



MONITORING GROENE GRONDSTOFFEN

PLATFORM GROENE GRONDSTOFFEN

MONITORING GROENE GRONDSTOFFEN

PLATFORM GROENE GRONDSTOFFEN

Auteur(s)

Koen Meesters, Piet Boonekamp, Marieke Meeusen,
David Verhoog, Wolter Elbersen

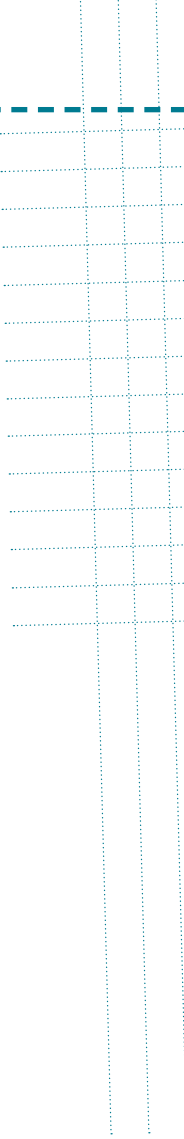
Opdrachtgever

Platform Groene Grondstoffen - EnergieTransitie
Postbus 8242
3502 RE Utrecht
Contactpersoon: Kees Kwant
groenegrondstoffen@agentschapnl.nl

Opdrachtnemer

WUR-AFSG
Ir K.P.H. Meesters

januari 2010



INHOUDSOPGAVE

EXECUTIVE SUMMARY	6
1 INLEIDING	8
1.1 Aanleiding	8
1.2 Doel	8
1.3 Aanpak	8
2 UITGANGSPUNTEN, RANDVOORWAARDEN EN BEPERKINGEN	10
2.1 Fossiele koolstofbalans	10
2.2 Hernieuwbare koolstofbalans	10
3 FOSSIELE KOOLSTOFBALANS	11
3.1 Methode opstelling koolstofbalans	11
3.2 Energetische toepassingen	13
3.3 Niet energetische toepassingen	14
3.4 Fossiele koolstofbalans	15
3.5 Kennishiaten fossiele koolstofbalans	17
4 HERNIEUWBARE KOOLSTOFBALANS	19
4.1 Inleiding	19
4.2 Beschrijving hernieuwbare koolstofstromen in Nederland	19
4.2.1 Bronnen	19
4.2.2 Import en export	21
4.2.2.1 Commodities	21
4.2.2.2 Samengestelde producten	21
4.2.3 Bewerkings- en verwerkingsprocessen (lichtblauw deel van economie)	22
4.2.4 Consumptie (donkerblauw deel van economie)	22
4.2.5 Afvalverwerking (grijs deel van de economie)	23
4.2.6 Recycle	23
4.2.7 Sinks (weergegeven in ovalen)	23
4.2.8 Overige begrippen in de figuur	24
4.2.8.1 Economische voorraad (EV)	24
4.2.8.2 Bodem koolstof voorraad	24
4.2.8.3 Staande houtvoorraad	24
4.3 Methode	24
4.3.1 Afbakening meegenomen koolstof	24
4.3.2 Natte stof (AI), droge stof (DA), as (As), organische stof (OS), organisch koolstof (OC)	24
4.3.3 Verbrandingswaarde (LHV) van biologische stoffen	25
4.3.4 Berekende coëfficiënten op basis van samenstelling	25
4.3.5 Grondgebruik	27
4.3.6 Hoofd- en bijproducten	27
4.4 Vastlegging van hernieuwbaar koolstof in Nederland	29
4.4.1 Verkeersterrein	30

4.4.2	Bebouwd terrein	30
4.4.3	Semi-bebouwd terrein	31
4.4.4	Recreatieterrein	31
4.4.5	Agrarisch terrein	32
4.4.5.1	Akkerbouw	32
4.4.5.2	Tuinbouw	36
4.4.5.3	Blijvend en natuurlijk grasland	36
4.4.5.4	Glastuinbouw	37
4.4.6	Bos en open natuurlijk terrein	37
4.4.7	Water	38
4.5	Totale vastlegging van hernieuwbaar koolstof in Nederland	38
4.6	Import en export	41
4.7	De uitstoot van hernieuwbaar koolstof	44
4.7.1	Uitstoot door toepassing van biobrandstoffen	44
4.7.2	Uitstoot van hernieuwbaar koolstof tijdens verbranding	45
4.7.3	Verademing van koolstof door de mens	45
4.7.4	Verademing door vee	45
4.8	Hernieuwbaar koolstof in afvalstadium en recycling	45
4.8.1	Afvalverbranding	46
4.8.2	Compostering van GFT	46
4.8.3	Mest	47
4.8.4	Huishoudelijk afvalwater	48
4.8.5	Recycling van oud papier	49
4.9	Opslag van hernieuwbaar koolstof	49
4.9.1	Opslag van organisch koolstof in de bodem	49
4.9.2	Staande houtvoorraad	51
4.10	Hernieuwbare koolstofbalans	51
4.11	Kennishiaten	53
5	DE TOEPASSING VAN HERNIEUWBAAR KOOLSTOF	55
5.1	Economische stromen gerelateerd aan materialen van biologische oorsprong	55
5.2	Een beeld van de biomassastromen op basis van de economische stromen	58
6	DISCUSSIE VAN DE RESULTATEN IN HOOFDSTUK 3, 4 EN 5	61
7	MOGELIJKE INDICATOREN VOOR DE 'BIOBASED ECONOMY'	64
7.1	Indicatoren op basis van de fossiele koolstofbalans	64
7.1.1	De netto toepassing van fossiele grondstoffen	64
7.2	Indicatoren op basis van de hernieuwbare koolstofbalans	65
7.2.1	De netto toepassing van hernieuwbare grondstoffen	65
7.2.2	Benutting van de Nederlandse vastlegging	66
7.2.3	Zelfvoorzienendheid Bio C	67
7.3	Indicatoren op basis van zowel fossiele als hernieuwbare koolstofbalans	68

7.3.1	NL Grondstoffenmix	68
7.4	Indicatoren op basis van economische data	69
7.4.1	Fossiele koolstof intensiteit van de economie	69
7.4.2	Hernieuwbare koolstof intensiteit	70
7.4.3	Indicatoren voor toepassing van hernieuwbare grondstoffen in de 'overige economie'	71
7.4.4	Efficientie van de toepassing van hernieuwbaar koolstof	72
8	CONCLUSIES	73
9	AANBEVELINGEN	76
	LITERATUUR	77
	APPENDICES	79

EXECUTIVE SUMMARY

The Bio-renewable Resources Platform (Platform Groene Grondstoffen, PGG) has presented a vision where the usage of fossil resources will be reduced by 30% in 2030 (Platform Groene Grondstoffen, 2006). In order to reach this ambitious goal, an efficient utilization of renewable resources (the biobased economy) is of fundamental importance. The Platform and the Dutch government (represented by SenterNovem) have asked for the development of a method to monitor this so called 'biobased economy'.

This research aims at the development of a method to monitor the biobased economy in the Netherlands. The method should largely rely on available data and should be able to deliver monitor data on a regular basis.

From available data and some estimates a fossil carbon balance and a renewable carbon balance were derived to serve as a reference. Based on these balances, indicators for the monitoring of the development of the biobased economy were calculated and indicated in **bold**.

Fossil carbon balance

First, the fossil carbon balance was mapped to serve as a reference point. The fossil carbon usage in the Dutch economy was calculated from the balance of fossil energy carriers: $\text{Net fossil carbon usage} = \text{Extraction} + \text{Import} - \text{Export}$. The total **net usage of fossil carbon** in the year 2006 was equal to 53 Mton C. This number will get lower when more insight is gained in the export of plastics.

The application of fossil carbon was derived from the data that have evolved from the greenhouse gas inventory of the Netherlands. The fate of plastics could not be recovered from these data, since plastics are not regarded as energy carriers and do not have a direct CO₂ emission. It was found that a small portion of the plastics ends in the waste incineration and a large portion is exported in bulk quantities. The fate of the remaining 55% is uncertain, most probably these plastics were exported as complex goods (car parts, plastic boxes etc.).

Renewable carbon balance

The renewable carbon balance was derived from statistical data, literature data and in a few places completed with educated guesses. A similar approach as with the fossil carbon balance was used: $\text{Net renewable carbon usage} = \text{Harvest} + \text{Import} - \text{Export}$. The **net usage of renewable carbon** in 2006 was equal to 15.3 Mton C. This number can be produced year by year and serve as a monitor for the biobased economy.

Through literature data on waste incineration, wastewater treatment, manure and guestimates for the loss of carbon in cattle and humans (through breathing) it could be shown that the known outlets for renewable carbon are close to the usage of renewable carbon. These data cannot be use for monitoring (especially the loss in cattle and humans is uncertain), but it indicates that the balance is reasonably good. Currently, a considerable portion of the biomass that grows in the Netherlands is not used at all. Therefore, not only the harvest, but also the total application of fixated carbon was estimated. 75% Of a total biomass growth of 12.5 Mton was

harvested in the year 2006. The dutch **application of fixated carbon** can be calculated year by year and serve as an indicator for the success of exploiting our own resources.

Another indicator is the **renewable carbon self-sufficiency**. 61% Of the dutch demand for renewable carbon was covered by harvest from the dutch soil.

Combination of data from both balances

A combination of both balances has yielded an indicator 'raw material mix'. 22% Of all carbon used in the dutch society is of renewable origin. If the visions of PGG (reduction of 30% fossil energy usage) would come true, this indicator could increase to 30% (through savings of fossil carbon) or even 64% (replacement of fossil carbon with renewable carbon). Clearly, the replacement of fossil carbon through renewable carbon will result in a considerable increase of the indicator, whereas savings of fossil carbon usage will have little influence on the indicator value.

Application of renewable carbon

The application of renewable carbon was mapped based on financial data. The majority was used in cattle breeding and the food industry (roughly estimated at 14.7 Mton C). A smaller part (roughly 5.7 Mton C) was applied in other industries. Since financial data are not directly proportional to physical streams, this mapping was indicative only and cannot be used for monitoring.

The platform's vision comprises a 30% reduction of fossil resources. It envisages energy savings, a shift from fossil to renewable transport fuels, the use of biomass for electricity and biogas for heating. All of these are already monitored (Protocol monitoring duurzame energie, 2008). They also envisage a shift for the chemical industry that will substitute fossil resources with renewable resources. This however is not monitored yet. Currently, only a small fraction of the total renewable carbon usage is applied in the chemical industry. A rough estimation has indicated that in between 1.5 en 7.8 Mton C is used in the 'other industries' (=all industries excluding the food and feed industry and the pulp and paper industry).

A monitor of the renewable carbon usage based on financial data is too rough and surrounded with too much uncertainty. A separate monitoring system needs to be put in place to monitor the developments in the chemical industry.

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Het Platform Groene Grondstoffen (PGG) heeft een visie opgesteld waarin een 30% vermindering van het gebruik van fossiele grondstoffen voor het jaar 2030 wordt bereikt. Deze sterke reductie kan alleen gehaald worden door een efficiënte benutting van hernieuwbare grondstoffen. Deze efficiënte benutting is mogelijk door de productie van materialen, chemicaliën, warmte en energie op basis van groene grondstoffen: de 'biobased economy' (Platform groene grondstoffen, 2006). Het Platform en Agentschap NL willen volgen hoe deze 'biobased economy' zich ontwikkelt.

Voor duurzame energie is er een protocol monitoring opgesteld (Bosselaar *et al.*, 2006) waarmee vastgesteld wordt hoe de productie/consumptie van hernieuwbare elektriciteit, warmte en biobrandstoffen zich ontwikkelt. Deze monitoring wordt door het CBS verzorgd (CBS 2008, CBS 2009). Voor duurzame producten is echter nog slechts zeer beperkt inzicht verkregen in de omvang en toepassing van hernieuwbare grondstoffen.

Om de toepassing van groene grondstoffen te kunnen meten, is het noodzakelijk een passende methodologie te ontwikkelen, *waarbij zowel de toepassing van groene grondstoffen kan worden vastgesteld, alsook de mate van vervanging van fossiele grondstoffen die hierdoor bereikt wordt (de efficiëntie van de toepassing)*. Deze methodologie kan vervolgens worden verankerd in de monitoring systematiek van het CBS.

Een begeleidingsgroep voor dit project heeft suggesties gedaan voor de aanpak: Reinoud Seegers en Roel Delahaye van het CBS en Timo Gerlagh, Barbara Breimer, Juliette Koeslag, Edith Engelen en Kees Kwant van AgentschapNL (voorheen SenterNovem).

1.2 Doel

Het doel van het project is het opstellen van een monitor voor de vaststelling van de toepassing van hernieuwbare grondstoffen in Nederland. Ook wil de opdrachtgever inzicht verkrijgen in de herkomst, toepassing en potentie van hernieuwbaar koolstof in Nederland. De potentie van hernieuwbaar koolstof wordt enerzijds bepaald door het aanbod van hernieuwbare grondstoffen (de herkomst), en anderzijds door het huidige verbruik van fossiel koolstof. Immers, als de juiste technologie voorhanden zou zijn, dan zou in principe de gehele fossiele economie vervangen kunnen worden door hernieuwbare grondstoffen (de 'biobased economy').

1.3 Aanpak

Allereerst is geïnventariseerd wat de uitgangspunten, randvoorwaarden en beperkingen van de monitor zullen zijn (hoofdstuk 2) (Fase 0 uit het projectvoorstel). Vervolgens is er een fossiele koolstofbalans opgesteld (hoofdstuk 3). Deze balans zal dienen als referentie voor de toepassing van hernieuwbaar koolstof. Deze balans is al grotendeels in kaart gebracht zoals te zien is in Figuur 1.

Tegelijkertijd is ook een hernieuwbare koolstofbalans opgesteld. Deze ziet er (naar analogie van de fossiele koolstofbalans) uit als weergegeven in Figuur 3.

Allereerst is gekeken naar de stromen aan de randen van deze figuur: de vastlegging van hernieuwbaar koolstof, de import en export van hernieuwbaar koolstof, de opslag van hernieuwbaar koolstof, en het weer vrijkomen van CO₂ (of methaan) uit het systeem. Na het invullen van de randen van de figuur, is ook gekeken naar de toepassing van hernieuwbaar koolstof (hoofdstuk 5). In principe is uitgegaan van bestaande statistieken (Fase 1 uit het projectvoorstel). Indien nodig, zijn methoden ontwikkeld om bekende statistische gegevens om te rekenen naar tonnen C of zijn methoden ontwikkeld om kennisgaten te dichten. Overgebleven kennisgaten zijn gerapporteerd (Fase 2 uit het projectvoorstel). Fase 1 en 2 zijn steeds gelijktijdig doorlopen en de kennisgaten zijn daarom niet in een apart hoofdstuk, maar als aparte paragraaf per onderwerp gerapporteerd.

2 UITGANGSPUNTEN, RANDVOORWAARDEN EN BEPERKINGEN

Het doel van het onderzoek is het opstellen van een protocol om de ontwikkeling van de toepassing van groene grondstoffen in Nederland te meten. Het protocol moet gebaseerd zijn op:

- Gebruik van data uit bekende statistieken die jaarlijks (of met zekere regelmaat) worden verzameld.
- Nieuwe methoden om het beeld compleet te krijgen en om van productgewicht naar droge stof of C te komen.
- De systeemgrens is zoveel mogelijk in overeenstemming met de systeemgrenzen van de CBS statistieken (de economie).
- Waar nodig wordt het systeem uitgebreid met niet economische stromen.
- De frequentie, precisie en detaillering van de monitor zijn nog onbekend en het projectteam moet zelf beslissen wat haalbaar (budget) of noodzakelijk (voor voldoende kwaliteit) is.
- De stromen worden uitgedrukt in Mton AI ('as is'), Mton DS, Mton C en PJ (LHV).

2.1 Fossiele koolstofbalans

- Data uit MONIT en broeikasgasmonitor (Boonekamp, 2004).

