

# CO2 emissiefactoren voor Nederlandse houtige biobrandstoffen en -grondstoffen

Achtergrond- en verantwoordingsdocument

---



Maart 2018

Irma Corten Zilverberg advies  
Ger Kupers KandT management

in opdracht van de Algemene Vereniging Inlands Hout (AVIH), namens de  
werkgroep CO2-emissiefactoren binnenlandse biomassa  
van het Agroconvenant Natuur, Bos, Hout en Landschap



Maart 2018

Irma Corten Zilverberg advies  
Ger Kupers KandT management

Zij werken samen onder de naam E-land (energie van het land)  
[www.e-land.info](http://www.e-land.info)

in opdracht van de Algemene Vereniging Inlands Hout (AVIH), namens de werkgroep CO2-emissiefactoren binnenlandse biomassa van het Agroconvenant Natuur, Bos, Hout en Landschap

Foto's: Willem Quist

### **Disclaimer**

De E-land CO2 rekentool, de voorbeeldbeschrijvingen en dit achtergrond- en verantwoordingsdocument zijn met grote zorgvuldigheid gemaakt, echter fouten zijn nooit uitgesloten. Aan de resultaten van de berekeningen, de hierop gebaseerde beslissingen en aan de inhoud van dit achtergrond- en verantwoordingsdocument kunnen geen rechten worden ontleend.

---

# CO2 emissiefactoren voor Nederlandse houtige biobrandstoffen en -grondstoffen

## Achtergrond- en verantwoordingsdocument

### Inhoud

---

Inhoud .....	3
1. Inleiding: de vraag naar houtige biobrandstoffen en -grondstoffen groeit.....	4
2. Projectresultaten en achtergrond.....	7
2.1. Rekentool in Excel: 'E-land CO2' .....	7
2.2. Voorbeeld beschrijvingen en -berekeningen van acht veelvoorkomende ketens van houtige biomassa uit Nederland .....	8
2.3. CO2eq emissiefactoren voor houtige biomassa uit Nederland op <a href="http://www.CO2emissiefactoren.nl">www.CO2emissiefactoren.nl</a> 9	
3. Observaties.....	13
4. Aanbevelingen .....	13
4.1 Algemene aanbevelingen .....	13
4.2 Aanbevelingen voor introductie en onderhoud van de opgeleverde producten .....	13
Dankwoord .....	15
Disclaimer.....	15
Literatuur en bronnen.....	16
Bijlage I: Methode.....	18
Bijlage II: Begrippen .....	19
Bijlage III: Voorbeeld beschrijvingen en -berekeningen van acht veelvoorkomende ketens van houtige biomassa uit Nederland .....	22
Bijlage IV: Voorgestelde CO2-emissiefactoren houtige brand- en grondstoffen uit Nederland aan <a href="http://www.CO2-emissiefactoren.nl">www.CO2-emissiefactoren.nl</a> .....	22

# 1. Inleiding: de vraag naar houtige biobrandstoffen en -grondstoffen groeit....

---

Gedreven door de klimaatdoelen en de ontwikkeling naar de 'biobased economy' groeit de vraag naar houtige biobrandstoffen en -grondstoffen. Maar, hoe groot is de emissie van broeikasgassen in de toeleveringsketens van oogst tot de afgeleverde biobrandstoffen en -grondstoffen? In opdracht van de Algemene Vereniging Inlands Hout als lid van de werkgroep CO<sub>2</sub>-emissiefactoren binnenlandse biomassa van het Agroconvenant Natuur, Bos, Hout en Landschap heeft Zilverberg advies in samenwerking met KandT management dit onderzocht. Het project heeft CO<sub>2</sub>-emissiefactoren<sup>1</sup> opgeleverd voor een aantal veel voorkomende types houtige biomassa uit Nederland. Deze zijn beschreven op basis van de conservatieve praktijk. Daarnaast is er een rekengereedschap ontwikkeld om de CO<sub>2</sub>-emissie inzichtelijk te kunnen maken, voor tal van verschillende manieren waarop biomassa kan worden aangeleverd. Ondernemers kunnen daarmee partij specifiek de CO<sub>2</sub>-emissie in beeld brengen voor hun afnemer.

## *Tot aan de poort van de afnemer*

Dit project beschrijft CO<sub>2</sub>-emissiefactoren voor de houtige biomassa uit Nederland geleverd aan de poort van de afnemer.

Met deze gegevens kan de afnemer verder de (vermeden) emissie van broeikasgas berekenen bij de toepassing van de biomassa die de afnemer daarvoor heeft, zoals warmte, elektriciteit, grondstof voor de biochemie of biobased producten, zoals bio-plastics, plaatmaterialen en papier.

## *De ondernemer onderscheidt zich naar de afnemersmarkt*

Het uiteindelijke doel van het project is dat ondernemers in de toeleveringsketen zich met eigen 'best practices' kunnen onderscheiden naar de afnemersmarkt zodat het een stimulans is om de bedrijfsprocessen in de toeleveringsketen voor het aspect broeikasgasemissie te optimaliseren.

## *Aansluiten bij Europa, rekentool BioGrace-II, en andere CO<sub>2</sub>-rekentools*

De Europese spelregels zijn zo goed als mogelijk gevolgd over wat wel en niet meetelt in een dergelijke berekening. In eerste instantie is gekeken naar de rekenregels voor 'biomassa voor **energie**'<sup>2</sup>. Deze werken toe naar het aantonen van de CO<sub>2</sub>-emissie vermindering ten opzichte van een "fossiele referentieketen voor energie". Belangrijk hiervoor zijn de Renewable Energy Directive (RED) en haar opvolger in wording (RED-II)<sup>3</sup>. De rekenprincipes voor het berekenen van de emissies van broeikasgassen zijn hierin beschreven.

Voor de houtige biomassa uit Nederland geleverd tot aan de afnemer komt het er in de praktijk op

---

<sup>1</sup> Waar CO<sub>2</sub> staat, wordt CO<sub>2</sub>eq of CO<sub>2</sub>-equivalent bedoeld. Naast CO<sub>2</sub>, tellen de andere broeikasgassen CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O hierin mee. De mate waarin deze bijdragen aan het broeikas effect is uitgedrukt in CO<sub>2</sub> equivalent. CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O zijn sterkere broeikasgassen.

