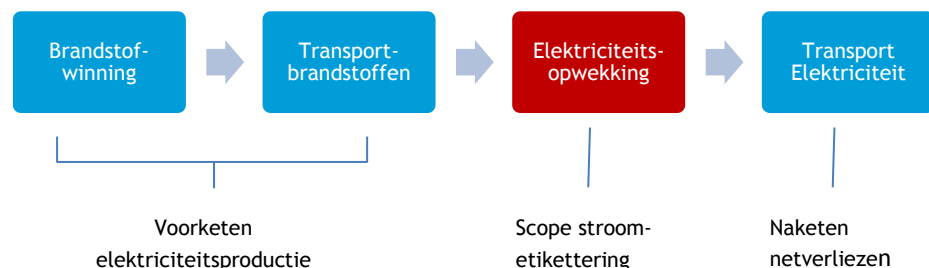


Het gevraagde kental voor grijze stroom impliceert dat de gevraagde kentallen door Milieu centraal en Stichting Stimular uitgaan van de tweede benadering. Voor het kental van gemiddelde (niet-geormerkte) stroom betekent dit dat de stroommix een aandeel hernieuwbare elektriciteit heeft volgens het aandeel GVO's voor hernieuwbare energie. In CE Delft 2014a is deze benadering toegepast in het kental van de 'gemiddelde leveringsmix'. Omdat het aandeel hernieuwbaar op basis van GVO's groter is dan van op basis van de productie van hernieuwbare energie in Nederland, komt het CO<sub>2</sub>-kental van de gemiddelde mix op de administratieve methode lager uit dan volgens de fysieke methode (zoals in CE Delft 2014b). Voor de kentallen van grijze stroom én niet geormerkte stroom wordt in deze notitie dus uitgegaan van de administratieve methode.

Voor het bepalen van de emissies is de volgende methodiek toegepast. De CO<sub>2</sub>-emissies van de elektriciteitsproductie zijn overgenomen uit de achtergrondgegevens stroometikettering 2013 (CE Delft 2014a). Grijze stroom is gebaseerd op de kentallen voor de 'productie mix grijze stroom' en 'import mix grijze stroom'. Niet-geormerkte stroom is gebaseerd op het kental van de 'leveringsmix groene en grijze stroom'.

In (CE Delft 2014a) wordt uitgegaan van de CO<sub>2</sub>-emissies van verbranding van fossiele brandstoffen en worden de CO<sub>2</sub>-emissies in de voor- en naketen van de elektriciteitsproductie niet gerapporteerd. Om tot de volledige ketenemissies van elektriciteitsopwekking te komen dient ook rekening gehouden te worden met emissies die vrijkomen bij het aanleveren, produceren en winnen van de brandstoffen (zie Figuur 1) en met de netverliezen die optreden bij het elektriciteitstransport naar de afnemer.

Figuur 1 Fysieke keten van elektriciteitsopwekking



In deze notitie worden de CO<sub>2</sub>-emissies in de voor- en naketen van elektriciteitsproductie gebaseerd op Ecoinvent-versie 3.0.1. Voor de totale ketenemissies gaat het om CO<sub>2</sub>-equivalenten en zijn dus ook andere broeikasgassen meegenomen. Voor de modellering zijn de hoeveelheden benodigde brandstof voor elektriciteitsopwekking o.b.v. CE Delft, 2014a als uitgangspunt gebruikt. De totale ketenemissies (inclusief centrale en netverliezen) van luchtvervuilende emissies zijn ook gebaseerd op Ecoinvent 3.0.1., uitgaande van de hoeveelheden benodigde brandstof volgens CE Delft, 2014a. De netverliezen bedragen gemiddeld 5%. Dit wil zeggen dat er 105 MJ elektriciteit opgewekt moet worden om 100 MJ bij de klant te krijgen.

### 3 Samenstelling Nederlandse elektriciteit 2013

Op basis van de volumestromen van elektriciteit in 2013 (CE Delft, 2014a) zijn aandelen voor grijze stroom en niet-geormerkte stroom aangenomen zoals aangegeven in Tabel 1.

Tabel 1 Volumestromen elektriciteit in Nederland in 2013

GWh	Aandeel in niet geormerkte stroom	Aandeel in grijze stroom
<b>Productie binnenland</b>		
Productie grijs (centraal en decentraal)	53%	81,62%
Productie groen	9%	-
<b>Import</b>		
Import grijs	12%	18,38%
Import groen	26%	-

Bron: Achtergrond stroometikettering, 2013.