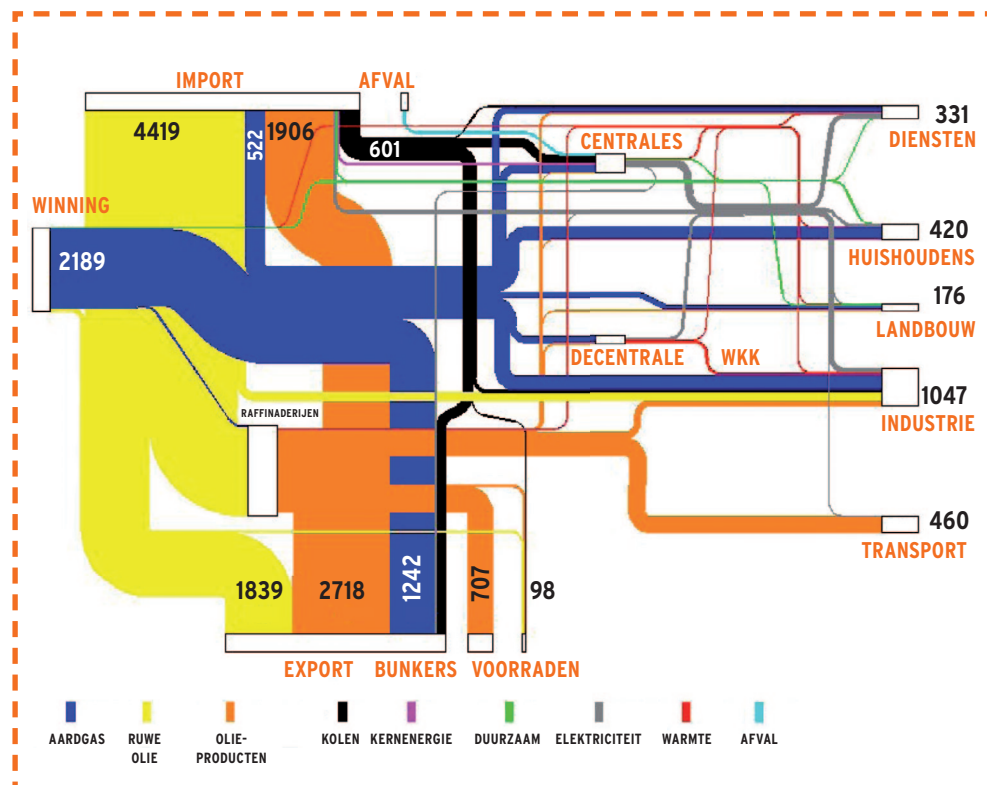
2.2 Hernieuwbare koolstofbalans

- Data van CBS 'Material Flow Accounts' (Delahaye *et al.*, 2008), (NAMEA).
- Data uit Bodemgebruik in Nederland (CBS, 2009).
- Data uit de Oogstraming (CBS, 2009).
- Aanvulling met niet economische biomassastromen (biomassa uit natuur, stro, mest, afval).
- Het CBS gaat dit jaar werken aan zogenaamde 'Physical Input Output Tabels' (PIOT) voor verslaglegging naar de Europese Unie zoals beschreven in Eurostat (2001). Deze tabellen zouden een goede basis kunnen worden voor het in kaart brengen van de stromen van biomassa in de economie en daarmee van de toepassing van hernieuwbaar koolstof. In dit onderzoek konden deze tabellen niet worden meegenomen omdat de gegevens nog niet beschikbaar zijn. Er is wel een schatting gemaakt van de massastromen op basis van geldstromen in de economie.

3 FOSSIELE KOOLSTOFBALANS

3.1 Methode opstelling koolstofbalans

Bij het opstellen van een koolstofbalans voor fossiele energiedragers maakt ECN gebruik van het MONIT-systeem met data over energieverbruik en CO₂-emissies (Boonekamp, 2004). De energiedata zijn gebaseerd op CBS-statistieken. Een ruwe weergave van de energiestromen is te zien in Figuur 1. De CO₂-emissies worden berekend uit het energieverbruik conform de aanpak voor de NIR (National Inventory Report voor de UNFCCC).



Figuur 1: Stroomdiagram Nederlandse energiehuishouding in PJ (CBS)

Om de emissies te kunnen berekenen bevatten de MONIT-balansen energiedata per sector en per type energiedrager. Naast de verbruiksectoren worden ook winning, invoer en uitvoer onderscheiden (zie MONIT-balans in Appendix 1). Bij energiedragers wordt nog onderscheid gemaakt naar energetisch verbruik (verbranding) en non-energetisch verbruik (feedstock). In het eerste geval volgen de emissies uit verbruik maal een emissiefactor. In het tweede geval ligt dit ingewikkelder omdat bij feedstock verbruik de CO₂ pas (veel) later vrijkomt, bijvoorbeeld als plastic producten in 1998 gemaakt uit olie afgedankt en verbrand worden in vuilverbrandingsinstallaties in 2008.

De berekende CO₂-emissies per sector betreffen alleen de directe emissies van

brandstofverbruik, aangezien elektriciteit en warmte CO₂-vrij zijn bij het verbruik. Voor deze elektriciteit en warmte zijn elders wel brandstoffen ingezet en dus emissies veroorzaakt. Om dit zichtbaar te maken geeft MONIT voor eindverbruiksectoren ook de indirecte emissies van verbruik van elektriciteit en warmte (zie energiebalans in Appendix 1).

De fossiele CO₂-emissies worden berekend met verbruikcijfers exclusief bio-inputs (zie paragraaf 3.2).

De fossiele koolstofbalans wordt afgeleid uit die voor fossiele CO₂-emissies door deze om te rekenen naar koolstof met een factor 12/44 (verhouding molecuul gewichten C en CO₂).

Om de koolstofstromen bij winning, import en export te bepalen moeten de bijbehorende CO₂-cijfers bekend zijn. Echter, deze worden normaal niet bepaald in emissieberekeningen, aangezien ze niet relevant zijn voor de Nederlandse CO₂-emissies. De nationale emissies worden immers bepaald door de uiteindelijke inzet van energiedragers bij binnenlandse verbruikers, onafhankelijk van de herkomst. Om dit probleem te ondervangen is de hoeveelheid koolstof in geïmporteerde, gewonnen en geëxporteerde energie bepaald op basis van PJ's per type energiedrager en bijbehorende emissiefactoren.

De koolstofemissie behorend bij het importsaldo (import minus export) plus winning zou gelijk moeten zijn aan de reeds bepaalde emissie van het totale binnenlandse verbruik. De hoeveelheid koolstof gekoppeld aan importsaldo en winning is echter groter dan bepaald op basis van het binnenlands verbruik. De oorzaak ligt bij de toepassing van energiedragers voor niet-energetische toepassingen, waarbij niet altijd/direct emissies vrijkomen (zie paragraaf 3.4). Bijvoorbeeld gebruik van geïmporteerde olie als grondstof voor producten zoals kunststoffen, waarvan waarschijnlijk een groot deel wordt geëxporteerd. Die export valt buiten de exportcijfers voor energiedragers in de MONIT-balans.

De op te zetten koolstofbalans dient als referentiekader voor het evalueren van bio-input opties die de fossiele CO₂-emissie verminderen. Om dit mogelijk te maken wordt in de koolstofbalans onderscheid gemaakt naar verbruiksectoren, naar energetisch en feedstock verbruik, verbruik per type brandstof en verbruik van warmte en elektriciteit. Vanwege de aansluiting bij de overall aanpak worden ook import, export en winning meegenomen.

De relatie tussen energieverbruik en de werkterreinen fossiele koolstof en groene grondstoffen wordt gegeven Tabel 1. De fossiele koolstof (oranje cellen) betreft het verbruik voor energetische toepassingen en feedstocks. Energieverbruik omvat daarnaast bio-inputs voor energetische toepassingen en overige duurzame energie (wind, zon, etc.), maar niet bio-inputs als feedstocks. Groene grondstoffen (groene cellen) omvat bio-inputs als brandstof en feedstocks, maar ook bio-inputs voor toepassing los van energieverbruik.

	Energetisch	Feedstocks	Ov.grondstoffen
Fossiele energiedragers	Energiebalans	Energiebalans	X
Bio-inputs	PDE / energiebalans	?	X
Overige duurzame energie	PDE / energiebalans	X	X

Tabel 1: Energieverbruik en de werkterreinen fossiele koolstof en groene grondstoffen

De CO₂-emissies uit MONIT komen overeen met de emissies, zoals gerapporteerd in de NIR (National Inventory Reporting) voor de UNFCCC. In appendix 7 wordt de relatie tussen de MONIT- en de NIR-categoriën gegeven.

3.2 Energetische toepassingen

In de energiebalans wordt onderscheid gemaakt naar energetisch eindverbruik en verbruik voor overige omzettingen. Bij de berekening van de bij behorende CO₂-emissies zijn deze categorieën energetisch verbruik samengenomen (zie Appendix 1).

Aangezien het hier gaat om een fossiele koolstofbalans wordt het energetisch verbruik geschoond voor de volgende bio-inputs:

- biogas (fermentatiegas) in diverse sectoren
- ‘biofuels’ gemengd met transport brandstoffen
- input van vuilverbranding van biologische oorsprong
- bijstook van biomassa in centrales
- houtgebruik bij huishoudens en industrietakken
- overige vormen van biomassa.

In Tabel 2 worden de categorieën bio-input conform het Protocol Duurzame Energie (PDE) gerelateerd aan sector en categorie verbruik in de energiebalans. Alle ingezette biogas-inputs vallen onder de verbruikscategorie “fermentatiegas” ofwel onder “winning overige energiedragers” (zie energiebalans in Appendix 1).

Wat betreft sectoren moet opgemerkt worden dat ‘biofuels’ voor wegvoertuigen niet bij transport worden meegenomen maar bij raffinage, waar ze gemengd worden met fossiele brandstoffen alvorens geleverd te worden aan de transportsector.

De meeste PDE-categorieën kunnen direct gekoppeld worden aan unieke verbruikcijfers in de energiebalans. In sommige gevallen is echter niet goed bekend op welke sectoren een PDE-categorie betrekking heeft (zie vraagtekens in de tabel). Andersom geldt dat “winning overige energiedragers” (Win.o.e.d. in tabel) in de energiebalans niet altijd of volledig betrekking heeft op bio-inputs.

PDE-categorie	Energiebalans					
	Vuilverbranding	Centrales	Industrie	Huishoudens	Overige verbruiker	Raffinage
Afvalverbranding	Win.o.e.d.					
Meestoken in centrales		Win.o.e.d				
Houtkachels bedrijven			Win.o.e.d.		Win.o.e.d.	
Houtkachels huishoudens				Win.o.e.d.		
Ov. biomassa verbranding			Win.o.e.d.?		Win.o.e.d.?	
Biogas stortplaatsen	Ferm.gas					
Biogas RWZI					Ferm.gas	
Biogas, landbouw					Ferm.gas	
Biogas, overig			Ferm.gas		Ferm.gas	
Biobrandstoffen verkeer						Win.o.e.d.

Tabel 2: Relatie PDE-categorieën en bio-inputs in de energiebalans

De bijdrage van verschillende bio-inputs vanaf 2000 wordt gegeven in Appendix 2. Voor biogas betreft het de verbrandingswaarde en voor andere bio-inputs (b.v. hout stoken) het vermeden fossiele verbruik. Het totale aandeel van bio-inputs, conform PDE in termen van vermeden fossiele energiedrager, bedraagt in recente jaren ruim 2% van het totaal energetisch verbruik.

3.3 Niet energetische toepassingen

In de energiebalans (zie Appendix 1) wordt ook het energieverbruik voor niet-energetische toepassingen gegeven. Het betreft hoofdzakelijk de volgende energiedragers en sectoren:

- kolen/cokes voor hoogovens (Basismetaal)
- olie-feedstocks voor de petrochemie
- aardgas als feedstock voor kunstmestproductie
- petrocokes voor het maken van anodes voor aluminium productie (Overige Industrie)
- smeerolie/vetten voor voertuigen en machines (Transport en Overige Verbruikers).

Bij veel niet-energetische toepassingen blijft de koolstof in de brandstof bewaard in de producten, bijvoorbeeld plastics, zodat het verbruik niet (direct) resulteert in CO₂-emissies. Uitzonderingen betreft niet-energetisch:

- kolenverbruik in de sectoren Voeding, Basismetaal en Chemie
- olieverbruik bij Bouwmaterialen, Overige industrie, Overige afnemers, Transport en Raffinaderijen
- aardgasverbruik bij de Chemie (deels)
- kolen- en olieverbruik in Cokesfabrieken.

Bio-inputs als feedstocks vallen buiten de energiestatistieken aangezien het geen energetisch verbruik is en ook geen fossiele energiedragers betreft (zie Tabel 1).

Hier is het verbruik voor niet-energetische toepassingen dus geheel gebaseerd op fossiele energiedragers.

3.4 Fossiele koolstofbalans

In de fossiele koolstofbalans (zie Tabel 3) worden onderscheiden import, export, winning, voorraadmutaties (v.m), totaal Nederland, diverse energiesectoren en diverse verbruiksectoren. Verder wordt onderscheid gemaakt naar emissies van brandstof en feedstocks, die samen een totale emissie per sector geven.

De koolstof gekoppeld aan import, export en winning is berekend met de standaard emissiefactoren bij verbranding van kolen, olie en aardgas. Het betreft erin opgesloten koolstof. Na correctie voor voorraadmutaties resulteert een hoeveelheid koolstof die in Nederland zou moeten vrijkomen (zie kolom Totaal voor "Energie gerelateerd"). Aan de rechterzijde staan de uitgestoten emissies in alle gebruikssectoren. Deze zijn tezamen aanzienlijk kleiner (zie "Subtotaal" in dezelfde kolom).

	Opgesloten				Totaal	Uitgestoten									
	import	export	winning	v.m.		raff/cf/ winning	centrales	vuilverbr.	ov elektr.	huish.	landbouw	industrie	transport	bouw	diensten
Energetisch					44,2	3,5	11,4	0,0	2,3	4,4	2,7	7,0	9,9	0,3	2,7
Feedstock/emissie					1,7	0,3						1,4	0,0		0,0
Subtotaal					45,9	3,8	11,4	0,0	2,3	4,4	2,7	8,4	9,9	0,3	2,7
Feedstock/ producten					11,9										
Energie gerelateerd	176,0	155,3	37,6	-0,4	57,8										
Overige emissies					1,3			0,602		0,0		0,5		0,1	0,0
Totaal					59,1					4,4	2,7	8,8	9,9	0,4	2,8

Tabel 3: Fossiele koolstofbalans voor 2007 (Mton koolstof)

De oorzaak van het verschil ligt bij de toepassing van energiedragers voor niet-energetische toepassingen. Bij "Energie gerelateerd" is impliciet verondersteld dat importsaldo en winning bestaan uit brandstoffen die worden verbrand. Echter, een flink deel wordt ingezet als feedstock. Hierbij gaat de koolstof in producten zitten die gebruikt worden in het binnenland of worden uitgevoerd. Er komen op korte termijn geen emissies vrij, uitgezonderd bij de in paragraaf 3.3 genoemde toepassingen. Het blijkt dat van de potentiële CO₂-emissies van feedstocks (indien als brandstof gebruikt) meer dan 90% niet (direct) vrijkomt. Dit verklaart zo goed als geheel het verschil (zie "Feedstock > producten" in kolom "Totaal").

Voor het volledige emissiebeeld wordt in de tabel ook nog de overige koolstof-emissie gegeven. Deze is afkomstig van CO₂-emissies die niet aan energiedragers zijn gekoppeld, b.v. bij cement en kalksteenproductie of gebruik van anodes bij aluminiumsmelters (zie eindverbruiksectoren). Deze data zijn afkomstig uit de NIR (National Inventory Report voor de UNGCCC). De andere helft van de overige

emissie komt vrij bij het verbranden van niet-biogeen afval in vuilverbrandingsinstallaties, b.v. afgedankte producten die gemaakt zijn op basis van fossiele brandstof.

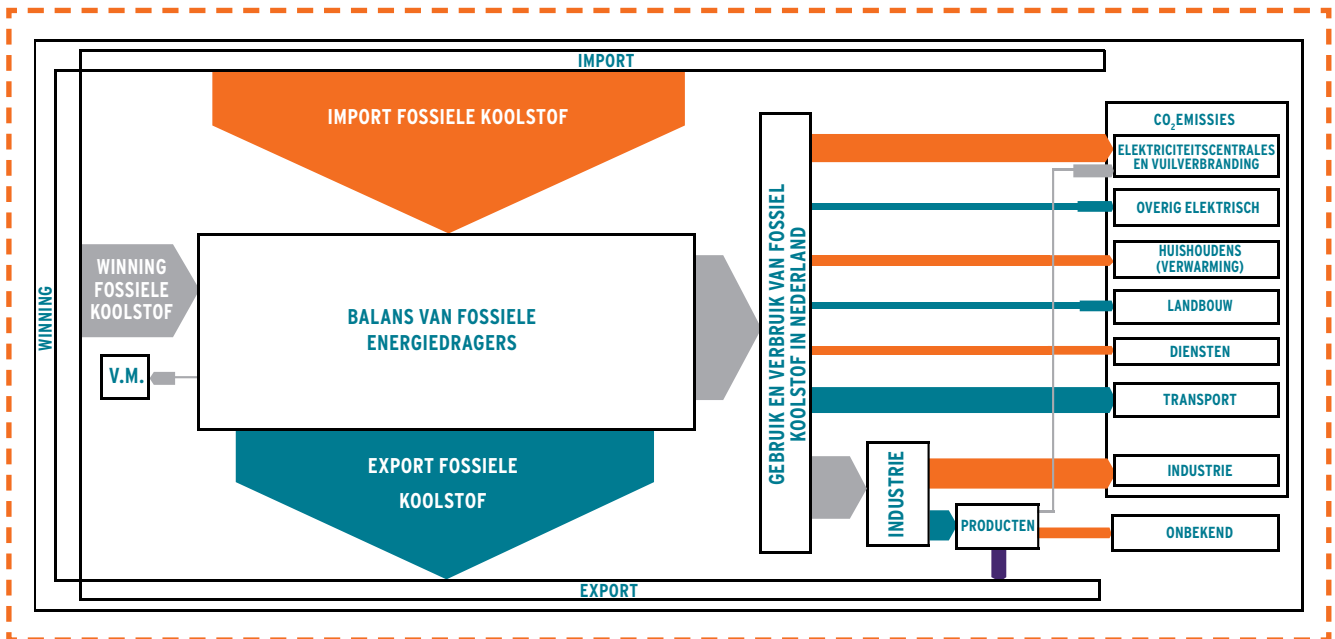
In de tabel is ook een koolstofstroom aanwezig van producten naar de energiesector. Dit betreft verbranding van afval van niet-biogene oorsprong. Deze emissie valt niet onder de koolstofbalans van fossiele energie. Maar, omdat bij verbranding van biomassa CO₂ vrijkomt, valt de totale emissie van de energiesector feitelijk iets hoger uit dan hier getoond.