<sup>2</sup> Er zijn ook Europese richtlijnen voor biobased producten -in ontwikkeling-. Daarmee kon in dit project nog geen rekening worden gehouden. Voor het deel van de keten zoals in dit project is afgebakend, sluit de rekenmethodiek vermoedelijk aan.

<sup>3</sup> en specifiek voor duurzaamheidseisen de documenten (COM(2010)11) en (SWD(2014)259).

neer dat alle emissies van broeikasgassen door gebruik van fossiele energiebronnen bij werkzaamheden in de keten bij elkaar worden opgeteld: zoals transport en andere werkzaamheden waarbij machines worden ingezet. Met de emissies ten gevolge van de productie van machines en apparatuur wordt geen rekening gehouden. Met de broeikasgasemissie bij de productie van hulpstoffen, zoals kunstmest<sup>4</sup> wel.

De resultaten van de rekentool zijn toepasbaar in de rekentool [BioGrace-II](#), dat voor subsidie 'Stimulering Duurzame Energieproductie' wordt aangeraden. Doel van het project BioGrace-II is om de berekeningen voor broeikasgasemissies voor elektriciteit, warmte en koeling met biomassa voor Europa te harmoniseren. Ook de in Nederland veel gebruikte technische afspraak NTA8080-1, waarmee op duurzaamheid gecertificeerd kan worden, maakt gebruik van BioGrace-II als hulpmiddel voor het berekenen van de broeikasgasemissies.

Daarnaast wordt aansluiting geboden met andere CO<sub>2</sub>-rekentools voor het berekenen van de CO<sub>2</sub>-emissie die ook doorgaans de Europese principes volgen. Bijvoorbeeld de CO<sub>2</sub>-prestatieladder. Diverse ondernemingen in de houtketen maken hier gebruik van om de CO<sub>2</sub>-prestatie van hun bedrijf te berekenen en te presenteren. Zij maken voor de CO<sub>2</sub>-emissiefactoren van energiebronnen gebruik van de lijst van [www.co2emissiefactoren.nl](http://www.co2emissiefactoren.nl).

Dit laatste is een initiatief ontstaan vanuit betrokkenen in Nederland bij CO<sub>2</sub>-footprint berekeningen om te komen tot een uniforme lijst van in Nederland gehanteerde CO<sub>2</sub>-emissiefactoren.

De CO<sub>2</sub>-emissiefactoren van houtige biomassa uit Nederland maken nog geen deel uit van deze lijst. Dankzij dit project kunnen nu conservatieve 'default'-waarden voor een aantal veel voorkomende types houtige biomassa worden aangeleverd aan [www.co2emissiefactoren.nl](http://www.co2emissiefactoren.nl) om opgenomen te worden op deze lijst.

### *Spagaat*

De voorschriften in de Europese richtlijnen voor "biomassa voor energie" en in BioGrace-II bleken tijdens de projectuitvoering niet 1 op 1 samen te gaan met het gestelde projectdoel ("ketens en ondernemers kunnen zich met 'best practices' onderscheiden naar de afnemersmarkt"). Er is daarom een aantal keuzes gemaakt.

De keuzemogelijkheid aan energiebronnen voor processtappen is in de voorschriften van BioGrace-II en/of Europa namelijk beperkt. Bijvoorbeeld voor proceswerkzaamheden als chippen of zeven ligt 'diesel' als energiebron vast. (Duurzame) elektriciteit kan daardoor niet in deze berekening worden betrokken. En voor andere proceswerkzaamheden, waar wel voor de energiebron elektriciteit kan worden gekozen, zoals pelletiseren, is voorgeschreven om de vastgestelde gemiddelde CO<sub>2</sub>-emissiefactor voor elektriciteit uit Nederland over 2012 te gebruiken (BioGrace-II, version 4d). Nog

---

4 Echter gebruik van kunstmest komt niet voor in de beschreven ketens. Bij het toedienen van natuurlijke hulpstoffen, zoals natuurlijke mineralen, telt alleen de emissie veroorzaakt door brandstofverbruik van de gebruikte machines bij het toedienen.

een voorbeeld: bij transport wordt uitgegaan van een standaard CO<sub>2</sub>-emissie per ton en per km voor een specifiek transportmiddel.

Daarmee valt bijvoorbeeld 'scoren' met een 'best practice' zoals chippen of zeven op groene stroom, pelletiseren met zonnestroom<sup>5</sup>, of transport met een energiezuinige vrachtwagen of een efficiënte logistiek, of een vrachtwagen op groengas of waterstof buiten de mogelijkheden.

Een resultaat van dit project, de E-land CO<sub>2</sub> rekentool voor de ondernemer in de houtketen, voorziet er juist wel in om dit milieueffect in beeld te brengen. E-land CO<sub>2</sub> is erop gericht om de CO<sub>2</sub>-emissie, en de vermindering ervan, inzichtelijk te maken voor de ondernemer zelf en voor de klant. Net als andere rekentools overigens, bijvoorbeeld de CO<sub>2</sub>-prestatieladder.

Het project heeft geleid tot de volgende resultaten, waarbij is gezocht naar een goede balans tussen het realiseren van beide doelen:

1. Rekentool in Excel: 'E-land CO<sub>2</sub>'
2. Voorbeeld beschrijvingen en CO<sub>2</sub>-berekeningen voor acht ketens met houtige biomassa uit Nederland
3. CO<sub>2</sub>eq emissiefactoren voor 'houtige biomassa uit Nederland' worden aangeboden voor de lijst op [www.CO2emissiefactoren.nl](http://www.CO2emissiefactoren.nl)

---

<sup>5</sup> Afwijkend op deze regel is dat rekenen met eigen zonnestroom wel kan, als het een eigen installatie betreft die niet is aangesloten op het elektriciteitsnet. (COM(2016)767.(sd)annexes, 23.2.2017) (Bronsvoot QS, mond. med).

## 2. Projectresultaten en achtergrond

---

Hieronder worden de projectresultaten toegelicht

### 2.1. Rekentool in Excel: 'E-land CO2'

Met de rekentool in Excel: '[E-land CO2](#)', kan de gebruiker voor de eigen biomassaketen voor één enkele proces- en transportstap berekenen wat de broeikasgasemissie is per eenheid geleverd eindproduct aan de afnemer. Dit gebeurt door het verbruik aan energie en enkele andere procesgegevens voor deze proces- en transportstap in de rekentool in te voeren. Vervolgens wordt de bijbehorende broeikasgasemissie berekend.