### 4 Grijze stroom

Grijze stroom in 2013 bestaat uit in Nederland geproduceerde stroom (82%) en geïmporteerde grijze stroom (18%). In Tabel 2 is aangegeven hoe het CO<sub>2</sub>-kental van grijze elektriciteit is opgebouwd. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen de CO<sub>2</sub>-emissies in de centrale (zoals in CE Delft, 2014a) en de CO<sub>2</sub>-emissies in de voor- en naketen. In Tabel 3 zijn naast CO<sub>2</sub>-ketenemissies ook de luchtvervuilende emissies van de totale keten gegeven. De kentallen voor grijze stroom kunnen gebruikt worden voor in Nederland verbruikte elektriciteit die grijs is (niet-hernieuwbare elektriciteit).

Tabel 2 CO<sub>2</sub>-emissies grijze stroom van centrale, voor- en naketen en totale ketenemissies

	CO <sub>2</sub> -emissies centrale* (gram CO <sub>2</sub> /kWh)	Emissies in de voor- en naketen (gram CO <sub>2</sub> -eq/kWh)	Totale ketenemissies (gram CO <sub>2</sub> -eq/kWh)
Elektriciteit, productie grijs NL (82%)	447	58	505
Elektriciteit import grijs (18%)	537	87	624
<b>Elektriciteit grijs gemiddeld</b>	<b>464</b>	<b>62</b>	<b>526</b>

\* Emissies volgens CE Delft, 2014a.

Tabel 3 CO<sub>2</sub>- en luchtvervuilende ketenemissies grijze stroom

	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	PM	VOS	SO <sub>2</sub>
	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh
Grijze stroom	526	0,71	0,03	0,56	0,39

## 5 Niet-geormerkte stroom

Voor niet-geormerkte elektriciteit wordt uitgegaan van een aandeel hernieuwbare stroom van 35% op basis van het aandeel geleverde stroom met groencertificaten en 65% grijze stroom (import en export). In Tabel 4 is aangegeven hoe het CO<sub>2</sub>-kental van niet-geormerkte elektriciteit is opgebouwd. Voor in Nederland geproduceerde hernieuwbare elektriciteit wordt op basis van CE Delft, 2014a uitgegaan van windenergie (46%, geen emissies) en energie uit biomassa (54%). Voor de geïmporteerde hernieuwbare energie wordt uitgegaan van 85% elektriciteit uit waterkracht, 5% uit biomassa en 10% uit wind. Over het bepalen van de emissies van stroom uit biomassa is nog veel discussie gaande. In deze notitie is voor niet-geormerkte stroom, waarin het aandeel biomassa-energie relatief beperkt is (ca. 5%) uitgegaan van de modellering volgens Ecoinvent 3.0.1.

In Tabel 4 is onderscheid gemaakt tussen de CO<sub>2</sub>-emissies in de centrale (volgens CE Delft 2014a) en de CO<sub>2</sub>-emissies inclusief ketenemissies. In Tabel 5 zijn de ketenemissies van zowel CO<sub>2</sub> als luchtvervuilende emissies gegeven. Deze kentallen voor niet-geormerkte stroom zijn van toepassing voor in Nederland verbruikte elektriciteit waarvan de gebruiker niet weet of het grijs of groen is.

Tabel 4 CO<sub>2</sub>-emissies niet geormerkte stroom van centrale, voor- en naketen en totale ketenemissies

	CO <sub>2</sub> -emissies centrale* (gram CO <sub>2</sub> /kWh)	Emissies in de voor- en na-keten (gram CO <sub>2</sub> -eq/kWh)	Totale ketenemissies (gram CO <sub>2</sub> -eq/kWh)
Elektriciteit, productie grijs NL (53%)	447	58	505
Elektriciteit import grijs (12%)	537	87	624
Elektriciteit, productie hernieuwbaar NL (9%)	0	102	102
Elektriciteit, import hernieuwbaar (26%)	0	13	13
<b>Niet geormerkte elektriciteit gemiddeld</b>	<b>301</b>	<b>54</b>	<b>355</b>

\* Emissies volgens CE Delft, 2014a.

Tabel 5 CO<sub>2</sub>- en luchtvervuilende ketenemissies niet-geormerkte stroom

	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	PM	VOS	SO <sub>2</sub>
	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh
<i>Niet-geormerkte stroom</i>	355	0,49	0,02	0,62	0,26

## 6 Ontwikkeling kentallen naar de toekomst

Hoe de emissiekentallen van elektriciteitsopwekking zich in de toekomst ontwikkelen hangt af van:

1. De verhouding brandstoffen in de elektriciteitsmix.
2. De ontwikkeling van het rendement van de centrale.
3. Energiebesparingen in de voorketen.
4. Emissiereducties in de keten.