In Figuur 2 zijn de grootheden uit de tabel in een stroomschema geplaatst, waaronder import en winning van brandstoffen, voorraadmutaties (V.M.) en export van brandstoffen. De emissie stromen komen overeen met de koolstofcijfers voor energiebedrijven en verbruiksectoren (energetisch en feedstock). Het cijfer voor "Producten" (11.8 Mton koolstof) in de tabel geeft de productie weer van producten die gemaakt zijn uit fossiele grondstoffen (met name plastics en rubbers). Omdat deze producten niet beschouwd worden als energiedrager, is de import en export van deze producten niet opgenomen in de fossiele energiebalans. Uit Tabel 3 kan gezien worden dat hiervan uiteindelijk 0.6 Mton koolstof in de afvalverbranding wordt verbrand.

Uit data van het CBS (CBS, 2009), kan voor de belangrijkste fossiele producten de import en export van koolstof worden berekend (Tabel 4). Hieruit blijkt dat er sprake is van een netto export van 4.7 Mton fossiel koolstof. Er zijn nog heel veel andere polymeren, maar de productievolumes daarvan zijn veel kleiner en deze grote 4 en zullen allemaal tezamen geen grote bijdrage leveren aan de netto export. Van de 11.8 Mton in Nederland geproduceerde producten wordt dus 4.7 Mton geëxporteerd en 0.6 Mton verbrand. Voor de overige 6.5 Mton koolstof is onduidelijk waar het heen gaat.

In 2006 was er een aanzienlijke export van brandbaar afval naar het buitenland (1.6 Mton), ook is er in 2006 nog een aanzienlijke hoeveelheid brandbaar afval gestort (2 Mton). Hierin zal ook een deel fossiel koolstof zitten. Als dit afval lijkt op het afval dat in Nederland in de AVI's verbrand wordt, dan zat in deze twee stromen dus ongeveer 0.4 Mton fossiel koolstof. Ook dit is dus niet voldoende om de balans sluitend te krijgen.

Een deel van de ontbrekende producten zal in Nederland worden opgeslagen (waterleidingen, rioolbuizen), maar het ligt niet voor de hand dat dit het gat volledig kan verklaren. Waarschijnlijk verlaat een aanzienlijk deel van de plastics en rubbers het land in de vorm van samengestelde producten (verpakkingsmateriaal, auto-onderdelen zoals bumpers) (zie paragraaf 4.2.2.2 voor de definitie van samengestelde producten). Extra onderzoek is nodig om dit verder op te helderen.



Figuur 2: Fossiele koolstofstromen voor Nederland in 2007 (data uit Tabel 3)

	Import	Export	Exportsaldo
Ethyleen	0,57	1,28	0,71
Polymeren	1,64	4,66	3,02
Polyethyleen	0,44	1,24	0,80
Propyleen	0,20	0,34	0,14
Totaal	2,85	7,52	4,67

Tabel 4: Koolstofstromen in de vorm van import en export van chemische producten omgerekend naar MtonC

3.5 Kennishiaten fossiele koolstofbalans

De fossiele koolstofbalans moet fungeren als referentiesysteem voor het bepalen van de bijdrage van nieuwe 'biobased' opties als substituuat van bestaande fossiele koolstof opties. Uit dien hoofde is op de volgende terreinen aanvullende informatie nodig:

- bestaande inzet van bio-inputs als vervanger van fossiele feedstocks
- opsplitsing naar (sub)sectoren van sommige PDE-cijfers over bio-energie
- opsplitsing van fossiel verbruik als feedstock naar processen met wel of geen CO₂-emissies.

De energiebalansen van het CBS geven geen cijfers over bio-inputs als vervanger van fossiele brandstoffen als feedstocks. De reden is dat deze buiten het domein van de energiestatistieken vallen. Het is mogelijk dat dit verbruik toch plaatsvindt op kleine schaal. Maar om ze op te nemen in de energiestatistieken moet aangetoond worden dat deze bio-inputs fossiele feedstocks vervangen. Is dat niet het geval dan

vallen ze onder het bredere terrein van de groene grondstoffen. Voor de emissie-reductie is bovendien van belang of de vervangen fossiele feedstocks zouden leiden tot CO₂-emissies of niet.

De vermeden fossiele koolstof bij gebruik van bio-inputs zal afhangen van de toepassing per sector. Daarom is het gewenst om alle PDE-cijfers zoveel mogelijk op te splitsen naar sector en, indien relevant, naar verschillende toepassingen. Momenteel is dit niet altijd het geval, vooral bij toepassing voor warmteproductie of het gebruik van biogas.

In de MONIT-berekeningen van de CO₂-emissie van niet-energetisch verbruik wordt per sector en per energiedrager een z.g. vastlegfactor gehanteerd. Deze generieke factor is afkomstig van het CBS en gebaseerd op meer gedetailleerde berekeningen per proces en individueel bedrijf. De generieke factor per sector geldt niet altijd voor de inzet van bio-inputs bij specifieke processen. Hier zijn de vastlegfactoren voor specifieke processen bepalend voor de vermindering van fossiele koolstof. In de effect analyses van nieuwe bio-opties moeten dus deze specifieke vastlegfactoren per proces bekend zijn.

De verdeling van in producten opgeslagen koolstof over binnenland en export is niet nauwkeurig bekend. Het lijkt erop dat een aanzienlijk deel van de plastics en rubbers het land verlaat in de vorm van samengestelde producten (zie paragraaf 4.2.2.2). Het is zeer moeilijk om deze samengestelde producten goed te monitoren.

4 HERNIEUWBARE KOOLSTOFBALANS

4.1 Inleiding

Over de balans van hernieuwbaar koolstof is veel bekend, maar de kennis is niet systematisch. Daardoor is de informatie onvolledig en is er ook kans op dubbeltelling. Deze studie beoogt een volledig overzicht van de hernieuwbare koolstofstromen in Nederland te geven zonder dubbeltellingen door gebruik te maken van een meer systematische aanpak. Voor weergave van de stromen van hernieuwbaar koolstof in Nederland wordt gestreefd naar eenzelfde soort overzicht als in Figuur 1 voor fossiele koolstof. Er zijn echter veel meer grondstoffen, processen en producten. Ook is er veel meer uitwisseling van stromen tussen de verschillende processen en zijn er verschillende recycle stromen.

4.2 Beschrijving hernieuwbare koolstofstromen in Nederland

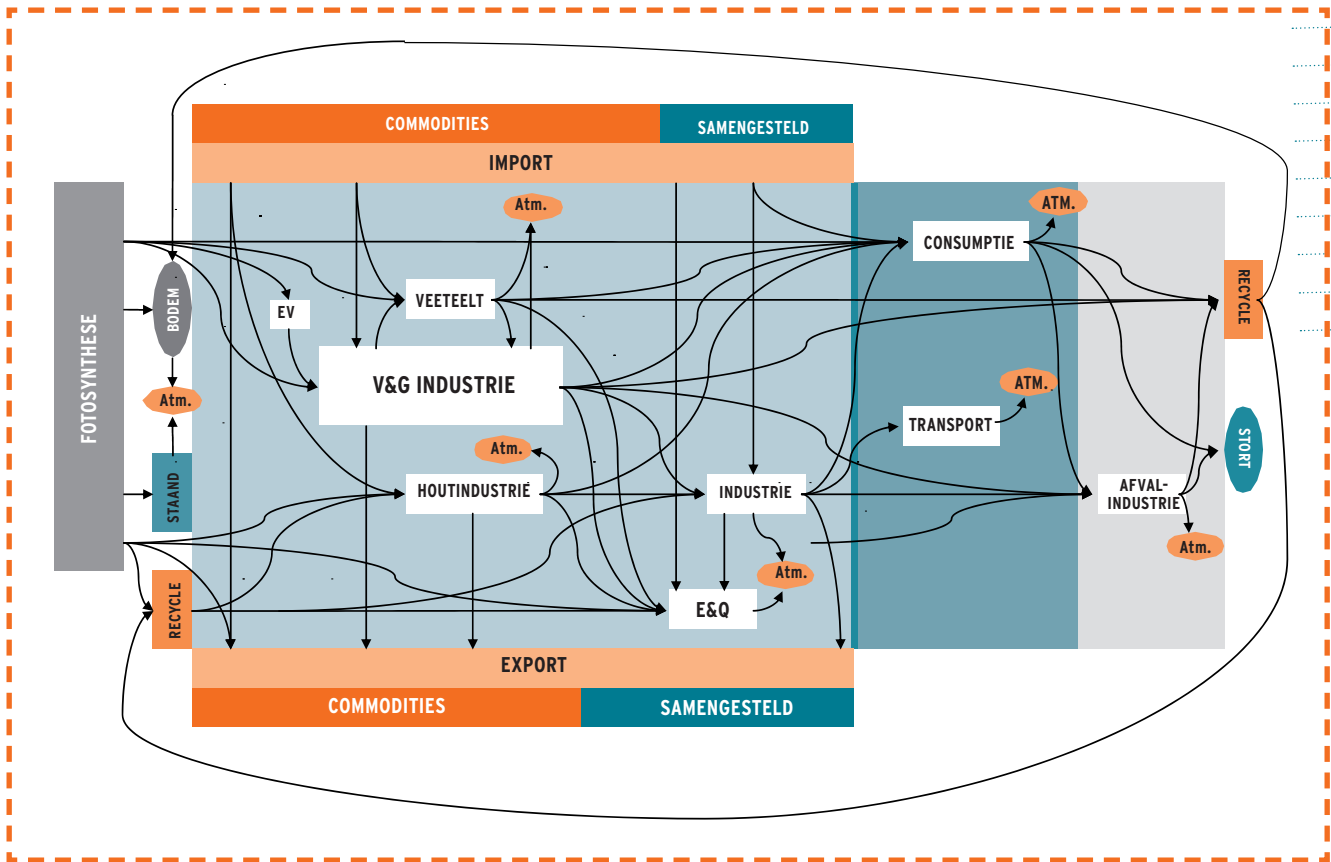
Figuur 3 geeft schematisch weer hoe hernieuwbaar koolstof (bio C) door Nederland stroomt. De grote rechthoek is een voorstelling van de Nederlandse economie. Aan de linkerkant staan de bio C bronnen (fotosynthese en recycle), aan de bovenkant de import, aan de onderkant de export en helemaal rechts het verbruik, de recycle en de stort. Een aanzienlijk deel van de import verlaat het land onveranderd als export. De bio C stroomt van boven naar onder en van links naar rechts door het diagram. De witte vierkanten zijn processen waar bio C bewerkt, verwerkt of geconsumeerd wordt. De oranje ovalen zijn plaatsen waar bio C ontwijkt naar de atmosfeer.

4.2.1 Bronnen

De fotosynthese legt CO_2 uit de atmosfeer vast in planten. Dit betreft groei in de landbouw, in bossen, in de natuur, in het water, in tuinen, langs wegen, etc. Alleen de oogstbare koolstof wordt hierbij meegenomen. Doorgaans is dit het bovengrondse deel van de plant, behalve bij wortel, knol en bolgewassen en eventueel bomen waar ook de ondergrondse delen (suikerbieten, stobben, etc.) oogstbaar zijn. Een deel van het vastgelegde CO_2 wordt direct weer in de bodem gebracht (omploegen van stro en bietenloof) en draagt zo bij aan het organische stof in de bodem. Een deel van de groei van bomen blijft (als er geen sprake is van oogst) in het bos achter als staand hout.

In Figuur 3 wordt ook de recycle gezien als 'tertiaire' bron voor de hernieuwbare economie. Door de gerecyclede koolstof aan de rechterkant uit te boeken en aan de linkerkant weer in te boeken wordt dubbeltelling voorkomen.

Voor de 'biobased economy' kunnen de producten uit de landbouw, de bosbouw en het groenbeheer beschouwd worden als bronnen. Dit is dus niet noodzakelijkerwijs gelijk aan de hoeveelheid bio C die daadwerkelijk in Nederland groeit; het verschil is de oneconomische biomassa. De huidige economische biomassa (hieronder vallen ook maïs en gras hoewel deze stromen geen direct waarneembaar economisch verkeer genereren in de IO-tabel van CBS) wordt in deze studie gebruikt als input voor het invullen van de rechthoek. De niet economische biomassa kan geschat worden als functie van de economische biomassa (immers, als er suikerbieten worden geteeld, wordt er op het veld ook bietenblad geproduceerd. De biomassa die



Figuur 3: Schematische weergave van Bio C stromen in de NL economie

wel groeit, maar geen toepassing heeft in de economie, is deels nodig voor het op peil houden van het organische stofgehalte van landbouwgronden. De rest kan in principe benut worden in de 'biobased economy' van de toekomst. Sommige van deze stromen worden vanzelf benut zodra de opbrengst groter is dan de oogstkosten (bij de hoge gasprijzen van 2008 nam de houtkap toe), andere stromen hebben meer stimulans nodig of komen enkel beschikbaar bij wijziging van de wet (meststoffen komen veel beter beschikbaar voor productie van energie als digestaat wordt aangemerkt als kunstmest).

4.2.2 Import en export

Nederland heeft een aantal grote havens en rivieren en vervult daardoor een sleutelrol in de import en export van een groot deel van Europa. Deze import en export bestaat voor een aanzienlijk deel uit hernieuwbaar koolstof (sojabonen, graan, hout, vee, vlees, etc.). Een deel van deze import wordt in Nederland verwerkt tot andere producten, een deel wordt ook in ongewijzigde vorm weer geëxporteerd. De import en export kan worden opgesplitst in 'commodities' en samengestelde goederen. Voor de commodities kan op basis van economische gegevens redelijk worden ingeschat om hoeveel biomassa (of koolstof) het gaat. Voor de samengestelde goederen is dit niet goed mogelijk. De samengestelde goederen zijn daarom niet meegenomen in de import en export.

4.2.2.1. Commodities

Commodities zijn grondstoffen, halffabricaten en producten die gemakkelijk vervoerd, overgeslagen en opgeslagen kunnen worden. De verpakking is slechts een gering onderdeel van het product. Voor deze producten is het relatief gemakkelijk om de samenstelling vast te stellen, en over het algemeen bevatten deze producten weinig water, of is het watergehalte goed bekend. Ook de prijzen van commodities zijn goed bekend. Hierdoor kan op basis van economische data een schatting gemaakt worden van de hoeveelheid hernieuwbaar koolstof in deze stromen. Voorbeelden zijn:

- Tarwe, tarwemeel
- Koolzaad, koolzaadolie, koolzaadschroot
- Soja, sojaolie, sojaschroot
- Palmolie
- Ethanol
- Papierpulp
- Suiker

4.2.2.2. Samengestelde producten

Samengestelde producten zijn producten die bestaan uit minerale, fossiele en hernieuwbare componenten of ingewikkelde producten. Voorbeelden:

- Potten appelmoes (glas, blik, appelmoes)
- Auto's met panelen van vezelversterkte kunststoffen (staal, kunststoffen, natuurvezels)
- Potplanten (pot, turf, plant)
- Eiersalade (ei, mayonaise, suiker)
- Verf (oplosmiddelen, harsen, minerale kleurstoffen)

Voor deze producten is het veel moeilijker om de samenstelling te achterhalen. Ook is het vaak niet duidelijk hoe groot de hernieuwbare component in de producten is. Het watergehalte kan sterk variëren (bonen in de pot of in een doos/zak). De prijs heeft vaak niet zoveel met het volume te maken (de prijs van bijvoorbeeld verf kan gemakkelijk variëren van € 10 tot € 100 per liter; een houten tafel is te koop voor € 50, maar ook voor € 500 of meer).

4.2.3. Bewerkings- en verwerkingsprocessen (lichtblauw deel van economie)

De indeling van de bewerkings- en verwerkingsprocessen is zoveel mogelijk in overeenstemming gebracht met de classificatie van het CBS. Daarbij is een aantal industrieën, dat zich primair bezig houdt met het verwerken van hernieuwbaar koolstof uitgelicht: de V&G industrie, de veeteelt, de houtindustrie en de energiebedrijven. Alle andere activiteiten zijn opgenomen in de overige industrie. Door deze keuze komt de veeteelt, waar een zeer grote hoeveelheid hernieuwbaar koolstof uit de economie verdwijnt, goed in beeld. Ook de levering van oliën en vetten aan de overige industrie (dus voor niet levensmiddeltoepassingen) wordt zichtbaar.