De ondernemer kan zo de broeikasgasemissie inzichtelijk maken, bijvoorbeeld voor een partij biomassa voor de afnemer. Van de resultaten kan een verklaring worden meegeleverd. Daarnaast kan de ondernemer met de rekentool onderzoeken waar mogelijkheden zijn om de CO<sub>2</sub>-emissie omlaag te brengen.

- De data kunnen worden ingevoerd in, in de praktijk van de gebruiker, vertrouwde gegevens en eenheden, zoals: productiesnelheid in ton/per uur, dieselverbruik in liters, stroom in kWh. Hierdoor worden veel omrekeningsfouten vermeden.
- De gebruiker kan kiezen voor het volgen van a. de voorgeschreven CO<sub>2</sub>-emissiefactoren van BioGrace-II<sup>6</sup> of b. die van de lijst van [www.CO2emissiefactoren.nl](http://www.CO2emissiefactoren.nl) voor de gebruikte – fossiele - energiebronnen.
  - a. Volgt de gebruiker BioGrace-II, dan voldoet het resultaat aan de voorschriften van BioGrace-II en kan het resultaat worden gebruikt in BioGrace-II.
  - b. Volgt de gebruiker die van [www.CO2emissiefactoren.nl](http://www.CO2emissiefactoren.nl) dan is er een uitgebreidere keuze uit energiebronnen en brandstoffen. Bijvoorbeeld een ander type aandrijving dan diesel voor 'zeven' of 'chippen' of 'transport', zoals elektrisch of op waterstof. En de gebruiker kan kiezen voor zonne- of windstroom.
- De berekende CO<sub>2</sub>-emissie per proces- en transportstap wordt vervolgens weergegeven per eenheid aan output. De voorgeschreven eenheid door Europa als het gaat om energietoepassingen en door BioGrace-II is  $CO_{2eq}/MJ_{output}$ . Dit is een energie-eenheid en deze is gekozen om alle soorten biobrandstoffen (vast, vloeibaar en gasvormig) met elkaar te kunnen vergelijken.
- Daarnaast kan gekozen worden om de berekende CO<sub>2</sub>-emissie in andere eenheden weer te geven. Bijvoorbeeld CO<sub>2</sub>-emissie per m<sup>3</sup> of per ton hout, in een zekere vorm, met een zekere vochtigheid (M) en van een bepaalde houtsoort. Dat wordt logisch, als er ander eindproduct is dan energie. E-land CO<sub>2</sub> is hierin zeer flexibel.

---

<sup>6</sup> De Europese ketenbeschrijvingen van het Europees onderzoekscentrum JRC zijn de basis voor BioGrace-II. Voor acceptatie volgens BioGrace-II, moeten JRC 2014 en de bijbehorende emissiefactoren gevolgd worden - en niet JRC 2017- (mond. med. RVO). In de rekentool E-land CO<sub>2</sub> wordt daarom gerekend met de emissiefactoren van JRC 2014/BioGrace-II als men ervoor kiest BioGrace-II te volgen.

- Het is mogelijk om het *feitelijk verbruik* van fossiele energiebronnen in te voeren voor transport per eenheid biomassa, i.p.v. de normgetallen van Biograce-II per ton en per km. Zo kan met een energiezuinig transportmiddel of -rijgedrag gescoord worden.
- Bij de rekentool is een gebruikershandleiding welke u door de te nemen stappen leidt.

## 2.2. Voorbeeld beschrijvingen en -berekeningen van acht veelvoorkomende ketens van houtige biomassa uit Nederland

Met ondernemers die in de toeleveringsketen van houtige biomassa actief zijn, werden voorbeeldbeschrijvingen en – berekeningen gemaakt voor acht veel voorkomende ketens van houtige biomassa uit Nederland. De ‘conservatieve praktijk’ is beschreven. Het gaat om deze ketens:

- 1a. Chips uit top- en takhout uit het bos **en landschap**;
- 2a. Chips uit rondhout uit het bos **en landschap**;
- 2b. Pellets uit rondhout uit het bos **en landschap**;
- 2c. **Houtblokken uit rondhout uit het bos en landschap**;
- 3a. Chips (droog en nat) uit reststromen houtindustrie;
- 3b. Pellets uit (droge) reststromen (zaagsel en schaafsel) houtindustrie;
- 4a. **Shreds uit grover hout uit groene reststromen uit landschaps- en groenbeheer**;
- 4b. **Shreds of scrips uit zeefoverloop van compostering van groene reststromen uit landschaps- en groenbeheer**;

De werkwijze was als volgt. De ‘typische’<sup>7</sup> ketenbeschrijvingen uit Europa zijn als basis gebruikt voor het maken van de Nederlandse voorbeeldbeschrijvingen en berekeningen, waarmee de Europees aanvaarde benadering en dezelfde wijze van systeemafbakening is gevolgd. Met partijen in de toeleveringsketen is beoordeeld waar de Nederlandse ketens verschillen en zijn praktijkdata voor de ketenstappen verzameld. Van de ketens in het **rood** is geen Europese beschrijving beschikbaar. Ook deze ketens zijn beschreven en van data voorzien met de partijen in de toeleveringsketen, de Europese systematiek volgend. In bijlage III staan de resultaten van deze ketenbeschrijvingen. De door Europa beschreven kengetallen en CO<sub>2</sub>-emissiefactoren voor fossiele energiebronnen uit JRC

### **Ketenbeschrijvingen door het Europees onderzoeksbureau (Joint Research Centre)**

Voor de ketens in het **zwart** is een ‘dataset’ en een proces beschreven door het Europees onderzoeksbureau, het Joint Research Centre (JRC). Het zijn de ketenstappen van in Europa veel voorkomende ketens (van bron tot specifiek type biomassa). Deze beschrijvingen zijn tot stand gekomen door data-analyse en literatuurstudies en diverse uitwisselingen met onderzoeksinstituten, industrie en bedrijven. De ‘datasets’ hiervan met de bijbehorende de proces- en transportstappen zijn erkend als representatief voor de Europese Unie (JRC 2014 en 2017)<sup>1</sup>.

<sup>7</sup> Zie bijlage II begrippen.



2017 zijn gevolgd<sup>89</sup> voor het berekenen van de broeikasgasemissies in de Nederlandse keten beschrijvingen.