Op korte termijn zullen de ontwikkelingen onder punt drie en vier naar verwachting een beperkte invloed hebben op de kentallen. De ontwikkeling van het rendement kan echter van jaar tot jaar verschillen wanneer oude centrales worden gesloten en nieuwe in gebruik worden genomen. Ook de verhouding van brandstoffen kan van jaar tot jaar verschillen. De invloed van rendement en brandstoffenmix komt tot uiting in de jaarlijkse cijfers van de stroom-etikettering.

Voor het bepalen van de CO<sub>2</sub>-ketenemissies dienen hierbij de emissies in de voorketen bij opgeteld te worden. Zoals blijkt uit de cijfers in Tabel 2 en Tabel 4 zijn de emissies in de voorketen van grijze stroom 7,9% en van niet-geormerkte stroom 12% van de verbrandingsemissies. Het aandeel van de CO<sub>2</sub>-emissies in de voorketen is echter afhankelijk van met name de verhouding gas en kolen in de mix. Voor kolenstroom wordt uitgegaan van 13% CO<sub>2</sub>-emissies in de voor- en naketen en bij aardgas van 4% ten opzichte van de verbrandingsemissies. Wanneer het aandeel kolen in de grijze mix in de toekomst toeneemt zal dus ook het aandeel van de emissies in de voorketen toenemen richting 13%. Voor niet-geormerkte stroom wordt het aandeel van de voorketenemissies ook beïnvloed door het aandeel biomassa. Voor stroom uit biomassa is in deze notitie uitgegaan van 189 gram CO<sub>2</sub>/kWh biomassa-stroom (o.b.v. Ecoinvent 3.0.1).

De luchtvervuilende ketenemissies worden ook voornamelijk bepaald door de verhouding aardgas, kolen en biomassa in de mix. In Tabel 6 zijn de ketenemissies van luchtvervuilende stoffen weergegeven voor kolen, aardgas en biomassa. Zoals is op te maken uit de kentallen van aardgas en kolen zal bij een toename van kolenstroom de ketenemissies ook toenemen.

Daarnaast kunnen verbeteringen in rendement en reductie van emissies in de keten verlagen. Bij grote veranderingen hierin dienen de emissies aangepast te worden. Bij een groter aandeel van elektriciteit uit biomassa is het aan te bevelen de cijfers voor elektriciteit uit biomassa nader te onderzoeken.

Tabel 6 Luchtverontreinigende emissies van elektriciteit uit aardgas, kolen en biomassa

	NO <sub>x</sub>	PM	VOS	SO <sub>2</sub>
	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh
Aardgas*	0,4	0,005	0,24	0,006
Kolen	1,8	0,07	1,5	1,3
Biomassa	0,4	0,03	4,1	0,2

\* Voor aardgascentrales met WKK zijn de emissies op 74% hiervan gesteld, op basis van de rendementsverhouding (gelijk aan de verhouding in CO<sub>2</sub>-emissies per kWh tussen aardgas centrales met en zonder WKK).



## 7 Conclusie en discussie

In Tabel 7 zijn de emissiekentallen van grijze en niet-geoormerkte stroom weergegeven. De emissiekentallen voor grijze stroom geven de emissies voor Nederlandse elektriciteit (productie en import) uit fossiele brandstoffen. In methodieken waarin de inkoop van groene elektriciteit apart wordt gewaardeerd kan voor grijze inkoop met onderstaande kentallen worden gerekend.

Wanneer de herkomst van de stroom niet bekend is (bijvoorbeeld bij stroomafname van elektrische auto langs de weg of bij situaties waarin wordt gehuurd) zou kunnen worden gerekend met kentallen van niet-geoormerkte stroom die een (administratief) gemiddelde vormen van grijze en groene stroom. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de kentallen van niet-geoormerkte stroom lager uitvallen dan van grijze stroom.

Indien gebruikers het risico op het onderschatten van de milieugevolgen van hun elektriciteitsgebruik willen minimaliseren, dan kan het beste gewerkt worden met de kentallen van grijze stroom.

Tabel 7 CO<sub>2</sub> en luchtvervuilende ketenemissies voor Nederlandse stroom in 2013

	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	PM	VOS	SO <sub>2</sub>
	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh
Grijze stroom	526	0,71	0,03	0,56	0,39
Niet-geoormerkte stroom	355	0,49	0,02	0,62	0,26

## 8 Bronnen

### Ecoinvent 3.01

Ecoinvent 3.01 data, Compiled October 2013 and revised February 2014

Gemodelleerd met Simapro 8

Zie ook: <http://www.ecoinvent.org/>

### CE Delft, 2014a

Achtergrondgegevens stroometikettering 2013

M.R. Afman, L.M.L. Wielders

Delft : CE Delft, 2014

### CE Delft, 2014b

STREAM personenvervoer 2014

M.B.J. Otten, M.J.J. 't Hoen, L.C. den Boer

Delft : CE Delft, 2014