- V&G industrie
In de V&G (Voeding en Genotmiddelen) industrie worden grondstoffen van het land en uit het buitenland omgezet in voedsel, veevoer, grondstoffen voor de industrie en afval. Een beperkt deel zal ontwijken naar de atmosfeer, met name als gevolg van afvalwaterzuivering.
- Veeteelt
In de veeteelt worden dieren geteeld. Deze dieren eten gras, groenvoeders, overige landbouwproducten, geïmporteerde voeders en reststromen uit de V&G industrie. Een groot deel van de koolstof in de voeders komt vrij als CO₂ (verademing), als methaan (pensfermentatie) of in de mest. De dieren produceren vlees, melk en eieren die grotendeels worden geleverd aan de V&G industrie. Ook de kweek van vissen en garnalen zou hier (als deze bedrijvigheid sterk toeneemt) opgenomen kunnen worden.
- Houtindustrie
In de houtindustrie worden hout, houtzaagsel en papierpulp uit de recycling omgezet in constructiehout, constructiematerialen, papierpulp, zaagsel en brandbare pellets. De meubelindustrie is niet opgenomen in de houtindustrie, maar in de 'overige industrie' omdat in de meubelindustrie samengestelde goederen worden gemaakt (textiel, metaal, plastic, hout) met een hoge toegevoegde waarde. De output van de meubelindustrie (in tonnen hernieuwbaar koolstof) kan dus niet op basis van economische gegevens geschat worden.
- Overige industrie
In de 'overige industrie' wordt hernieuwbare koolstof gebruikt voor de productie van samengestelde producten zoals verven, brandstoffen, bioplastics, meubels enzovoorts.
- Energiebedrijven
In de energiebedrijven worden biobrandstoffen verbruikt voor productie van warmte en elektriciteit. Hierbij worden de brandstoffen volledig omgezet in CO₂.

4.2.4 Consumptie (donkerblauw deel van economie)

Producten uit de fotosynthese worden (al dan niet na verwerking) geconsumeerd door de sector diensten of direct door de consument. De consumptie is opgedeeld in het deel dat wordt gebruikt voor transport en de overige consumptie.

- Transport
Tegenwoordig worden steeds meer biobrandstoffen verbruikt (5% van de totale brandstofvraag van het wegverkeer). Bij transport worden de brandstoffen door verbranding volledig omgezet in CO₂. De verbruikte hoeveelheid biobrandstoffen kan gevonden worden in de CBS statistiek (CBS, 2009).
- Consumptie
Tijdens de consumptie wordt het product gebruikt of verbruikt. Bij de consumptie van voedsel ontstaat CO₂ en afval(water). Bij de consumptie van producten ontstaat uiteindelijk afval. Dit afval gaat naar de afvalverwerking (zie paragraaf 4.2.5). Tussen het moment van aankoop en afvalproductie kan een aantal jaren verschil zitten (denk aan meubels). In feite beheert de consument een eigen voorraad hernieuwbaar koolstof. Voorlopig is aangenomen dat deze voorraad min of meer constant is (voorraadmutaties zijn verwaarloosd).

4.2.5 Afvalverwerking (grijs deel van de economie)

Uit alle industrieën en bij de consumptie van producten komen afvalstromen vrij. Deze worden verwerkt in de afvalindustrie. De afvalindustrie bestaat uit afvalsortering, afvalverbranding, compostering etc. Het afval wordt verwerkt tot herbruikbaar materiaal, het wordt gestort of het komt vrij als CO₂.

4.2.6 Recycle

Door recycling kan biomassa opnieuw worden gebruikt (compost op het land, restproducten uit de levensmiddelenindustrie in veevoer, afvalhout in centrales). Door het afboeken van deze stromen aan de rechterkant van de figuur en het weer inboeken aan de linkerkant, wordt voorkomen dat stromen dubbel worden geteld. Recyclen binnen een industrie (bijvoorbeeld productie van elektriciteit uit biogas bij een levensmiddelenbedrijf) zijn verborgen in de betreffende sector. Als het betreffende bedrijf zijn bio-energieproductie uitbesteedt bij een energiebedrijf wordt de recycle expliciet. Voor het totale verbruik en de toepassing van bio C heeft dit geen gevolgen.

4.2.7 Sinks (weergegeven in ovalen)

Er is een aantal plaatsen/processen waar hernieuwbaar koolstof uit het systeem kan verdwijnen ('sinks'):

- Verbranding (biobrandstoffen in auto's, hout en biogas bij elektriciteitsproductie)
- Afvalverwerking (bijvoorbeeld compostering)
- Verademing (door mens en dier)
- Verrotting (van staand hout in het bos)
- Afbraak bodemkoolstof
- Fossilisering bodemkoolstof
- Stort (op vuilstort, in slibdepot)
- Wegstromen met rivier (niet verwijderde koolstof in afvalwaterzuivering)

4.2.8 Overige begrippen in de figuur

4.2.8.1 Economische voorraad (EV)

De economische voorraad betreft de opslag van tarwe, meel, etc. bij goede oogst. Ook alle andere materialen hebben een zekere verblijftijd (opslag) in de economie (bijvoorbeeld in de schappen van de supermarkt). We nemen echter aan dat deze voorraad binnen een jaar nauwelijks toe- of afneemt en dat we deze voorraden dus kunnen verwaarlozen bij de monitoring.

4.2.8.2 Bodem koolstof voorraad

Vaak wordt oogstbaar koolstof aan de bodem toegevoegd (ondergeploegd). Het betreft dan meestal bladeren en stro. Ook compost wordt aan de bodem toegevoegd. In de bodem wordt deze koolstof langzaam afgebroken (sink). Voor de bodemvruchtbaarheid is het belangrijk dat er een zeker gehalte aan koolstof in de bodem aanwezig blijft (1-2%). Er komt ook al koolstof in de bodem door de onoogstbare delen (wortels en stoppels), dit deel is niet in de monitoring opgenomen, maar levert wel een bijdrage aan de bodemkoolstofvoorraad.

4.2.8.3 Staande houtvoorraad

In de natuur, in tuinen, parken en bermen groeien bomen en struiken. Hierdoor neemt de houtvoorraad in deze gebieden langzaam toe. Soms wordt deze biomassa geoogst (kap). Vrijwel altijd blijft een deel van de biomassa achter in de natuur. Afgestorven hout zal langzaam worden afgebroken door rotting (sink). Als er meer gekapt wordt dan er bijgroeit, zal de houtvoorraad dalen. Doorgaans zal in een leeg bos meer groei optreden dan in een vol bos. Als er structureel meer gekapt wordt dan dat er groeit, dan is er in feite sprake van ontbossing.

4.3 Methode

Deze paragraaf beschrijft de gebruikte methode voor het in kaart brengen van de hernieuwbare koolstofbalans van Nederland.

4.3.1. Afbakening meegenomen koolstof

Elke plant zal koolstof vastleggen in wortels, bladeren, stengels en vruchten. De koolstof in de wortels en stoppels is meestal niet oogstbaar en wordt daarom in deze studie niet meegenomen. Uitzondering hierop vormen wortels, bollen en knollen die geoogst worden als landbouwproduct (peen, aardappels, suikerbieten, uien, etc.).

4.3.2. Natte stof (AI), droge stof (DA), as (As), organische stof (OS), organisch koolstof (OC)

Het doel van deze studie is het opstellen van een bio C balans. In de statistieken wordt meestal het natte stof gewicht (AI = as is) bijgehouden. Uit deze cijfers moet dus de hoeveelheid biologisch koolstof (Bio C) worden berekend. Uit het droge stofgehalte (DS%) en het asgehalte (As%) kan het organische stofgehalte (OS%) en de hoeveelheid organische stof (OS) worden berekend (Vergelijking 1, Vergelijking 2 en Vergelijking 3).

Vergelijking 1

$$DS = DS\% \cdot AI \quad [\text{ton DS}]$$

Vergelijking 2

$$OS\% = (1 - As\%) \quad [\text{ton OS/ton DS}]$$

Vergelijking 3

$$OS = OS\% \cdot DS \quad [\text{ton OS}]$$

De organische stof bestaat doorgaans uit suikers, zetmeel, andere suikerpolymeren (zoals cellulose en hemicellulose), eiwitten, vetten en lignine. Het koolstofgehalte van elk van deze verbindingen is verschillend. Omdat de verschillende componenten in verschillende verhoudingen voorkomen in zowel planten als plantedelen, kan ook het koolstofgehalte van plantaardig materiaal variëren van grofweg 0.40 g/g (suikers) tot 0.77 g/g (vet). Het koolstofgehalte kan chemisch bepaald worden of het kan worden geschat met behulp van Vergelijking 4 als de samenstelling van het product bekend is.

Vergelijking 4

$$OC\% = \text{vet}\% \cdot 0.77 + \text{prot}\% \cdot 0.53 + \text{zetmeel}\% \cdot 0.44 + \text{suikers}\% \cdot 0.40 \quad [\text{ton OC/ton OS}]$$

De hoeveelheid organische koolstof volgt dan uit Vergelijking 5.

Vergelijking 5

$$OC = OC\% \cdot OS \quad [\text{ton OC}]$$

4.3.3 Verbrandingswaarde (LHV) van biologische stoffen

In deze studie wordt steeds uitgegaan van de lagere verbrandingswaarde (LHV) van het organische deel van het gedroogde materiaal (dry and ash free). Dit is de warmte die vrijkomt bij verbranding zonder condensatie van het water dat vrijkomt als gevolg van het in de brandstof aanwezige waterstof. Deze verbrandingswaarde kan voor veel stoffen in de literatuur gevonden worden, bijvoorbeeld in de Phyllis database (2009). Bij het ontbreken van een literatuurwaarde kan de verbrandingswaarde geschat worden volgens eenzelfde benadering als in paragraaf 4.3.2 (Vergelijking 6).

Vergelijking 6

$$LHV = \text{vet}\% \cdot 38.55 + \text{prot}\% \cdot 21.10 + \text{zetmeel}\% \cdot 16.00 + \text{suiker}\% \cdot 14.6 \quad (\text{GJLHV/ton OS})$$

4.3.4 Berekenende coëfficiënten op basis van samenstelling

De coëfficiënten van een groot aantal producten is gebaseerd op de procedure zoals beschreven in paragraaf 4.3.2 en paragraaf 4.3.3. De resultaten van deze berekeningen zijn weergegeven in Tabel 5.

Product	Olie	Prot	CH2O	OS	C	E	Referentie
	kg/kgDS	kg/kgDS	kg/kgDS	kg/kgDS	kg/kgOS	MJ/kgOS	
Sojabonen	0,180	0,370	0,340	0,890	0,54	22,68	www.sojaboon.be
Grondnoten	0,490	0,270	0,130	0,890	0,65	29,96	Binas, berekening
Koolsoorten	0,005	0,040	0,050	0,095	0,50	19,33	Binas, schatting KM, spruitjes
Komkommers		0,005	0,010	0,015	0,47	17,70	Binas, schatting KM
Paprika's		0,010	0,050	0,060	0,46	16,85	Binas, schatting KM
Tomaten	0,002	0,010	0,030	0,042	0,48	18,29	Binas, schatting KM
Sla	0,002	0,020	0,020	0,042	0,50	19,50	Binas, schatting KM
Citrusfruit		0,005	0,100	0,105	0,44	16,24	Binas, schatting KM, Zwiters
Appels			0,100	0,100	0,44	16,00	Binas, schatting KM, DS lager dan Zwiters, hoger dan Binas
Koffie ongebr.	0,115	0,110	0,500	0,725	0,51	20,35	www.detafelinfriesland.nl/koffie.html
Cacaobonen	0,570	0,448	0,122	1,140	0,64	29,28	www.food-info.net/nl/ga/ga-fp48.htm
Runderen	0,205	0,275		0,480	0,63	28,55	DS van Binas
Kalveren	0,060	0,200	0,010	0,270	0,58	24,79	DS van zwiters
Rauwe melk	0,040	0,035	0,044	0,119	0,58	25,08	Aanname 4% vet
Varkens	0,205	0,275		0,480	0,63	28,55	DS van Binas
Biggen	0,060	0,200	0,010	0,270	0,58	24,79	DS van zwiters
Pluimvee	0,060	0,200	0,010	0,270	0,58	24,79	DS van zwiters
Eieren	0,110	0,130		0,240	0,64	29,10	Binas, schatting KM, wiki ei
Verse vis	0,050	0,180		0,230	0,58	24,89	DS van zwiters
Soja perskoek		0,370	0,340	0,710	0,49	18,66	DS van zwiters, soja zonder olie
Margerine ed	0,830	0,005	0,004	0,839	0,77	38,34	Binas
Ondermelk	0,010	0,033	0,046	0,089	0,51	20,42	Aanname 1% vet
Cons. melk	0,032	0,033	0,046	0,111	0,56	24,02	Binas
Magere m.poeder	0,010	0,033	0,046	0,089	0,51	20,42	Aanname 1% vet
Volle m.poeder	0,032	0,033	0,046	0,111	0,56	24,02	Ingedikt tot 50% van originele watergehalte
Boter	0,830	0,005	0,004	0,839	0,77	38,34	Binas
Kaas	0,480	0,025	0,025	0,530	0,74	36,66	Goudse
Rijst	0,020	0,070	0,750	0,840	0,46	16,96	www.geocities.com/lucasvo/voedsel-combinaties.html
Brood	0,025	0,430	0,075	0,530	0,53	21,20	
Cacaopoeder	0,110		0,890	1,000	0,48	18,48	
Granen	0,030	0,200	0,770	1,000	0,47	17,70	Meesters
Peulvruchten	0,003	0,050	0,100	0,153	0,48	18,11	
Lijnzaad	0,376	0,236	0,368	0,980	0,59	25,88	www.parkieten-freaks.nl
Koolzaad	0,536	0,178	0,266	0,980	0,64	29,25	

Tabel 5: Berekening van coëfficiënten op basis van samenstelling

4.3.5 Grondgebruik

Bij de bepaling van de biomassa productie in Nederland is uitgegaan van de bodemstatistiek van het CBS (CBS 2009). Deze statistiek wordt één keer in de drie jaar opgesteld. De laatst beschikbare bodemstatistiek is pas recent verschenen en van het jaar 2006.

De bodemstatistiek van het CBS onderscheidt de volgende 7 hoofdcategorieën:

1. Verkeesterrein (spoorterrein, wegverkeesterrein, vliegveld)
2. Bebouwd terrein (woonterrein, bedrijventerrein, sociaal-culturele voorzieningen)
3. Semi-bebouwd terrein (delfstoffenwinning, bouwterrein, overige semi-bebouwde terreinen)
4. Recreatieterrein (park- en plantsoen, sportterrein, overige recreatieterreinen)
5. Agrarisch terrein (glastuinbouw, overig agrarisch terrein)
6. Bos en open natuurlijk terrein (bos, open natuurlijke terreinen)
7. Water (binnenwater, buitenwater)

Voor een meer uitgebreide beschrijving van de verschillende categorieën uit de bodemstatistiek wordt verwezen naar Appendix 3.

4.3.6 Hoofd- en bijproducten

Afhankelijk van het grondgebruik is er sprake van hoofd- en bijproducten. Als productie van een gehele plant of een plantendeel het doel van het grondgebruik, is er sprake van een hoofdproduct. De overige plantedelen worden dan gezien als bijproduct. Als de productie van biomassa geen doel is van het grondgebruik (recreatieterreinen, natuur, bebouwd gebied etc.), dan is enkel sprake van bijproducten.

Over het algemeen is de kwaliteit van bijproducten minder dan de kwaliteit van hoofdproducten. Het gras op recreatieterreinen zal kort gemaaid worden en daardoor relatief veel zand bevatten. De bomen uit een park zullen meestal niet geschikt zijn voor productie van meubels (schade door ouderdom, kromme stammen, slechte verhandelbaarheid omdat het meestal slechts enkele bomen betreft). Hoofdproducten worden in principe verkocht, voor de meeste bijproducten geldt dat men blij is als ze kosteloos afgevoerd kunnen worden.

Uit verschillende bronnen is informatie verkregen over de samenstelling van hoofd- en bijproducten zoals weergegeven in Tabel 6.