De ketenpartijen zijn als volgt betrokken. Tijdens een werkbijeenkomst en met een enquête, telefoongesprekken en bedrijfsbezoeken onder belangrijke spelers in de keten van houtige biomassa in Nederland zijn praktijkgegevens over het proces en energieverbruik geïnventariseerd. In totaal hebben 24 bedrijven een inbreng geleverd, waarvan 12 bedrijven de enquête hebben ingevuld. Daarnaast hebben bedrijven betrokken bij normering en certificering bijgedragen. Er is met dank gebruik gemaakt van kun kennis en ervaring. Het ging daarbij onder meer om het Nederland Normalisatie Instituut (NEN) en de NTA8080-I en het initiatief van [www.CO2-emissiefactoren.nl](http://www.CO2-emissiefactoren.nl).

Voor de Nederlandse ketens is de 'conservatieve praktijk' beschreven. Om geen overtrokken positief beeld te schetsen is voor elke ketenstap voor het bepalen van de emissiefactoren gerekend met het meest ongunstigste voorbeeld uit de enquêteresultaten. Specifiek voor de transportafstanden is voor alle typen biomassa gerekend met dezelfde transportafstand naar de afnemer. Er is gekozen om te rekenen met 150 km en met een lege terugreis (= laadfactor 50 %), en de standaardemissiewaarden voor een truck van 40 ton en 27 ton payload uit JRC 2017. Deze 150 km was de grootste gemiddelde transportafstand uit de enquêteresultaten voor het biomassatype shreds. En met het biomassatype shreds werd in de praktijk van betrokken partijen in de houtketen, het verst werd gereden. Een uitzondering is gemaakt voor het biomassatype houtblokken, omdat de praktijk van zowel afstand als transportmiddel in de enquêteresultaten sterk afweek. Zie toelichting in bijlage III. Voor teelt- en processtappen waar het te bewerkelijk was om het Nederlandse alternatief te onderbouwen is de 'default waarde' uit 'dataset' van de Europese keten (zie bijlage II: begrippen) overgenomen. Voor detailinformatie over de ketenbeschrijvingen, zie bijlage III.

De beschrijving voor de 'typisch' Nederlandse keten heeft daarmee een 'conservatieve' uitkomst, welke door de individuele ondernemers kan worden verbeterd. Door een andere logistieke aanpak, kortere rijafstand, andere houtsoort, andere brandstoffen of energiebronnen, andere machines, zuinig gedrag, etc. Met E-land CO2 rekentool kan de ondernemer gaan rekenen, en verbeteringen inzichtelijk maken en aantonen.

### **2.3. CO2eq emissiefactoren voor houtige biomassa uit Nederland op [www.CO2emissiefactoren.nl](http://www.CO2emissiefactoren.nl)**

Voor opname in de lijst van [www.CO2emissiefactoren.nl](http://www.CO2emissiefactoren.nl) zijn met dit project CO2-emissiefactoren

---

<sup>8</sup> Deze Europese beschrijvingen van JRC zijn de basis voor BioGrace-II. Voor acceptatie volgens BioGrace-II, moeten JRC 2014 en de bijbehorende emissiefactoren gevolgd worden - en niet JRC 2017- (mond. med. RVO). In de rekentool E-land CO2 wordt daarom gerekend met de emissiefactoren van JRC 2014/BioGrace-II als men ervoor kiest BioGrace-II te volgen.

<sup>9</sup> Voor de voorbeeldbeschrijvingen in bijlage 3 zijn echter de [emissiefactoren](#) voor energiebronnen van JRC 2017 gebruikt (Giuntoli J. , et al., 2017), voor zowel de Europese als de Nederlandse. Er is gekozen om hiervoor de meest recente dataset te gebruiken. Deze was bovendien 'vrijwel' compleet [online in Excel](#) beschikbaar. Voor de CO2-emissiefactor van gemiddelde NL-stroom mix is die uit de Excel bijlage bij BioGrace-II (BioGrace-II, version 4d) gebruikt, omdat die niet bij de dataset van JRC 2017 beschikbaar was.

geformuleerd voor de eindproducten shreds (en shrips), chips, pellets en houtblokken. Voor pellets is onderscheid gemaakt in pellets uit twee productiepaden, namelijk: 1. Pellets uit vers rondhout, en 2. pellets uit reststromen uit de houtindustrie. De emissiefactoren daarvan verschillen namelijk veel, vanwege de energie die het droogproces kost.

Deze emissiefactoren voor houtige brand- en grondstoffen zijn, voor het deel van de keten tot aan de afnemer van de biomassa, gebaseerd op de voorbeeldbeschrijvingen in bijlage III. En deze voorbeeldbeschrijvingen zijn op hun beurt gebaseerd op de Europese voorschriften en de 'conservatieve praktijk'.

In de bewoordingen voor ketens van energiebronnen heet het deel van de keten tot aan de afnemer: van 'Well to Tank'. Voor biobrandstof is dit deel 1. Voor deel 2 voor biobrandstof, ofwel het onderdeel van 'Tank to Wheel' zijn de Europees erkende 'default' waarden van BioGrace-II/ Joint Research Center (JRC) voorgesteld.

Zie tabel 1 voor de voorgestelde CO<sub>2</sub>-emissiefactoren voor bio-brandstof, zie tabel 2 voor de voorgestelde CO<sub>2</sub>-emissiefactoren voor bio-grondstof.

woensdag 28 maart 18

Houtige biobrandstoffen uit Nederland	Eenheid	g CO <sub>2</sub> /eenheid tot aan de afnemer (WTT) *	Bron	g CO <sub>2</sub> /eenheid conversie brandstof (TTW) *	Bron
Houtchips	MJ hout	2,8	1	0,5	2
	kg ds	53		9	
Shreds	MJ hout	2,4	1	0,5	2
	kg ds	45		9	
Pellets uit (droge) industriestroom	MJ hout	1,5	1	0,3	2
	kg ds	29		6	
Pellets uit vers hout	MJ hout	28,9	1	0,3	2
	kg ds	550		6	
Houtblokken	MJ hout	3,6	1	0,5	2
	kg ds	68		9	

Tabel 1 Voorgestelde houtige biobrandstoffen uit Nederland en bijbehorende CO<sub>2</sub>-emissiefactoren voor de lijst van

[www.co2emissiefactoren.nl](http://www.co2emissiefactoren.nl)

Op basis van inschatting van % voorkomen zijn de emissiefactoren berekend op basis van de voorbeeldketens in bijlage III: houtchips (keten 1a, 75%, keten 2a, 25 %), shreds (keten 4a, 75%, keten 4b, 25%), pellets uit (droge) industriereststroom (keten 3b, 100%), pellets uit vers hout uit bos- en landschap (keten 2b, 100%), houtblokken (keten 2c, 100%).