		Hoofdproduct					Bijproduct				
		DS	As	OS	C	E	DS	As	OS	C	E
		tonDS/ tonAI	tonAs/ tonDS	tonOS/ tonDS	tonC/ tonOS	MJ/ tonOS	tonDS/ tonAI	tonAs/ tonDS	tonOS/ tonDS	tonC/ tonOS	MJ/ tonOS
Granen	Wintertarwe	0,85	0,02	0,98	0,47	17,70	0,90	0,05	0,95	0,49	17,20
	Zomertarwe	0,85	0,02	0,98	0,47	17,70	0,90	0,05	0,95	0,49	17,20
	Rogge	0,85	0,02	0,98	0,47	17,70	0,90	0,05	0,95	0,49	17,20
	Wintergerst	0,85	0,02	0,98	0,47	17,70	0,90	0,05	0,95	0,49	17,20
	Zomergerst	0,85	0,02	0,98	0,47	17,70	0,90	0,05	0,95	0,49	17,20
	Haver	0,85	0,02	0,98	0,47	17,70	0,90	0,05	0,95	0,49	17,20
	Korrelmais	0,65	0,02	0,98	0,47	17,70	0,90	0,05	0,95	0,49	17,20
	Corn Cob Mix	0,65	0,09	0,92	0,49	16,50	0,90	0,05	0,95	0,49	17,20
	Triticale	0,85	0,02	0,98	0,47	17,70	0,90	0,05	0,95	0,49	17,20
	Graansorgho	0,85	0,02	0,98	0,47	17,70	0,90	0,05	0,95	0,49	17,20
	Overige granen	0,85	0,02	0,98	0,47	17,70	0,90	0,05	0,95	0,49	17,20
	GPS	0,50	0,02	0,80	0,47	17,70					
	Peulvruchten	Peulvruchten, totaal	0,15	0,07	0,93	0,48	18,11	0,85	0,10	0,90	0,49
Aardappels	Consumptie-aardappelen op klei	0,22	0,03	0,97	0,44	16,00	0,31	0,10	0,90	0,49	17,20
	Consumptie-aardappelen op zand of veen	0,22	0,03	0,97	0,44	16,00	0,31	0,10	0,90	0,49	17,20
	Pootaardappelen op klei	0,22	0,03	0,97	0,44	16,00	0,11	0,10	0,90	0,49	17,20
	Pootaardappelen op zand of veen	0,22	0,03	0,97	0,44	16,00	0,11	0,10	0,90	0,49	17,20
	Zetmeelaardappelen	0,22	0,03	0,97	0,44	16,00	0,31	0,10	0,90	0,49	17,20
Suikerbieten	Suikerbieten	0,24	0,01	0,99	0,40	14,60	0,15	0,10	0,90	0,49	17,20
Voederbieten	Voederbieten	0,20	0,01	0,99	0,40	14,60	geen product				
Akkerbouwgroenten	Zaai-uien	0,10	0,10	0,90	0,44	17,70	0,10	0,10	0,90	0,49	17,20
	Akkerbouwgroenten overig	0,10	0,03	0,97	0,44	17,70	0,10	0,05	0,95	0,49	17,20
Groenvoeder	Tijdelijk grasland	0,80	0,05	0,95	0,49	17,50	geen product				
	Snijmais	0,35	0,09	0,92	0,49	16,50	geen product				
	Energiemais	0,35	0,09	0,92	0,49	16,50	geen product				
	Luzerne	0,65	0,09	0,92	0,49	16,50	geen product				
Zaden	Zaden, totaal	0,85	0,02	0,98	0,47	17,70	0,90	0,05	0,95	0,49	17,20
Handelsgewassen	Lijnzaad	0,91	0,05	0,95	0,59	25,88	0,30	0,05	0,95	0,05	17,20
	Vezelvlas						= bijproduct van lijnzaad				
	Cichorei	0,26	0,04	0,96	0,44	16,00	0,60	0,10	0,90	0,49	17,20
	Koolzaad	0,84	0,02	0,98	0,64	29,25	0,85	0,06	0,95	0,54	21,60
	Overige handelsgewassen	0,84	0,02	0,98	0,64	29,25	0,85	0,06	0,95	0,54	21,60
Overige akkerbouwgewassen		0,50	0,10	0,90	0,44	17,70	0,50	0,10	0,90	0,44	17,20
Braak						0,10	0,10	0,90	0,44	17,20	
Tuinbouw open grond, totaal	Tuinbouwgroenten, totaal	0,10	0,10	0,90	0,44	16,50	0,11	0,10	0,90	0,49	17,20
	Bloemen en sierplanten, totaal	0,10	0,10	0,90	0,44	16,50	0,11	0,10	0,90	0,49	17,20
	Fruit	0,12	0,05	0,07	0,44	18,00	0,50	0,04	0,96	0,50	18,20
	Boomkwekerijgewassen	0,50	0,04	0,96	0,50	18,20	0,50	0,04	0,96	0,50	18,20
Blijvend grasland		0,90	0,05	0,95	0,49	17,20					
Natuurlijk grasland		0,90	0,05	0,95	0,49	17,20	0,80	0,05	0,95	0,49	17,50

Tabel 6: Samenstelling van landbouwproducten en hun bijproducten

Edwards R.A.H., Suri M., Huld T.A., Dallemand J.F., GIS-based assessment of cereal straw energy resource in the European Union, Proceedings of the 14th European Biomass Conference and Exhibition, Paris, 2005
Rabou L.P.L.M., Deurwaarder E.P., Elbersen H.W., Scott E.L., Biomassa in de Nederlandse energiehuishouding, 2006
Phyllis, ECN Database, www.phyllis.com , 2009
Verkerk G., Broens, J.B., Kranendonk W., Puijl van der W.J., Sikkema J.L., Stam C.W., Binas, 1986
Elbersen, Personal communication, 2009
Baier U., Baum S., Biogene Guterflusse der Schweiz 2006
Wikipedia, www.wikipedia.org , 2009
Zwart K., Pronk A., Kater L., Verwijderen van gewasresten in de open teelten, PPO nr. 530133, WUR, 2009
ECN, approximation of LHV according to Milnem, http://www.ecn.nl/phyllis/defs.asp , 2009
CBS, Centraal bureau voor statistiek, Statline, 2009
controleren/aanvullen
schatting of berekening

Tabel 7: Referenties tabel 6

4.4 Vastlegging van hernieuwbaar koolstof in Nederland

In deze paragraaf wordt er een inschatting gemaakt van de hoeveelheid (en soort) biomassa die in NL vastgelegd wordt door biologische groei. Hierbij wordt dezelfde benadering gevolgd als eerder beschreven door Rabou *et al.*, 2006. Het oppervlak van NL wordt opgedeeld naar landgebruik (agrarisch, verkeersterrein, bebouwd, recreatie, bos en water). Voor elk van deze oppervlakten wordt een biomassa-productie bepaald of geschat (in ton DS/(ha.yr)). Daarbij worden producten (suikerbieten, aardappels, graan, groenten en bloemen) en bijproducten (loof, stro en riet) apart meegenomen. Door vermenigvuldiging van de oppervlakten met de productiviteiten en de in paragrafen 4.3.2 tot 4.3.4 beschreven omrekeningscoëfficiënten ontstaat een totaalbeeld van de hoeveelheid hernieuwbaar koolstof die in NL beschikbaar is.

Deze benadering sluit goed aan bij bestaande statistieken. Gegevens over arealen en het gebruik van de arealen zijn beschikbaar (Bodemgebruikstatistiek, CBS, 2009). Voor akkerbouw- en tuinbouwgewassen zijn de arealen en de opbrengsten bekend (Oogstraming, CBS, 2009). Voor bermen, stedelijk groen, en natuur kan de opbrengst redelijk geschat worden. Zo ontstaat een plaatje dat systematisch opgebouwd is en dat als vanzelf zowel volledig als vrij van dubbeltellingen is.

In Tabel 8 wordt de procentuele verdeling van het totale grondgebruik over de zeven categorieën gegeven. Uit deze tabel blijkt dat 55% van het grondgebruik in Nederland een agrarische bestemming heeft. Voor de biomassa productie zijn vooral de categorieën: agrarisch terrein en bos en open natuurlijk terrein van belang. In deze studie zal echter voor de volledigheid ook aandacht geschonken worden aan de biomassa productie van de overige categorieën.

2006	km ²	%
Totaal verkeersterrein	1160	2.79
Totaal bebouwd terrein	3379	8.13
Totaal semi-bebouwd terrein	528	1.27
Totaal recreatieterrein	963	2.32
Totaal agrarisch terrein	22858	55.02
Totaal bos en open natuurlijk terrein	4840	11.65
Totaal water	7814	18.81
Totaal Nederland	41543	100.00

Tabel 8: Grondgebruik in Nederland in km² verdeeld over subcategorieën (cijfers 2006)

Hieronder volgt een korte beschrijving van elk van de zeven bovengenoemde categorieën. Voor een meer uitgebreide beschrijving van de verschillende categorieën uit de bodemstatistiek wordt verwezen naar Appendix 3.

4.4.1 Verkeersterrein

Bijna 3% van het grondgebruik in Nederland wordt gebruikt als verkeersterrein. Onder verkeersterrein vallen spoorterrein, wegverkeerterrein en vliegveld. In de productbeschrijving van het Bestand Bodemgebruik 2006 (BBG) is te lezen dat tot spoorweg ook wordt gerekend de spoorweg, tot de voet van de spoordijk, bij een ingesneden baan inclusief de taluds. Tot het wegverkeerterrein wordt gerekend het groen in aansluitingen van wegen en binnen klaverbladen. Niet tot de hoofdweg wordt gerekend het ingesloten groen groter dan 1 ha in gebruik als landbouwgrond of bos. Tot vliegveld wordt gerekend de start- en rolbanen en de bijbehorende gebouwen en parkeerterreinen. Niet tot vliegveld wordt gerekend de onverharde grond binnen de omheining van het vliegveld.

Verkeersterreinen bestaan dus voor een groot deel uit grint, asfalt of beton. Hier zal nauwelijks begroeiing zijn. De bermen van spoorwegen en autowegen zullen echter wel biomassa produceren. Er wordt geschat dat de opbrengst van deze terreinen 3 ton DS per hectare per jaar is. De oogst zal bestaan uit grasachtig en houtachtig materiaal.

4.4.2 Bebouwd terrein

8% Van de grond in Nederland wordt gebruikt als bebouwd terrein. Onder bebouwd terrein vallen woonterrein, bedrijventerrein en sociaal-culturele voorzieningen.

De productbeschrijving van het Bestand Bodemgebruik 2006 (BBG) geeft aan dat, voor biomassa productie belangrijk, ook tot het woonterrein moet worden gerekend:

- de groenvoorziening kleiner dan 1 hectare,
- erven en tuinen,
- trapveldjes en speelplaatsen.

Wanneer woonwijken in het bos zijn gelegen, wordt het gehele terrein als woonterrein aangemerkt indien er sprake is van een stratenpatroon.

Omdat het terrein grotendeels bebouwd of bestraat is, is de biomassaproductie op deze terreinen geschat op 1 ton droge stof per hectare per jaar. De oogst zal bestaan uit grasachtig en houtachtig materiaal.

4.4.3 Semi-bebouwd terrein

Slechts iets meer dan 1% van het grondgebruik in Nederland wordt gebruikt als semi-bebouwd terrein. De productbeschrijving van het Bestand Bodemgebruik 2006 (BBG) geeft aan dat tot deze categorie grondgebruik de stortplaatsen, wrakken-opslag, begraafplaatsen, delfstofwinning, bouwterrein en semi-verhard overig terrein behoren.

Omdat het terrein grotendeels minder bebouwing of bestrating kent dan bebouwd terrein, is de biomassaproductie op deze terreinen geschat op 2 ton droge stof per hectare per jaar. De oogst zal bestaan uit grasachtig en houtachtig materiaal.

4.4.4 Recreatieterrein

Ruim 2% van het grondgebruik in Nederland wordt gebruikt als recreatieterrein. De productbeschrijving van het Bestand Bodemgebruik 2006 (BBG) geeft aan dat tot deze groep de parken en plantsoenen, de sportvelden, de volkstuinten, de dagrecreatie en de verblijfsrecreatie behoren.

Tot park en plantsoen wordt gerekend de terreinen voor het publiek opengesteld bestaande uit gazons, speel- en ligweiden, paden, bossages, bloemperken, heesterbeplanting en waterpartijen. Delen van het park die zijn te typeren als bos (ook indien groter dan 1 hectare) worden als park of plantsoen geclassificeerd.

Tot sportterrein wordt gerekend de terreinen voor veldsport incl. draf- en rensport en golfterrein en bijbehorende bos- of heesterstroken.

Tot volkstuin wordt gerekend de in complexen gelegen volkstuinten; de veelal langgerekte complexen pal langs de spoorwegen en de schooltuinen.

Tot dagrecreatief terrein wordt gerekend de dagcamping, dierentuin en safaripark, de sprookjestuin, het pretpark, het openluchtmuseum, de jachthavens excl. het water, maar inclusief het terrein voor aanverwante bedrijvigheid, met een minimale oppervlakte van 0,1 ha. De volgende terreinen worden eveneens tot de categorie dagrecreatie gerekend als ze geen deel uitmaken van park en plantsoen: speeltuinen, picknickplaatsen, hertenkampen, kinderboerderijen en speelweiden.

Tot verblijfsrecreatie wordt gerekend het kampeer- en caravanterrein, de kampeerboerderij, de camping gelegen in bos, het terrein met tweede woningen, het bungalowpark en de vakantiehuizen en de jeugdherberg.

Omdat het terrein grotendeels niet bebouwd is, wordt de biomassaproductie op deze terreinen geschat op 3 ton droge stof per hectare per jaar. De oogst zal bestaan uit grasachtig en houtachtig materiaal.

4.4.5 Agrarisch terrein

De agrarische sector is, met een aandeel van meer dan 55% in het totale grondgebruik, de belangrijkste gebruiker van grond in Nederland. Deze grond wordt ook vrijwel volledig aangewend voor de productie van biomassa. De agrarische sector is daarmee in Nederland de grootste producent van biomassa. In de bodemstatistiek wordt het agrarisch grondgebruik opgedeeld in terrein voor glastuinbouw en overig agrarisch terrein. Voor de schatting van de biomassaproductie in de agrarische sector is gebruik gemaakt van de oogstraming. In deze statistiek wordt jaarlijks per gewas het betaalde oppervlak (landbouwtelling), het geoogste oppervlak en de opbrengst bijgehouden (oogstraming). De som van de oppervlakten van de gewassen die gerapporteerd zijn in de oogstraming, is kleiner dan de oppervlakte van het oppervlak dat bekend staat als landbouwgebied in de tabel bodemgebruik.

	Statistiek bodemgebruik	Landbouwtelling	Oogstraming
Totaal agrarisch terrein	22858	21115	20993
Terrein voor glastuinbouw	162	104	97
Overig agrarisch terrein	22696	19093	18978
Overige landbouwgronden		1918	1918
Geen gegevens		1743	1865

Tabel 9: Gebruik van agrarisch terrein volgens statistiek bodemgebruik, landbouwtelling en oogstraming in km²

In het kassengebied is het verschil meer dan 40%. De ontbrekende 40% bestaat waarschijnlijk uit erven, ruimte tussen de kassen en de ruimte van de wateropslag. De groei op erven en in de bassins zal zeer beperkt zijn. Tussen de kassen groeit vaak gras. Gemiddeld is de groei op het niet direct voor kassenteelt gebruikte deel van het kassengebied daarom geschat op 2 ton droge stof per hectare per jaar. Voor de overige landbouw is het verschil 8% (359000 ha). De ontbrekende 8% bestaat volgens de definitie van CBS uit smalle sloten, tuinen voor eigen gebruik, on- en halfverharde wegen. Randen van akkers en houtwallen worden niet expliciet genoemd, maar aangezien de kleine sloten en on- en halfverharde wegen deel uitmaken van het landbouwgebied, is het aannemelijk dat de strook tussen de weg en de akker ook deel uitmaakt van het landbouwgebied. In deze studie is ervan uitgegaan dat er 3 ton DS per hectare per jaar zal groeien in deze 8%.

Hieronder zal de methode voor de schatting van de biomassaproductie van elke categorie uit de landbouwtelling worden besproken.

4.4.5.1 Akkerbouw

Deze categorie omvat het grootste oppervlak (805505 ha) en is onderverdeeld in granen, peulvruchten, aardappelen, suikerbieten, voederbieten, akkerbouwgroenten, groenvoedergewassen, zaden, handelsgewassen, overige akkerbouwgewassen en braak. Deze gegevens komen jaarlijks beschikbaar. Om de statistiek in lijn te houden met de grondgebruikstatistiek zijn de gegevens van 2006 gebruikt.

- Granen

Voor de granen is per graan de productie van het graanproduct overgenomen uit de oogstraming van CBS. De productie van het bijproduct (stro) is een functie van de graanopbrengst (Vergelijking 7). Deze functie is bekend voor tarwe uit (Edwards *et al.*, 2006). Omdat de overige granen veel lijken op tarwe is deze functie is ook daar toegepast.

Vergelijking 7

$$\text{Straw_AI} = \text{Grain_AI} * (0.769 - 0.129 * \text{atan}((\text{Grain_AI} - 6.7) / 1.5))$$

Een klein deel van de granen wordt toegepast als GPS (gehele plant silage). Toepassing voor GPS vindt plaats als de oogst niet geschikt is voor de productie van graan (bederf, beschadiging), daarom is er ook geen land gereserveerd voor GPS toepassing. Omdat de hele plant wordt ingekuild is er bij deze toepassing geen bijproduct.

- Peulvruchten

De productie van peulvruchten bestaat met name uit bruine bonen en voedererwten. De totale productie van peulvruchten is overgenomen uit de oogstraming van CBS. De productie van bijproduct is overgenomen van Zwart *et al.* (2004) (0.37 tonAI/tonAI).

- Aardappelen

In de oogstraming worden verschillende soorten aardappelen onderscheiden. Voor elk van deze soorten is een schatting gemaakt van het droge stofgehalte. De hoeveelheid bijproduct (blad) is berekend uit de data van Zwart *et al.* (2004) (0.31 ton AI/ton DS voor productieaardappelen en 0.11 ton AI/ton DS voor pootaardappelen).

- Suikerbieten

De productie is overgenomen uit de oogstraming van het CBS. Er is een schatting gemaakt van het droge stofgehalte. De hoeveelheid bijproduct (blad en koppen) is berekend uit de data van Zwart *et al.* (2004) (0.15 ton AI/ton DS).

- Voederbieten

De productie is overgenomen uit de oogstraming. Er is een schatting gemaakt van het droge stofgehalte. Omdat de gehele plant wordt gebruikt voor veevoedertoepassing, is er geen sprake van bijproducten.

- Akkerbouwgroenten

Akkerbouwgroenten is een zeer diverse groep van een groot aantal producten, terwijl het totale oppervlak relatief klein is. De opbrengst is ruw geschat op 4 ton DS product per hectare per jaar en 4 ton bijproduct DS per hectare per jaar.

- Groenvoedergewassen

De groenvoedergewassen bestaan uit tijdelijk grasland, snijmaïs, energiemaïs en luzerne. De opbrengst van snijmaïs is verkregen uit de oogstraming van het CBS. De opbrengst van gras is volgens CBS (2009) gelijk aan 11.5 ton DS per hectare per jaar. De opbrengst van luzerne is geschat op 10 ton DS per hectare per jaar. Groenvoerders worden in het geheel aan de dieren gevoerd en er zijn derhalve geen bijproducten.

- Zaden

De teelt van zaden betreft met name graszaad. Voor de teelt van graszaad is een oogst van 6 ton DS per hectare per jaar aangenomen. Omdat gras van dezelfde plantenfamilie is als graan, is dezelfde formule voor de verhouding tussen zaad en stro aangenomen (Vergelijking 7).

- Handelsgewassen

Handelsgewassen zijn gewassen die niet direct gebruikt worden voor menselijke consumptie zoals vezels, industriële oliën etc. In Nederland worden vooral lijnzaad en cichorei verbouwd. De opbrengsten van deze gewassen zijn overgenomen uit de oogstraming. De opbrengst van vlas wordt gezien als een bijproduct van de lijnzaadproductie.

Tot de handelsgewassen behoort ook koolzaad. Omdat koolzaad gebruikt kan worden voor de productie van biodiesel is het een belangrijke bron voor de 'biobased economy'. Daarom is ook dit gewas apart in de tabellen opgenomen. De opbrengst is overgenomen uit de oogstraming, de hoeveelheid bijproduct is geschat op 4 ton DS per hectare per jaar (www.ecopower.nl).

De opbrengst van de overige gewassen is geschat op 4 ton DS per hectare per jaar.

- Overige akkerbouwgewassen

De overige akkerbouwgewassen omvat een grote verscheidenheid aan gewassen die tezamen slechts op een zeer beperkt areaal worden geteeld. Daarom is ook voor de overige akkerbouwgewassen een productie van 4 ton DS per hectare per jaar geschat.

- Braak

Het doel van braak is het aanvullen van de koolstof- en stikstofvoorraad in de bodem en de afsterving van plaagdieren in de bodem. Braakliggende gronden hebben dus in geen economische opbrengst. Deze gronden zouden echter wel gebruikt kunnen voor teelt van bijvoorbeeld energiegewassen. Braakliggende terreinen kunnen zeker 8 ton droge stof per hectare per jaar opbrengen. Deze opbrengst is in de tabel opgenomen als oogstbaar bijproduct. Overigens is de hoeveelheid braakliggende grond sterk afgenomen door verandering van de Europese landbouwsubsidies (van 29300 ha in 2003 naar 7600 ha in 2008).

Op basis van de hierboven beschreven procedure is de opbrengst van producten en bijproducten in de Nederlandse akkerbouw berekend (zie Tabel 10).

Gewasgroep	Gewas	Beteeld kHa	Hoofdproduct						Bijproduct						
			tonAI/ ha	tonDS/ ha	kton- AI	kton- DS	kton- C	PJ	tonAI/ tonAI	tonAI/ ha	tonDS/ ha	kton- AI	kton- DS	kton- C	PJ
Granen	Wintertarwe	121,50	8,7	7,4	1057	899	412	15,6	0,65	5,7	5,1	686	618	285	10,1
	Zomertarwe	19,62	6,5	5,5	127	108	50	1,9	0,79	5,1	4,6	100	90	42	1,5
	Rogge	2,39	3,8	11	9	4	0,2	0,89	4,0	3,6	10	9	4	0,1	
	Wintergerst	3,49	6,0	24	21	10	0,4	0,74	5,2	4,7	18	16	8	0,3	
	Zomergerst	41,09	5,1	244	208	95	3,6	0,83	4,9	4,4	203	182	84	3,0	
	Haver	1,61	4,5	9	7	3	0,1	0,87	4,6	4,1	7	7	3	0,1	
	Korrelmais	19,77	6,6	201	130	60	2,3	0,62	6,3	5,7	124	112	52	1,8	
	Corn Cob Mix	7,51	6,6	76	50	22	0,7	0,62	6,3	5,7	47	42	20	0,7	
	Triticale	3,69	4,7	20	17	8	0,3	0,85	4,7	4,3	17	16	7	0,3	
	Graansorgho	0,01	4,3	0	0	0	0,0	0,88	4,4	4,0	0	0	0	0,0	
	Overige granen	0,21	4,3	1	1	0	0,0	0,88	4,4	4,0	1	1	0	0,0	
	GPS	0,00	0,0	2	1	0	0,0								
	Peulvruchten	Peulvruchten, totaal	2,71	3,0	54	8	4	0,1	0,37	7,3	6,2	20	17	7	0,3
Aardappels	Consumptie-aardappelen op klei	51,08	9,6	2228	490	209	7,6	0,23	10,0	3,1	513	160	70	2,5	
	Consumptie-aardappelen op zand of veen	18,40	10,2	849	187	80	2,9	0,22	10,0	3,1	185	58	25	0,9	
	Pootaardappelen op klei	34,02	7,7	1190	262	112	4,1	1,06	37,0	4,2	1260	144	63	2,2	
	Pootaardappelen op zand of veen	3,41	7,0	108	24	10	0,4	1,17	37,0	4,2	126	14	6	0,2	
	Zetmeelaardappelen	49,59	8,3	1865	410	175	6,4	0,27	10,0	3,1	498	155	68	2,4	
Suikerbieten	Suikerbieten	82,78	15,7	5414	1299	517	18,9	0,49	32,3	4,8	2674	401	175	6,2	
Voederbieten	Voederbieten	0,36	14,2	25	5	2	0,1								
Akkerbouwgroenten	Zaai-uien	18,49	4,6	853	85	34	1,4			4,0	739	74	32	1,1	
	Akkerbouwgroenten overig	33,58	4,0	1343	134	57	2,3			4,0	1343	134	62	2,2	
Groenvoeder	Tijdelijk grasland	202,11	11,5	2905	2324	1082	38,6								
	Snijmais	218,04	14,4	8971	3140	1402	47,4								
	Energiemais	1,72	14,4	79	27	12	0,4								
	Luzerne	6,44	10,0	99	64	29	1,0								
Zaden	Zaden, totaal	27,12	6,0	191	163	75	2,8	0,74	5,2	4,7	141	127	59	2,1	
Handelsgewassen	Lijnzaad	4,43	0,7	3	3	2	0,1	6,66	5,1	1,5	22	7	0	0,1	
	Vezelvlas	0,00	0,0	22		0	0,0		0,0	0,0	0	0	0	0,0	
	Cichorei	2,36	11,1	99	26	11	0,4	0,10	4,3	2,6	10	6	3	0,1	
	Overige handelsgewassen	4,52	4,0	22	18	11	0,0		4,6	3,9	21	18	9	0,4	
Overige akkerbouwgewassen	Overige akkerbouwgewassen	6,75	4,0	54	27	11	0,4		8,0	4,0	54	27	11	0,4	
Braak	Braak	20,54							80,0	8,0	1643	164	65	2,5	

Gewas-groep	Gewas	Beteeld kHa	Hoofdproduct						Bijproduct						
			tonAI/ ha	tonDS/ ha	kton- AI	kton- DS	kton- C	PJ	tonAI/ tonAI	tonAI/ ha	tonDS/ ha	kton- AI	kton- DS	kton- C	PJ
	Fruit	18,66	4,3	665	80	2	0,1		6,0	3,0	112	56	27	1,0	
	Boomkweke-rijgewassen	14,07	4,3	121	60	29	1,1		3,2	1,6	45	23	11	0,4	
Blijvend grasland	Blijvend grasland	794,65	11,5	10154	9139	4211	149,3								
Natuurlijk grasland	Natuurlijk grasland	22,48	3,0	75	67	31	1,1		3,8	3,0	84	67	31	1,1	
Totaal (kha/kton/PJ)		1911,04	10,31	41236	19703	8853	314,9		6,55	1,54	12524	2952	1318	47,2	
Totaal (Mha/Mton)				41,24	19,70	8,85					12,52	2,95	1,32		

Tabel 10: Jaarlijkse productie van hoofd- en bijproducten in de Nederlandse landbouw

4.4.5.2 Tuinbouw

De tuinbouw bestaat uit 4 sectoren: tuinbouwgroenten, fruit, sierplanten en boomkweek. De opbrengst van de tuinbouwgroenten is gelijkgesteld aan de opbrengst van akkerbouwgroenten. De productie van fruit bestaat met name uit appels en peren. De opbrengst van appels en peren is overgenomen uit de statistiek. De opbrengst van de overige fruitbomen is gelijkgesteld aan de opbrengst van appels en peren. De fruitoogst is erg gevoelig voor weersinvloeden in het vroege voorjaar of vlak voor oogst (vorst, hagel). De opbrengst van bijproducten (takken) zal door deze weersinvloeden veel minder worden beïnvloed. Daarom is voor de bijproducten van fruitbomen een vaste opbrengst geschat van 3 ton droge stof per hectare per jaar. De productie van de sierplantenkwekerij is geschat op 4 ton droge stof aan sierplanten per jaar plus nog 4 ton droge stof aan bijproducten per jaar. De productie van boomkwekerij is geschat op 4.3 ton droge stof aan bomen per jaar plus nog 1.3 ton droge stof aan bijproducten per jaar (Zwart *et al.*).

4.4.5.3 Blijvend en natuurlijk grasland

Blijvend grasland

Blijvend grasland wordt beheerd voor productie van veevoeder. De opbrengst wordt geschat op 11.5 ton droge stof per hectare per jaar. Er is geen bijproduct.

Natuurlijk grasland

Natuurlijk grasland wordt beheerd voor natuurdoeleinden. Er wordt geen kunstmest gebruikt en ook het waterpeilbeheer is afgestemd op de te bereiken natuurdelen. Hierdoor is de opbrengst van deze graslanden laag: CBS rekent tot natuurlijke graslanden alle graslanden met een opbrengst lager dan 5 ton DS per hectare per jaar. In deze studie gaan we daarom uit van een gemiddelde opbrengst van 3 ton DS per hectare per jaar die nu al een toepassing vindt.

De huidige lage oogst komt met name doordat veel natuurgras een negatieve waarde heeft. Als er een nuttige bestemming voor dit gras gevonden kan worden, dan kan uit dit soort gebieden zeker nog 3 ton DS extra afgevoerd worden. Omdat dit een laagwaardige kwaliteit gras betreft (ongeschikt als koeienvoer), is dit gras in deze studie opgenomen als bijproduct van natuurlijk grasland.

4.4.5.4 Glastuinbouw

Voor de glastuinbouw is geschat dat er 34 ton droge stof per hectare aan producten wordt geproduceerd. Deze producten zullen bestaan uit tomaten, paprika's, komkommers etc. In de kassen worden ook bijproducten geproduceerd (tomatenplanten etc.). De productie van bijproducten is geschat op 17 ton droge stof per hectare per jaar.

4.4.6 Bos en open natuurlijk terrein

Bos

Volgens de stichting Probos was de oppervlakte van het Nederlandse bos in 2005 gelijk aan 360000 ha (Probos 2005). Daarvan was 83600 ha natuurgebied (cijfer 2002). Er blijft dus 276400 ha over als oogstbaar bos. Volgens CBS was er in 2006 344700 ha bos (CBS 2009). Probos rapporteert dus meer bos dan CBS (15300 ha meer). Wellicht dat een deel van het agrarisch gebied dat niet gebruikt wordt voor de teelt van reguliere gewassen door Probos wordt gezien als bos (denk aan houtwallen). Voor het totaaloppervlak is uitgegaan van de CBS data. Voor het oppervlak natuurbos is uitgegaan van de Probos data.

De groei van rondhout in Nederlandse bossen bij regelmatige houtoogst is 3.5 ton droge stof rondhout per hectare per jaar. Er is dan ook nog 0.75 ton droge stof per hectare per jaar aan tak- en tophout beschikbaar. Op dit moment wordt uit de Nederlandse bossen veel minder geoogst. Volgens Probos werd in 2005 1200000 m³ rondhout (1.2 Mton AI) uit de Nederlandse bossen geoogst. Als ervan uitgegaan wordt dat alleen hout uit productiebossen wordt geoogst als rondhout, dan was de oogst uit de oogstbare bossen gelijk aan 2.75 ton DS per hectare per jaar. Er bleef dus $3.5 + 0.75 - 2.75 = 1.5$ ton DS in deze bossen achter. Bij de bossen zonder oogst is aangenomen dat de gehele bijgroei achterblijft in het bos.

Open natuurlijke terreinen

Volgens het CBS is er in Nederland 139000 ha open natuurlijk terrein. Het CBS onderscheidt natte en droge natuur.

	Hectare
Nat natuurlijk terrein	54332
Droog natuurlijk terrein	84991
Totaal open natuurlijk terrein	139323

Tabel 11: **Natuurlijk terrein volgens de CBS statistiek (cijfers 2006)**

Natuurlijk droog terrein zal met name begroeid zijn met heide. Deze heide heeft een relatief lage opbrengst van 2.2 ton DS per hectare per jaar. Op de natte natuurlijke terreinen wordt de groei geschat op 6 ton DS per hectare per jaar.

4.4.7 Water

Bijna 19% van het Nederlandse grondgebied bestaat uit water. Tot de categorie water horen zowel binnenwater als buitenwater. In deze studie gaan we er vanuit dat de categorie binnenwater een productie heeft van 1 ton DS per hectare per jaar. Voor de categorie buitenwater is geen groei opgenomen.

4.5 Totale vastlegging van hernieuwbaar koolstof in Nederland

De totale vastlegging van hernieuwbaar koolstof in Nederland is weergegeven in Tabel 12. In Nederland werd 9.4 Mton koolstof vastgelegd in de vorm van producten en 3.2 Mton koolstof in de vorm van bijproducten. Hiervan werd het grootste deel vastgelegd in de landbouw: 9 Mton koolstof in de vorm van landbouwproducten en 1.41 Mton in de vorm van bijproducten.

In Rabou *et al.* 2006 is een schatting gemaakt van de droge stofproductie in Nederland. Volgens deze schatting was de productie in 2000 gelijk aan 31 Mton droge stof. Volgens de Tabel 12 is de productie in 2006 geschat op 27.6 Mton droge stof (= 20.77 + 6.92). Het verschil van 3.4 Mton wordt nagenoeg geheel verklaard door het feit dat in Rabou *et al.* voor het gehele landbouwgebied een opbrengst is aangenomen van 12 ton DS per hectare. Uit de huidige studie is gebleken dat een aanzienlijk deel van het landbouwgebied niet gebruikt wordt voor de teelt van gewassen en dus waarschijnlijk een veel lagere opbrengst heeft (geschat op 3 ton DS per hectare per jaar).

4.6 Import en export

Nederland heeft een grote rol in de invoer van fossiele grondstoffen voor het achterland (Duitsland, België, Luxemburg, Frankrijk, Zwitserland). Ook voor de hernieuwbare grondstoffen speelt Nederland een grote rol in de doorvoer. Daarom is het belangrijk een goed beeld te krijgen van de import en export van hernieuwbaar koolstof.

Om de import en export van hernieuwbaar koolstof (en hernieuwbare energie) te bepalen wordt gebruik gemaakt van statistische data van het CBS (Material Flow Accounts, MFA)). De data geven de verhandelde goederenstromen weer in tonAI/jaar. Om dit om te rekenen naar hernieuwbaar koolstof of hernieuwbare energie is dezelfde methode gebruikt als beschreven in paragraaf 4.3.2 en 4.3.3.

Het CBS onderscheidt verschillende goederen die elk een eigen code hebben. Voor een grote groep goederen zijn de coëfficiënten ingevuld zoals te zien in Appendix 4. Alle andere goederen zijn opgenomen in Appendix 5. Een deel van de goederen in Appendix 5 is wel organisch, maar wordt nu nog geheel uit fossiele bron geproduceerd (bijvoorbeeld ethyleen). Op dit moment wordt veel onderzoek gedaan om deze stoffen te produceren uit hernieuwbare grondstoffen. Slechts voor enkele verbindingen gaat dit op korte termijn wellicht lukken. Een deel van deze goederen betreft diensten of anorganische grondstoffen. Vanzelfsprekend hebben deze goederen geen hernieuwbaar koolstof en zijn dus niet in de tabellen opgenomen. Een ander deel van deze goederen bestaat uit samengestelde goederen (zie paragraaf 4.2.2.2). Voor deze groep is het niet goed mogelijk om goede coëfficiënten te genereren. Deze goederen zijn opgenomen in Appendix 5. In principe zijn deze goederen meestal consumptiegoederen voor consumenten of diensten en geen grondstof voor de biobased economie.