\*1 WTT = van Well tot Tank, TTW = van Tank tot Wheel.

\*2 Dit betreft de 'default' waarden uit BioGrace-II, als wel uit Giuntoli, J., Agostini, A., Edwards, R., & Marelli, L. (2017), excel bijlage. Voor shreds en houtblokken is geen Europese beschrijving en geen beschrijving in BioGrace-II en is dezelfde emissiefactor als voor chips aangenomen.

woensdag 28 maart 18

Houtige biograndstoffen uit Nederland	Eenheid	g CO2 /eenheid tot aan de afnemer	Bron
Houtchips	MJ hout	2,8	1
	kg ds	53	
Shreds	MJ hout	2,4	1
	kg ds	45	
Pellets uit (droge) industriereststroom	MJ hout	1,5	1
	kg ds	29	
Pellets uit vers hout	MJ hout	28,9	1
	kg ds	550	
Houtblokken	MJ hout	3,6	1
	kg ds	68	

Tabel 2 Voorgestelde houtige bio-grondstoffen uit Nederland en bijbehorende CO2-emissiefactoren voor de lijst van [www.co2emissiefactoren.nl](http://www.co2emissiefactoren.nl). Voor de toeleveringsketen van de grondstof tot aan de afnemer.

Op basis van inschatting van % voorkomen zijn de emissiefactoren berekend op basis van de voorbeeldketens in bijlage III: houtchips (keten 1a, 75%, keten 2a, 25 %), shreds (keten 4a, 75%, keten 4b, 25%), pellets uit (droge) industriereststroom (keten 3b, 100%), pellets uit vers hout uit bos- en landschap (keten 2b, 100%), houtblokken (keten 2c, 100%).

De lijst CO2-emissiefactoren op [www.co2emissiefactoren.nl](http://www.co2emissiefactoren.nl) geeft een overzicht van kentallen welke gebruikt kunnen worden voor CO2-footprint berekeningen, of wel het toerekenen van CO2-emissies aan (bedrijfs)activiteiten of producten. Deze lijst geeft een overzicht van gebruikers van deze lijst <https://co2emissiefactoren.nl/gebruik/>.

Desgewenst kan de ondernemer met de E-land CO2 rekentool inzichtelijk maken en aantonen dat deze beter scoort dan deze emissiefactoren voor houtige biobrandstoffen en – grondstoffen volgens conservatieve praktijk.

### 3. Observaties

---

- Om de systematiek achter de Europese ketenbeschrijvingen te doorgronden zijn de bronnen hiervan bestudeerd. Bronnen voor de JRC-beschrijvingen bleken vooral afkomstig uit Scandinavië (zie literatuurlijst). Bij de basisdata van deze beschrijvingen gaat het om de productiesnelheden en verbruik van machines en de liters diesel, de kilowatturen aan stroom en de m<sup>3</sup> en tonnen aan houtige biomassa die in de administratie van de bedrijven in de houtketen was bijgehouden. Dit type data kunnen worden eveneens ingevoerd in de rekentool E-land CO2.
- De CO2-emissiefactoren van -fossiele- energiebronnen van [www.co2emissiefactoren.nl](http://www.co2emissiefactoren.nl) (jaarlijks) en die vanuit Europa, BioGrace-II (minder frequent) kennen periodieke 'updates'. Om E-land CO2 'up to date' te houden, moeten deze in de rekentool ook periodiek worden aangepast en moet aan versiebeheer worden gedaan.

### 4. Aanbevelingen

---

Eerst volgen enkele algemene aanbevelingen, daarna volgen aanbevelingen voor introductie en onderhoud van de opgeleverde producten.

#### 4.1 Algemene aanbevelingen

1. Toegankelijkheid van CO2-emissiefactoren met een transparante onderbouwing, zoals bij [www.CO2emissiefactoren.nl](http://www.CO2emissiefactoren.nl), wordt aanbevolen, immers:
  - Het biedt alle partijen, die betrokken zijn bij de CO2-berekeningen, helderheid over de achterliggende aannames en systeemaafbakening;
  - Het verlaagt de drempel voor de toepassing van de CO2-emissiefactoren, en het rekenen aan CO2-reductie.
2. Een verkenning wordt aanbevolen in hoeverre het voorgeschreven EU- en Nederlands beleid kan 'switchen' van toetsen van een 'minimumnorm' naar stimuleren van 'best practise', waarbij stimulering van het gebruik van CO2-arme brandstoffen en -elektriciteit een onderdeel is.

#### 4.2 Aanbevelingen voor introductie en onderhoud van de opgeleverde producten

Om de producten te introduceren wordt een introductietraject van een jaar voorgesteld vanuit de brancheorganisaties, met ondersteuning van E-land. In dit introductie-traject wordt opgenomen om te evalueren en eventuele verbeteringen en/of aanpassingen aan te brengen. Daarnaast wordt een onderhoudsplan voorgesteld om de producten 'up to date' te houden.

### **Product: rekentool E-land CO2**

Voorgestelde activiteiten voor introductietraject van een jaar:

1. Introducties aan gebruikersgroepen en coaching van individuele gebruikers in het werken met de E-land CO2 rekentool vanuit onder meer AVIH en BVOR, ondersteund door E-land.
2. Publiciteit over de beschikbaarheid en de mogelijkheden van E-land CO2 door onder meer AVIH en BVOR.
3. Het voorleggen van de rekentool E-land CO2 ter acceptatie aan de deskundigen werkgroep van NEN/NTA8080-I.
4. Het verzamelen van nieuwe praktijkdata, en het aanscherpen van bestaande praktijkdata. Bijvoorbeeld door het inrichten van een database bij AVIH met actuele en relevante informatie over ketenstappen. Hiertoe behoort in het bijzonder informatie over proces- en transportstappen met bijbehorende verbruiksgedaten voor brandstof en elektriciteit. Informatie is naar de gebruikers geanonimiseerd.
5. Na meer gebruikerservaringen en evaluatie kunnen eventuele aanpassingen en verbeteringen door E-land worden doorgevoerd, in: E-land CO2 en de documenten. Voorgesteld wordt om één uitbreiding in elk geval door te voeren, namelijk: het uitbreiden van de rekentool om een keten met meer dan één proces en meer dan één transportstap te kunnen berekenen. Deze wens is door meerdere van de gebruikers geuit waarmee testen met het rekentool zijn uitgevoerd.