In Tabel 13 en Tabel 14 is de berekende import en export voor 2006 gegeven. Niet voor alle importstromen konden coëfficiënten worden gegenereerd. De laatste kolom geeft het deel dat wel in de tabel verantwoord is ten opzichte van de totale stroom.

		Bodemgebruikstatistiek			
		Bodemgebruik			
Onderwerpen	Onderwerpen	kHa	kHa	kHa	kHa
Totale oppervlakte	Totale oppervlakte	4154			
Verkeesterrein	Totaal verkeesterrein		116		
	Spoorterein			9	
	Wegverkeesterrein			105	
	Vliegveld			2	
Bebouwd terrein	Totaal bebouwd terrein		338		
	Woonterrein			228	
	Terrein voor detailhandel en horeca			7	
	Terrein voor openbare voorzieningen			12	
	Terrein voor sociaal-culturele voorz.			16	
	Bedrijventerrein			76	
Semi-bebouwd terrein	Totaal semi-bebouwd terrein		53		
	Stortplaats			3	
	Wrakkenopslagplaats			1	
	Begraafplaats			4	
	Delfstof-winsplaats			3	
	Bouwterrein			38	
	Semi-verhard overig terrein			5	
Recreatieterrein	Totaal recreatieterrein		96		
	Park en plantsoen			28	
	Sportterrein			33	
	Volkstuin			4	
	Dagrecreatief terrein			11	
	Verblijfsrecreatief terrein			21	
Agrarisch terrein	Totaal agrarisch terrein		2286		
	Terrein voor glastuinbouw			16	
	Overig agrarisch terrein			2270	
	Verklaard overig agrarisch terrein				1911
	Niet verklaard overig agrarisch terrein				359
Bos en open natuurlijk terrein	Totaal bos en open natuurlijk terrein		484		
	Bos			345	
	Natuurbossen				84
	Oogstbaar bos				261
	Open droog natuurlijk terrein			85	
	Open nat natuurlijk terrein			54	
Binnenwater	Totaal binnenwater		363	363	
Buitenwater	Totaal buitenwater		419	419	
Totalen		4154	4154	4154	
		Mha	Mha	Mha	
		4,15	4,15	4,15	

Tabel 12: Productie van producten en bijproducten op Nederlands grondgebied

		Landbouw- en bosbouwstatistiek											
		Producten				Bijproducten							
Onderwerpen	Onderwerpen	AI ton/(ha. yr)	DS ton/(ha. yr)	AI kton/yr	DS kton/yr	C kton/yr	E TJ/yr	AI ton/(ha. yr)	DS ton/(ha. yr)	AI kton/yr	DS kton/yr	C kton/yr	E TJ/yr
Totale oppervlakte	Totale oppervlakte												
Verkeersterrein	Totaal verkeersterrein							5,00	3,00	580	348	162	5783
	Spoortterrein												
	Wegverkeersterrein												
	Vliegveld												
Bebouwd terrein	Totaal bebouwd terrein							1,67	1,00	563	338	157	5618
	Woonterrein												
	Terrein voor detailhandel en horeca												
	Terrein voor openbare voorzieningen												
	Terrein voor sociaal-culturele voorz.												
	Bedrijventerrein												
Semi-bebouwd terrein	Totaal semi-bebouwd terrein							3,33	2,00	176	106	49	1757
	Stortplaats												
	Wrakkenopslagplaats												
	Begraafplaats												
	Delfstof-winpplaats												
	Bouwterrein												
	Semi-verhard overig terrein												
Recreatieterrein	Totaal recreatieterrein							5,00	3,00	482	289	134	4804
	Park en plantsoen												
	Sportterrein												
	Volkstuin												
	Dagrecreatief terrein												
	Verblijfsrecreatief terrein												
Agrarisch terrein	Totaal agrarisch terrein												
	Terrein voor glastuinbouw												
	Overig agrarisch terrein												
	Verklaard overig agrarisch terrein	21,58	10,31	41236	19703	8853	314912	6,55	1,54	12524	2952	1318	47188
	Niet verklaard overig agrarisch terrein							5,00	3,00	1793	1076	501	17881
Bos en open natuurlijk terrein	Totaal bos en open natuurlijk terrein												
	Bos												
	Natuurbossen							8,50	4,25	711	355	170	6208
	Oogstbaar bos	4,58	2,75	1197	718	343	12545	3,00	1,50	783	392	187	6843
	Open droog natuurlijk terrein							2,75	2,20	234	187	87	3109
	Open nat natuurlijk terrein							10,00	6,00	543	326	152	5420
Binnenwater	Totaal binnenwater							2,00	1,00	725	363	169	6029
Buitenwater	Totaal buitenwater												
Totalen		11,06	5,00	45963	20774	9361	333634	5,03	1,67	20893	6919	3173	113768
				Mton/yr	Mton/yr	MtonC/yr	PJ/yr			Mton/yr	Mton/yr	MtonC/yr	PJ/yr
				45,96	20,77	9,36	333,63			20,89	6,92	3,17	113,77

	CBS	AI	DS	OS	C	E	
Description	label	kton	kton	kton	kton	PJ	%
Cereals, primary and processed	1.1.1	10632	8834	8658	4049	153	89
Roots and tubers, primary and processed	1.1.2	1842	432	420	155	6	100
Sugar crops, primary and processed	1.1.3	1202	947	942	377	14	100
Pulses, primary and processed	1.1.4	235	200	187	89	3	100
Nuts, primary and processed	1.1.5	782	665	632	347	14	100
Oil bearing crops, primary and processed	1.1.6	5210	4687	4593	2560	108	100
Vegetables, primary and processed	1.1.7	1691	146	132	62	2	100
Fruits, primary and processed	1.1.8	3021	441	397	176	6	70
Fibres, primary and processed	1.1.9	42	37	37	16	1	30
Other crops (Spices Stimulant crops, Tobacco, Rubber and other crops), primary and processed	1.1.10	1370	1197	1156	649	28	90
n.a.	1.2.1	0	0	0	0	0	
Other crop residues (sugar and fodder beet leaves, other)	1.2.2	1276	1149	1091	531	20	100
Fodder crops	1.3.1	167	42	41	19	1	100
Biomass harvested from grassland	1.3.2	0	0	0	0	0	
n.a.	1.4	0	0	0	0	0	
Timber, primary and processed	1.5.1	2176	1993	1914	953	35	100
Wood fuel and other extraction, primary and processed	1.5.2	0	0	0	0	0	0
Fish capture, crustaceans, molluscs and aquatic invertebrates primary and processed	1.6	635	159	151	88	4	77
n.a.	1.7	0	0	0	0	0	
Live animals other than in B 1.6.	1.8.1	0	0	0	0	0	
Meat and meat preparations	1.8.2	1524	585	583	356	16	90
Dairy products, birds eggs, and honey	1.8.3	2106	1148	1123	635	27	91
Other products from animals (animal fibres, skins, furs, leather et)	1.8.4	3319	3316	3316	2550	128	97
Products mainly from biomass	1.9	16382	13873	13449	6278	227	85
Totaal		53613	39851	38821	19889	793	88

Tabel 13: Import in het jaar 2006

Description	CBS	AI	DS	OS	C	E	%
	label	kton	kton	kton	kton	PJ	
Cereals, primary and processed	1.1.1	1322	954	935	436	16	52
Roots and tubers, primary and processed	1.1.2	3689	1036	1013	190	7	100
Sugar crops, primary and processed	1.1.3	1642	1380	1375	550	20	100
Pulses, primary and processed	1.1.4	38	33	30	14	1	100
Nuts, primary and processed	1.1.5	544	462	439	242	10	100
Oil bearing crops, primary and processed	1.1.6	1313	1181	1157	645	27	100
Vegetables, primary and processed	1.1.7	4739	388	350	161	6	100
Fruits, primary and processed	1.1.8	2452	356	321	142	5	77
Fibres, primary and processed	1.1.9	19	17	17	7	0	33
Other crops (Spices Stimulant crops, Tobacco, Rubber and other crops), primary and processed	1.1.10	2163	1463	1415	774	32	86
n.a.	1.2.1	0	0	0	0	0	
Other crop residues (sugar and fodder beet leaves, other)	1.2.2	2287	2058	1955	952	36	100
Fodder crops	1.3.1	56	14	14	6	0	100
Biomass harvested from grassland	1.3.2	0	0	0	0	0	
n.a.	1.4	0	0	0	0	0	
Timber, primary and processed	1.5.1	542	496	476	237	9	100
Wood fuel and other extraction, primary and processed	1.5.2	0	0	0	0	0	0
Fish capture, crustaceans, molluscs and aquatic invertebrates primary and processed	1.6	849	212	202	117	5	85
n.a.	1.7	0	0	0	0	0	
Live animals other than in B 1.6.	1.8.1	267	80	75	44	2	100
Meat and meat preparations	1.8.2	2774	967	966	584	26	81
Dairy products, birds eggs, and honey	1.8.3	2465	1385	1332	833	38	85
Other products from animals (animal fibres, skins, furs, leather et)	1.8.4	2956	2955	2954	2272	114	98
Products mainly from biomass	1.9	16619	13184	12818	6068	223	82
Totaal		46736	28623	27846	14276	577	86

Tabel 14: Export in 2006 Tabel 14, Export in 2006

De import lag dus rond de 20 Mton koolstof en de export rond de 14 Mton koolstof. De fractie met onbekende coëfficiënten was 12% voor de import en 14% voor de export.

Rabou *et al.* (2006) kwamen op 33 Mton droge stof voor de import en 21.5 Mton droge stof voor de export. In dit onderzoek werd zowel voor de import als voor de export een hogere waarde gevonden (respectievelijk 40 en 29 Mton droge stof). In dit onderzoek zijn de verschillende stromen in meer detail bekeken. De schattingen van de droge stof gehalten in Rabou *et al.* bleek daarbij vaak te voorzichtig. De getallen van Rabou zijn gebaseerd op het jaar 2000. De export en import zullen zeker zijn toegenomen in de periode 2000 tot 2006. Dit kan de rest van het verschil verklaren. Overigens wordt de netto import (ongeveer 10 Mton droge stof) nauwelijks beïnvloedt door de nauwkeuriger benadering die in dit onderzoek is gevolgd.

4.7 De uitstoot van hernieuwbaar koolstof

Bij consumptie (veevoer, voeding, biobrandstoffen) of in het afvalstadium zal een belangrijk deel van de hernieuwbare koolstof worden omgezet in kooldioxide en methaan. Er is een schatting gemaakt van de uitstoot door gebruik van biobrandstoffen, overige biobrandstoffen, verademing van koolstof door mensen en verademing door het vee.

4.7.1 Uitstoot door toepassing van biobrandstoffen

Het CBS heeft de cijfers voor biobenzine niet eerder vrijgegeven dan het jaar 2007. Waarschijnlijk omdat het aantal producenten toen zo gering was, dat het mogelijk was om de cijfers te herleiden tot individuele leveranciers en deze cijfers dus geheim gehouden moeten worden. Daarom is de methode uitgewerkt met de data van 2007. In 2007 was 2% van de benzine en 3.3 % van de diesel vervangen door hernieuwbare brandstoffen. Het koolstof gehalte van biobenzine is gelijk gesteld aan het koolstof gehalte van ethanol. Het koolstofgehalte van biodiesel is gelijk gesteld aan het koolstofgehalte van een C₂₀ alkaanzuur. Uit de CBS cijfers kan de LHV van de biobrandstof berekend worden. Deze waarde komen goed overeen met de verbrandingswaarden van de aangenomen componenten. De toepassing van biobrandstoffen nam van 2006 op 2007 toe van 0.4% naar 2.8% (Maas *et al.*, 2009). De uitstoot van bio C als gevolg van de toepassing van biobrandstoffen in het jaar 2006 was dus ongeveer $0.4/2.8 \cdot 263 = 37$ kton.

	Gewicht	Volume	Energie	LHV	C gehalte	Uitstoot bio C
	mln kg	mln liter	TJ	MJ/kg	kgC/kg	ktonC
Biobenzine	132	176	3687	27.93	0.52	69
Biodiesel	253	286	9344	36.93	0.77	195
Totaal	385	462	13031			263

Tabel 15: Bijgemenging van biobenzine en biodiesel in 2007 en uitstoot van hernieuwbaar koolstof als gevolg daarvan

Het gewicht, het volume en de energie zijn overgenomen uit CBS gegevens. De LHV, en de uitstoot van bio C zijn berekend, het C gehalte is geschat aan de hand van de aannames

4.7.2 Uitstoot van hernieuwbaar koolstof tijdens verbranding

In Tabel 16 wordt een overzicht gegeven van de toepassing van hernieuwbare koolstof voor energetische doeleinden in 2006. De grootste bijdragen betreft meestook in centrales. Samen met de gehanteerde CO₂-emissiefactoren (met factor 12/44 van CO₂ naar C) levert dit een bijbehorende hernieuwbare koolstof van 1.39 Mton koolstof.

2006	Mton CO ₂	Mton C
Meestook energiecentrales	3.1	0.85
Industrie	0.6	0.16
Diensten en overheid	0.3	0.08
Huishoudens	1.0	0.27
Landbouw/bosbouw/visserij	0.1	0.03
Totaal	5.1	1.39

Tabel 16: Bijdrage hernieuwbare koolstof aan de energievoorziening (2007)

Bron: Maas *et al.*, 2008

4.7.3 Verademing van koolstof door de mens

Bij een inname van 2250 kcal/dag (= 9.42 MJ/dag) per mens, 16.5 miljoen mensen een verbrandingswaarde van voedsel van 18 MJ/kg en een geschat koolstofgehalte van voedsel van 0.46 wordt er per jaar 1.6 Mton aan koolstof ingenomen door de Nederlandse bevolking. Dit komt overeen met 57 PJ/jaar. De ingenomen koolstof wordt grotendeels verbrand tot CO₂. Een klein deel gaat naar de waterzuivering (ontlasting) en een verwaarloosbaar deel gaat naar groei. Het betreft hier ruwe schattingen ('guesimates') die niet jaarlijks kunnen worden nagewerkt. Wel is duidelijk om welke grote orde het gaat.

4.7.4 Verademing door vee

Er is onderzoek gedaan naar de koolstofhuishouding in de landbouw in het jaar 1989 (Boons-Prins *et al.*, 1995). Daaruit blijkt dat toen 7.15 Mton koolstof naar de atmosfeer ging. Dit getal zal (als gevolg van de mestwetten en het inkrimpen van de veestapel) waarschijnlijk kleiner zijn geworden. Het betreft hier ruwe schattingen die niet jaarlijks kunnen worden nagewerkt. Wel is duidelijk om welke grote orde het gaat.

4.8 Hernieuwbaar koolstof in afvalstadium en recycling

Uit de data van de uitvoering Afvalbeheer (Nederlands afval in cijfers, SenterNovem, 2009) blijkt dat het meeste afval in Nederland een nuttige toepassing vindt of wordt verbrand (Tabel 17). Slechts een klein deel wordt gestort. Als nader wordt gekeken naar de verschillende afvalstromen, dan blijkt dat een zeer groot deel van deze stromen niet echt afval zijn. Zo wordt in dit rapport sojaschroot gezien als een afvalstroom van de productie van soja olie. Echter, dit schroot is een hoogwaardige bron van eiwitten en wordt dan ook op zeer grote schaal toegepast als veevoer. Het is dus van groot belang om goed in de gaten te houden waar we het eigenlijk over hebben.

	2003	2006
Nieuwe toepassing	49.9	50.2
Verbranding	8.2	6.8
Stort	2.7	2.5
Lozen	0.7	0.6
Totaal	61.6	60.1

Tabel 17: Afval in Nederland in Mton per jaar

Een goed overzicht van 'echt' afval kan gevonden worden in de publicatie Afvalverwerking in Nederland (SenterNovem, 2008). Hier wordt alleen het verwerkte afval beschouwd. De verwerking van afval bestaat uit stort, verbranden, composteren en vergisten en slibverwerking. In deze studie is gekeken naar verbranden, composteren en vergisten. Tevens is gekeken naar de verwerking van mest en afvalwater en de recycling van oud papier.

4.8.1 Afvalverbranding

In 2006 werd 5.5 Mton afval verbrand. Daarbij kwam 1.3 Mton koolstof vrij. Daarvan was 0.924 Mton C van biogene afkomst (papier, karton, hout, etc.) (Maas *et al.*, 2008).

4.8.2 Compostering van GFT

In 2007 werd 1.61 Mton GFT afval van huishoudens en diensten verwerkt tot 695 kton compost. De huishoudens leverden 1.34 Mton en de HDO sector leverde 0.27 Mton (Afvalverwerking in Nederland, SenterNovem, 2008). De berekeningen (Tabel 18) wijzen uit dat dit GFT ongeveer 0.15 Mton koolstof bevatte. Hiervan ging 0.06 Mton C verloren als CO₂ tijdens het composteringsproces. De geproduceerde compost bevatte 0.09 Mton C en werd met name afgezet in de land en tuinbouw.