Voorgestelde activiteiten voor onderhoud:

1. De CO2-emissiefactoren van energiebronnen op [www.co2emissiefactoren.nl](http://www.co2emissiefactoren.nl) (jaarlijks) en die vanuit Europa en BioGrace-II (minder frequent) kennen periodieke 'updates'. Om E-land CO2 'up to date' te houden moeten deze in de rekentool ook periodiek worden aangepast en het is belangrijk om aan een duidelijk versiebeheer te doen. Voorgesteld wordt om hierover afspraken te maken tussen de brancheorganisaties en E-land. E-land CO2 is zodanig ontworpen dat het makkelijk is om data en normen snel aan te passen.

### **Product: Voorbeeldbeschrijvingen toeleveringsketens houtige biomassa uit Nederland**

Voorgestelde activiteiten voor onderhoud:

1. De Nederlandse voorbeeldbeschrijvingen worden – indien nodig - uitgebreid en aangescherpt na de introductieperiode.

### **Product: CO2-emissiefactoren voor houtige biomassa op [www.co2emissiefactoren.nl](http://www.co2emissiefactoren.nl)**

Voorgestelde activiteiten voor onderhoud:

1. De CO2-emissiefactoren op [www.CO2emissiefactoren.nl](http://www.CO2emissiefactoren.nl) worden in jaarlijkse rondes aangevuld of 'geüpdate'. Aanbeveling is aan de werkgroep CO2-emissiefactoren binnenlandse biomassa van het Agroconvenant Natuur, Bos, Hout en Landschap om jaarlijks te beoordelen of het wenselijk is om aanvullingen of aanpassingen voor te stellen voor de CO2-emissiefactoren voor houtige biomassa op [www.co2emissiefactoren.nl](http://www.co2emissiefactoren.nl).

## Dankwoord

---

Dit project is uitgevoerd in opdracht van de AVIH namens de werkgroep CO2-emissiefactoren binnenlandse biomassa van het Agroconvenant Natuur, Bos, Hout en Landschap. De opdracht is uitgevoerd door Irma Corten van Zilverberg advies en Ger Kupers KandT management. Zij werken samen onder de naam E-land (energie van het land). De rekentool is eigendom van Zilverberg advies en KandT management en wordt voor gebruik beschikbaar gemaakt aan de AVIH en de BVOR.

De uitvoering is mede mogelijk gemaakt door financiële ondersteuning van RVO Nederland als onderdeel van het jaarwerkprogramma van de NBLH-sector binnen het Agroconvenant.

We willen de leden van de werkgroep CO2-emissiefactoren: Jan Iepsma van RVO Nederland, Arjen Brinkman van de BVOR en Kees Boon van de AVIH, heel hartelijk bedanken voor hun inzet om het project tot een goed resultaat te brengen. Verder willen we natuurlijk de medewerkers van de navolgende bedrijven bedanken. Zij hebben hun kennis en ervaring met ons gedeeld en daarmee dit project mogelijk gemaakt:

ANV Berkel en Slinge, ANV 't Onderholt, BeGreen Energy, De Beijer Bladel, BKC Partner in groen en milieu, Bruins & Kwast Groenprojecten BV, De Groene Kolenboer Coöperatie U.A., Den Ouden Groenrecycling BV, Devobo Forest Service BV, Energy Pellets Moerdijk BV, Labee Group, Indaver Nederland BV, Ingenieursbureau Evan Buytendijk BV, Nederlands Normalisatie Instituut (NEN), Parenco Hout BV, Plospan Bioenergy BV, QS BV Certification, Stimular, Sweco Nederland, Van de Nagel BV, Van den Broek BV, Van Donselaar Boom-, Bos- en Landschapsverzorging, Van Werven Infra & Recycling, Vosse Groen Recycling, [www.CO2emissiefactoren.nl](http://www.CO2emissiefactoren.nl).

## Disclaimer

---

De E-land CO2 rekentool, de voorbeeldbeschrijvingen en dit achtergrond- en verantwoordingsdocument zijn met grote zorgvuldigheid gemaakt, echter fouten zijn nooit uitgesloten. Aan de resultaten van de berekeningen, de hierop gebaseerde beslissingen en aan de inhoud van dit achtergrond- en verantwoordingsdocument kunnen geen rechten worden ontleend.

## Literatuur en bronnen

---

- Agostini, A., & Giuntoli, J. a. (2014). *Carbon accounting of forest bioenergy. Conclusions and recommendations from a critical literature review*. Brussels: JRC Technical report EUR25354EN, Publication office of the European Union.
- Berg, S., & Lindholm, E.-L. (2005). corrigendum bij. *Journal of cleaner production*, 33-42.
- Berg, S., & Lindholm, E.-L. (2005). Energy use and environmental impacts of forest operations in Sweden. *Journal of Clearer Production*, 33-41.
- BioGrace-II. (version 4d). additional standard values, excel document. RVO.
- co2emissiefactoren. (2017). Opgehaald van [www.co2emissiefactoren.nl](http://www.co2emissiefactoren.nl).
- COM(2010)11. (sd). *Verslag van de commissie aan de raad en het europees parlement, betreffende de duurzaamheidseisen voor het gebruik van vaste en gasvormige biomassa bij elektriciteitsproductie, verwarming en koeling*. Brussel: Europese Commissie.
- COM(2016)767(sd). (30.11.2016). *Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast), (RED-II)*. 30-11-2016. Brussels: European Commission.
- COM(2016)767.(sd)annexes. (23.2.2017). *Annexes 1-12, to the Proposal for a Directive of the European Parliament and the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast), (REDII)*,. Brussels: European Commision.
- commission, E. (2017, november 16). *Technology key to ensuring sustainable bioenergy and biofuel production*. Opgehaald van <https://ec.europa.eu/jrc>:  
<https://ec.europa.eu/jrc/en/news/technology-key-ensuring-sustainable-bioenergy-and-biofuel-production>
- Corten, I., & Kupers, G. (mei 2017). *E-land hout-app, achtergrond, begrippenlijst en databronnen*. [www.E-land.info](http://www.E-land.info).
- Giuntoli, J., Agostini, A., Edwards, R., & Marelli, L. (2014). *Solid and gaseous bioenergy pathways: input values and GHG emissions*. Brussels: Publications Office of the European Union, Joint Research Centre (JRC).
- Giuntoli, J., Agostini, A., Edwards, R., & Marelli, L. (2017). *Solid and gaseous bioenergy pathways: input values and GHG emissions. Calculated according to the methodology set in COM(2016) 767*. Luxembourg: European Union, EUR 27215 EN, doi: 10.2790/27486.
- Giuntoli, J., Agostini, A., Edwards, R., Marelli, L., Padella, M., & O'Connell, A. (2017). *Solid and gaseous bioenergy pathways. Input values and GHG emissions. Database bij JRC 2017*. European Commision; Joint Research Centre.



- Lindholm, E., Berg, S., & Hansson, P. (2010). Energy efficiency and the environmental impact of harvesting stumps and logging residues. *European Journal of Forest Research*, 1223-1235.
- Lindholm, E.-L. (2010). *Energy Use and Environmental Impact of Roundwood and Forest Fuel Production in Sweden*. Uppsala: Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences.
- NEN. (2014). Ontwerp NTA8080-2014.
- NTA8080-1. (November 2014). *Ontwerp NTA 8080-1 (nl) Nederlandse Technische afspraak, duurzaam geproduceerde biomassa voor bioenergie en biobased producten - Deel 1: Duurzaamheidseisen*.
- Richtlijn2009/28/EG. (2009). Richtlijn 2009/28/EG van het Europees Parlement en de Raad van 23 april 2009 ter bevordering van het gebruik van energie uit hernieuwbare bronnen, (RED-I), Brussels: European Commission.
- Sikkema, R. (2011). erratum bij. *Biofuels, Bioproducts & Biorefining* , 132-153.
- Sikkema, R. M. (2010). The international logistics of wood pellets for heating and power production in Europe: Costs, energy-input and greenhouse gas balances of pellet consumption in Italy, Sweden and the Netherlands. *Biofuels, Bioproducts & Biorefining*, 132-153.
- SWD(2014)259final. (28.7.2014). *COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT, state of play on the sustainability of solid and gaseous biomass used for electricity, heating and colling in the EU*. Brussels: European Commission.
- www.biograce.net. (May 2015). *BioGrace II, Calculation rules, version 3*. RVO, www.biograce.net.

# Bijlage I: Methode

## Aansluiten bij Europees beleid

Voor de rekenprincipes wordt zo goed mogelijk aangesloten op de Renewable Energy Directive (RED) (Richtlijn 2009/28/EG, 2009) en de opvolger hiervan, welke in ontwikkeling is (COM(2016)767(sd), 30.11.2016).

De broeikasgasemissie ten gevolge van de *productie van brandstoffen* in de vorm van vaste en gasvormige biomassa, voordat zij worden omgezet in elektriciteit, verwarming en koeling, wordt als volgt berekend (COM(2010)11):

$$E = eec + el + ep + etd + eu - esca - eccs - eccr,$$

waarin:

E = de totale emissie ten gevolge van de productie van brandstof vóór de energie-omzetting;

**eec = emissies ten gevolge van het ontginnen of de teelt van grondstoffen;**

Deze emissies worden alleen bij biomassa uit rondhout meegerekend. Voor andere ketens/pathways in deze rapportage niet, omdat het dan gaat om biomassa welke gedefinieerd is als reststroom. Het toerekenen van de broeikasgasemissies begint dan bij het inzamelen.

el = de op jaarbasis berekende emissies van wijzigingen in koolstofvoorraden door verandering in landgebruik;

**ep = emissies ten gevolge van verwerkende activiteiten;**

**etd = emissies ten gevolge van vervoer en distributie;**

eu = emissies ten gevolge van de brandstof bij gebruik, d.w.z. broeikasgassen die worden uitgestoten gedurende de verbranding van vaste en gasvormige biomassa;

esca = de emissiereductie door koolstofaccumulatie in de bodem als gevolg van beter landbouwbeheer;

eccs = de emissiereductie door het afvangen en geologisch opslaan van koolstof;

eccr = de emissiereductie door het afvangen en vervangen van koolstof.

Met de emissies ten gevolge van de productie van machines en apparatuur wordt geen rekening gehouden.

**Rood** gemarkeerd zijn de onderdelen die van toepassing zijn op de ketens/pathways die we in deze rapportage beschrijven. De som van deze emissies is betrekkelijk eenvoudig aan te geven als:

$$E \text{ (totaal)} = eec \text{ (Teelt of Cultivatie)} + ep \text{ (Proces)} + etd \text{ (Transport)}$$

## Bijlage II: Begrippen

---

Actuele, typische en default waarden voor CO<sub>2</sub> emissiefactoren volgens Europa

In de rapporten van 2014 en 2017 van het Joint Research Centre in Europa (Giuntoli J., Agostini, Edwards, & Marelli, 2014 en 2017) zijn de zogenaamde ‘typische’ waarden voor Europa beschreven. Met een vermenigvuldigingsfactor van 1,0, 1,2 of 1,4, afhankelijk van – het onderdeel van - de keten, zijn deze ‘typische’ waarden te gebruiken als Europees erkende ‘default’ waarden. In BioGrace-II wordt met deze ‘default’ waarden gerekend. Als bedrijf of ketenpartners is het mogelijk om een ‘actuele’ waarde te berekenen voor een afgebakend ketenonderdeel, welke onderbouwd moeten worden met praktijkcijfers uit de administratie. (COM(2016)767(sd), 30.11.2016)

‘Actuele waarde’

‘Actuele waarde’ zijn de feitelijke broeikasgasemissies voor de stappen van een specifiek biomassa productieproces berekend volgens de methode zoals beschreven in part C of Annex V; (COM(2016)767(sd), 30.11.2016)

Blokken

Afgekorte en gekloofde houtblokken uit stamhout of dikke takken.

Chips

Chips zijn houtsnippers gemaakt door machines met verkleintechieken, met scherpe randen zoals messen (Alakangas). (Corten & Kupers, mei 2017)

Chunks

Chunks zijn houtsnippers met scherpe snijranden, waarvan de meeste deeltjes een specifieke gelijke lengte hebben. De afmeting van de deeltjes is meestal relatief groot (Alakangas). En het aandeel fijne deeltjes (fines) is laag. (Corten & Kupers, mei 2017)

CO<sub>2eq</sub>-emissiefactor

De CO<sub>2eq</sub>-emissiefactor is de broeikasgasemissie die wordt toegerekend aan een functionele eenheid. Naast CO<sub>2</sub>, tellen de andere broeikasgassen CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O hierin mee. De mate waarin het totaal bijdraagt aan het broeikaseffect is uitgedrukt in CO<sub>2</sub> equivalent. CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O zijn sterkere broeikasgassen.

‘Default waarde’

‘Default waarde’ is een waarde die is afgeleid van de ‘typische waarde’. Het zijn conservatieve schattingen van de emissies van broeikasgassen. Volgens de systematiek gehanteerd bij het Europees Onderzoekscentrum (JRC) worden deze berekend zijn door het vermenigvuldigen van de ‘typische waarde’ met een bepaalde factor (1.0, 1.2 or 1.4 afhankelijk van – het onderdeel van - de pathway of keten waar het om gaat). Deze conservatieve waarde kan gebruikt worden in plaats van een ‘actuele’ waarde in omstandigheden waar deze niet bekend is; (COM(2016)767, 30.11.2016)

Grootteklassen houtsnippers G30/P16, G50/P31,5 en G100/P63

Voor de grootteklasse is de stukgrootte en de stukgrootteverdeling van belang. G30, G50 en G100 zijn klassen hiervoor volgens de Oostenrijkse Önorm en P16, P31,5 en P63 volgens de Europese

EN14961 standaard. Beide verschillen iets. De getallen achter de 'P' verwijzen naar de diameter van de ronde zeefmaat waar tenminste 75% het gewichtsaandeel van de deeltjes doorheen valt. (Corten & Kupers, mei 2017)

#### Houtdichtheid

De houtdichtheid beschrijft de materiaaldichtheid van het hout in kg/m<sup>3</sup> massief hout bij een bepaalde (x %) vochtigheid.

#### Functionele eenheid

De functionele eenheid is de systeemfunctie waarvoor - in dit geval de broeikasemissie - wordt berekend. De basisfunctie waarop alternatieven worden vergeleken. Voor de EU voor 'energie' is dit aan Megajoule (MJ) output aan energiewaarde. In E-land CO<sub>2</sub> zijn meerdere keuzemogelijkheden voor de functionele eenheid, bijvoorbeeld: per ton droge stof aan output of per m<sup>3</sup> hout. In de rekentool CO<sub>2</sub> prestatieladder wordt weer van hele andere functionele eenheden gebruik gemaakt: bijvoorbeeld per bedrijf, of per euro omzet.

#### Shreds

Shreds zijn houtsnippers gemaakt met shredders, machines met een verkleintechiek gebaseerd op het breken en verbrijzelen van het hout. De houtsnippers zijn daardoor meer versplinterd, en hebben een ruwer oppervlak (FNR, 2014). Shredders worden doorgaans gebruikt voor ruwer uitgangsmateriaal, zoals sloophout, stronken of gemengd snoeiafval. (Corten & Kupers, mei 2017)

#### Pellets

Pellets zijn brokjes van samengeperst hout. De pellets worden zo geperst dat ze voldoen aan bepaalde de kwaliteitseisen voor industrieel gebruik of toepassing in kleinschaliger installaties. In E-land HOUT-app worden de specificaties van ENplus aangehouden. ENplus is een kwaliteitskeur voor stookeigenschappen gebaseerd op de Europese standaard EN14961. (Corten & Kupers, mei 2017)

#### Systeemaftbakening

De systeemaftbakening geeft aan wat er allemaal meetelt voor in dit geval het berekenen van de CO<sub>2</sub>-emissie. Zonder systeemaftbakening kan bij wijze van spreken de hele wereld meegeteld worden. De keuzes die hierin worden gemaakt, kunnen van – grote - invloed zijn op het resultaat van de berekening. Het is daarom belangrijk transparant te zijn over de systeemaftbakening.

#### 'Typische waarde'

'Typische waarde' betekent een schatting van de representatieve broeikasgasemissies en besparing van emissies voor de productieketen van een specifieke - vloeibare- biobrandstof, welke representatief is voor de Europese Unie; (COM(2016)767(sd), 30.11.2016)

#### Reststroom of 'residue'

Een 'residue' of reststroom is een substantie dat niet het direct beoogde eindproduct is van het productieproces. De substantie is niet het primaire doel van het productieproces en het productieproces is niet met opzet aangepast om het te produceren; (COM(2016)767(sd), 30.11.2016)

Verbrandingswaarde (energiewaarde of calorische waarde)

De verbrandingswaarde (energiewaarde of calorische waarde) is de hoeveelheid warmte die vrijkomt van het hout bij volledige verbranding van 1 ton hout van een bepaalde vochtigheid.

Vochtigheid (M)

De vochtigheid geeft het percentage water aan in het hout. De vochtigheid (M) is op basis van het natte gewicht van het hout en wordt doorgaans gebruikt bij biomassa (voor energie). Het vochtgehalte<sub>droge basis</sub> (U) is op basis van het droge gewicht van het hout en wordt doorgaans gebruikt bij hout in de bouw. (Corten & Kupers, mei 2017)

Well tot Wheel

Bij CO<sub>2</sub>-emissiefactoren van de energiebronnen wordt onderscheid gemaakt tussen de emissies:

1. Well tot Tank (WtT) zijn de emissies in de voorketen van de activiteit (toeleveringsketen)
2. Tank to Wheel (TtW) zijn de directe emissies van de activiteit
3. Well to Wheel (WtW) = 1 + 2 (co<sub>2</sub>emissiefactoren, 2017)

In E-land CO<sub>2</sub> wordt gerekend met de CO<sub>2</sub>-emissiefactoren van energiebronnen van Well to Wheel.



*1 Harvester sorteert rondhout en top- en takhout bij de oogstwerkzaamheden. Foto: Willem Quist*

## **Bijlage III: Voorbeeld beschrijvingen en -berekeningen van acht veelvoorkomende ketens van houtige biomassa uit Nederland**

---

Losse bijlage

## **Bijlage IV: Voorgestelde CO<sub>2</sub>-emissiefactoren houtige brand- en grondstoffen uit Nederland aan [www.CO2-emissiefactoren.nl](http://www.CO2-emissiefactoren.nl)**

---

Losse bijlage