	Mton/jaar	tonDS/ tonAI	tonOS/ tonDS	tonC/ tonOS	MtonC	GJ/ tonOS	TJ
Bron	GFT	DS	OS	C	BioC	LHV	LHV
Huishoudelijk	1,339	0,40	0,50	0,47	0,126	16	4,285
HDO	0,272	0,40	0,50	0,47	0,026	16	0,870
Totaal	1,611				0,151		5,155
Afzet	Compost						
Land en tuinbouw	0,424	0,70	0,37	0,50	0,055	18	1,984
Pot en aanvul- grond	0,091	0,70	0,37	0,50	0,012	18	0,426
Recreatie/groen- voorziening	0,041	0,70	0,37	0,50	0,005	18	0,192
Particulier	0,038	0,70	0,37	0,50	0,005	18	0,178
Glastuin	0,033	0,70	0,37	0,50	0,004	18	0,154
Civiel	0,040	0,70	0,37	0,50	0,005	18	0,187
Overig	0,027	0,70	0,37	0,50	0,004	18	0,126
Totaal	0,695				0,090		3,248

Tabel 18: Ingezameld GFT afval en afzet daarvan in 2007

4.8.3 Mest

Het CBS houdt jaarlijks statistieken bij over de hoeveelheid en soort geproduceerde mest. Van elke mestsoort is ongeveer bekend wat de samenstelling is. Door een combinatie van deze gegevens kan een redelijke schatting worden gegenereerd van de hoeveelheid koolstof in de in Nederland geproduceerde dierlijke mest (Tabel 19). De import en export van mest wordt alleen gegeven als totale mest. Hierbij is niet duidelijk om welke soort mest het gaat. Ook de toepassing van mest voor mestvergisting en mestverbranding wordt door CBS gegeven als totale mest. Omdat het kan gaan om zowel dunne als dikke mest, kan op basis van deze data dus geen goede indruk van de hoeveelheid koolstof worden verkregen. Volgens Koppejan *et al.* (2009) werd er 1927 kton onbewerkte mest geëxporteerd in 2006. Op basis van de verdeling over de diverse soorten mest is geschat dat deze mest ongeveer 0.245 Mton koolstof bevatte. In 2007 werd 0.45 Mton mest vergist. Dit was meerendeels varkensmest. (Koppejan *et al.*, 2009). Uitgaande van enkel varkensmest komt dit neer op 0.01 Mton C per jaar.

Hiervan komt een deel in de atmosfeer als CO₂ en een deel blijft achter in het digestaat. Sinds kort wordt 400 kton aan pluimveemest verbrand (Koppejan *et al.*, 2009). Dit zal de vaste pluimveemest zijn en deze zal overeenkomen met 0.07 kton aan koolstof dat eindigt als CO₂ in de atmosfeer. Er gaat dus ongeveer 2.98-0.245-0.07-0.01 is 2.7 Mton koolstof naar het land.

Vee	Type mest	2003	DS	OS	C	DS	C
		Mton/jaar	kgDS/ kgAI	kgOS/ kgDS	kgC/kgOS	MtonDS/ jaar	MtonC/ jaar
Rundvee	Totaal dunne mest	52,83	0,09	0,78	0,47	4,75	1,74
Rundvee	Totaal vaste mest	1,00	0,25	0,60	0,47	0,25	0,07
Rundvee	Weide- mest	13,64	0,09	0,78	0,47	1,23	0,45
Schapen en geiten	Stalmest	0,40	0,29	0,71	0,47	0,12	0,04
Schapen en geiten	Weide- mest	1,18	0,29	0,71	0,47	0,34	0,11
Paarden en pony's	Stalmest	0,52	0,31	0,81	0,47	0,16	0,06
Paarden en pony's	Weide- mest	0,36	0,31	0,81	0,47	0,11	0,04
Varkens	Vlees- varkens	6,44	0,09	0,67	0,47	0,58	0,18
Varkens	Fok- varkens	5,28	0,06	0,67	0,47	0,32	0,10
Pluimvee	Dunne mest	0,17	0,15	0,64	0,47	0,02	0,01
Pluimvee	Totaal vaste mest	0,99	0,52	0,73	0,47	0,51	0,17
Totaal		82,81				8,39	2,98

Tabel 19: Productie van mest in de veeteelt

Mosterd & van de Weg, 2009

Kennisakker, 2009

4.8.4 Huishoudelijk afvalwater

Uit cijfers van RIVM (Peek, 1993) en CBS (Veen *et al.*, 2006) kan berekend worden hoeveel koolstof er de waterzuiveringen ingaat en hoeveel er langs verschillende wegen uitgaat (Appendix 6). De vrijgekomen CO₂ na vergisting en verbranding is al opgenomen in verbranding van hernieuwbaar koolstof. Ook het gestabiliseerde slib wordt verbrand en is al opgenomen in verbranding van hernieuwbaar koolstof. Dan blijft dus nog 128 kton C over die geoxideerd wordt en 30 kton C die met het effluent geloosd wordt: in totaal 158 kton C. Het betreft hier schattingen die niet jaarlijks kunnen worden nagewerkt. Wel is duidelijk om welke grote orde het gaat.

	kton C/jaar
Influent	310
Geoxideerd in zuivering	128
Vrijgekomen CO ₂ na vergisting en verbranding	56
Gestabiliseerd slib	96
Effluent	30

Tabel 20: Organisch koolstof in huishoudelijk afvalwaterzuiveringen

4.8.5 Recycling van oud papier

In Nederland werd 2.76 Mton oud papier ingezameld voor hergebruik (Cijfer 2008) (PRN, 2009). Een ruwe schatting laat zien dat hierin ongeveer 0.83 Mton koolstof zit. De verbrandingswaarde van dit papier (na droging) zou 30 TJ geweest zijn. De hoeveelheid ingezameld papier was in 2008 80% van de totale hoeveelheid geproduceerd papier. Er gaat dus 20% verloren, waarschijnlijk merendeels in het grijze afval en in het riool.

	Papier	DS	OS	C	BioC	LHV	LHV
	Mton/jaar	tonDS/tonAI	tonOS/ton DS	tonC/ton OS	Mton	GJ/tonOS	TJ
Huishoudelijk	1.24	0.85	0.8	0.44	0.371	16	13.49
KWDI	1.52	0.85	0.8	0.44	0.455	16	16.54
Totaal	2.76				0.826		30.03

Tabel 21: Ingezameld oud papier voor hergebruik in 2008

4.9 Opslag van hernieuwbaar koolstof

Er zijn vier soorten opslag van hernieuwbaar koolstof te onderscheiden: (1) opslag van voedsel, voer en biobrandstoffen, (2) opslag van materialen (terwijl ze in gebruik zijn in de economie), (3) stort van afval en (4) opslag in de bodem.

Ad 1. Gegevens over opslag van voedsel, voer en biobrandstoffen (aardappelen, graan, veevoer, biodiesel) zijn beschikbaar bij het LEI. Omdat deze opslag in principe grotendeels binnen een paar jaar weer verbruikt wordt, wordt deze term binnen dit project niet verder uitgewerkt. Het is echter belangrijk in het achterhoofd te houden dat de gemeten benutting af kan nemen in jaren dat veel opgeslagen wordt en toenemen in jaren dat de opslag wordt ingezet. Ook zal de koolstofbalans (gekeken vanaf de productiezijde en de consumptiezijde) niet kloppend zijn, als de netto opslag of het netto verbruik van opslag groot is.

Ad 2. De opslag van materialen in de economie is waarschijnlijk klein t.o.v. de totale koolstofstroom. Uiteindelijk komt bijna alle koolstof toch weer vrij uit de economie (in de vorm van afval of kooldioxide).

Ad 3. De opslag van hernieuwbaar koolstof in stortplaatsen zal waarschijnlijk gering zijn omdat in Nederland bijna alle afval wordt verbrand. Ook deze term wordt daarom verwaarloosd.

Ad 4. In de landbouw wordt een aanzienlijk deel van de hernieuwbare koolstof ondergeploegd (stro, loof, dierlijke mest) en komt zo in de bodemvoorraad. Ook in de Nederlandse natuur neemt de koolstofvoorraad op dit moment toe (met name door het uitblijven van onderhoud en dunningen en door het achterblijven van dood hout in het bos). Het is belangrijk deze stromen goed in beeld te brengen omdat hier een groot stuk potentie van de 'biobased economy' ligt. Tevens zullen deze voorraden door natuurlijke afbraak langzaam worden omgezet in kooldioxide.

4.9.1 Opslag van organisch koolstof in de bodem

Voor organisch koolstof in de bodem wordt er gewerkt aan een monitoringssysteem.

Dit systeem is echter (door het ontbreken van gegevens) voorlopig nog niet af. Er wordt op dit moment veel onderzoek gedaan en daaruit zijn al wel data bekend over de koolstofbalans over de Nederlandse bodem.

De bovenste 30 cm van de Nederlandse bodem bevat volgens een schatting van Kuikman *et al.* (2003) 264 Mton koolstof, ofwel gemiddeld 94 ton per hectare. Deze koolstof is niet evenredig verdeeld over het Nederlandse oppervlak. In veengronden is vaak zeer veel koolstof aanwezig (meer dan 15% organische stof). In andere gebieden is de koolstofvoorraad veel lager. In de akkerbouw is het organisch koolstofgehalte meestal niet lager dan 1-2% (de waarde waarbij de bodemvruchtbaarheid goed is). De gebieden met een nog lager koolstofgehalte zijn vaak natuurgebieden waar een dergelijk laag gehalte juist wenselijk is voor de natuurdoelstelling. Voor een aanzienlijk deel van het Nederlands landbouwareaal wordt het organisch koolstofgehalte gezien als kritisch. Toch is nagenoeg overal voldoende bodemkoolstof aanwezig en is er ook geen duidelijke trend van daling of stijging aangetoond. We kunnen dus concluderen dat met de huidige landbouwmethoden en met de huidige toevoer van organisch koolstof (gewasresten, vangstgewassen, compost en mest), de mineralisatie van bodemkoolstof grofweg gelijk is aan de toevoer. Modelberekeningen laten zien dat in de akkerbouw en de vollegrondsteelt een afname van bodemkoolstof te verwachten is bij het verlagen van de mestgift. Door teelt van grassen kan de hoeveelheid bodemkoolstof zeer snel vergroot worden (0.39 ton C/hectare jaar).

De verliezen van koolstof kunnen groot zijn bij verandering van landgebruik: 50 ton C per hectare over een periode van 50 jaar bij de omzetting van permanent grasland in permanent bouwland op zandgrond (dit komt overeen met gemiddeld 1 ton C per hectare per jaar).

De productie van vangstgewassen lag de laatste jaren rond de 75 kton DS (Koppejan, 2009). Als aangenomen wordt dat deze gewassen 5% as bevatten en 0.48 gram koolstof per gram organische stof, dan komt dit overeen met een toevoer van 34.2 kton koolstof.

	Mton C/jaar	Opmerkingen	Bron
Mest	2.7		Dit rapport
Digestaat	0.01		Dit rapport
Gewasresten	1.45	Overschatting omdat deel door beesten gegeten wordt en dus in mest zit	
Ondergrondse delen akkerbouw	0.73	50% van gewasrest	
Vastlegging koolstof in bodem van grasland	0.13	39 gC/(m ² *jaar), 33500 ha gras op zand	Hanegraaf <i>et al.</i> , 2009
Vangstgewassen	0.034		Koppejan <i>et al.</i> , 2009
Compost	0.055		Dit rapport
Totaal	5.11		

Tabel 22: Toevoer van organisch koolstof naar het Nederlands landbouwgebied

4.9.2 Staande houtvoorraad

De staande houtvoorraad bedraagt 62 miljoen m³ spilhout (Probos, 2009). Dit komt neer op ongeveer 15 Mton koolstof. Volgens Probos (2009) hoopt zich in de Nederlandse bossen per jaar 1 miljoen m³ spilhout op. Dit komt neer op 250 kton C per jaar. Behalve het spilhout zal ook het tak en tophout zich in het bos ophopen. De groei van tak en tophout wordt geschat op 94 kton C per jaar. Een groot deel hiervan kan zonder nadelige gevolgen voor de bossen worden geoogst. Dit gebeurt niet omdat de houtoogst meer kost dan het oplevert. Voor gehakselde takken en bladeren is niet echt een markt omdat houtpellets uit het buitenland veel goedkoper zijn. Daarom blijft het tak- en tophout meestal achter in het bos.

4.10 Hernieuwbare koolstofbalans

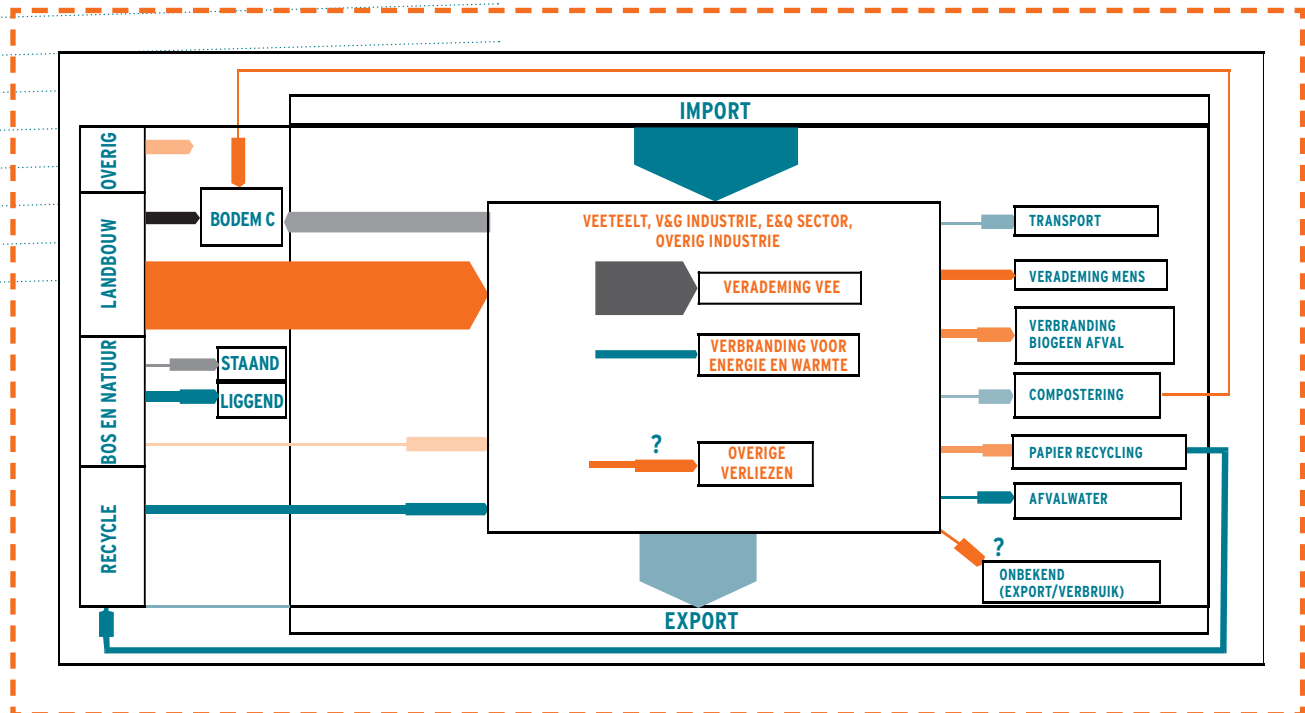
Als alle data bijeen worden gebracht ontstaat het beeld dat is weergegeven in Tabel 23 en Figuur 4. De balans is niet helemaal sluitend. Van een klein deel (ongeveer 2%) is onbekend hoe het de Nederlandse economie verlaat. Dit getal is berekend als verschil tussen de ingaande stromen en de uitgaande stromen. Daardoor kan de fout in dit getal relatief groot zijn. De fouten kunnen veroorzaakt worden door onnauwkeurigheden in de schattingen, doordat data uit verschillende jaren zijn gebruikt, door de uitvoer van samengestelde goederen, door thuiscompostering, maar ook door voorraadmutaties (er is aangenomen dat er geen voorraadmutaties waren). Gezien al deze onzekerheden is de gevonden post 'Onbekend' redelijk klein te noemen.

In	Mton C	Uit	Mton C
Import	19.89	Export	14.28
Landbouwproducten	9.02	Verademing door mens	1.60
Bosbouwproducten	0.34	Verademing door vee	7.15
Papier recycling	0.83	Mestafvoer	2.98
		Transport	0.04
		Papier recycling	0.83
		Verbranding	1.39
		Afval verbranding	0.92
		Compostering	0.15
		Afvalwaterzuivering	0.16
		Onbekend	0.58
Totaal	30.08		30.08

Tabel 23: Koolstof balans over de Nederlandse economie

Uit Tabel 23 kan ook gezien worden dat 3.33 Mton (=0.04+0.83+1.39+0.92+0.15) koolstof wordt toegepast in non food non feed toepassingen. Dit is 11% van de totale hoeveelheid koolstof die de Nederlandse economie binnenkomt.

Volgens Koppejan *et al.* (2009) is er in Nederland ongeveer 14.9 Mton droge stof beschikbaar voor elektriciteit en warmteproductie. Volgens Tabel 23 is



Figuur 4: Schematische weergave van in kaart gebrachte koolstof flux door NL economie (op basis van data in Tabel 23)

$(2.98+0.04+0.83+1.39+0.92+0.15=)$ 6.31 Mton koolstof beschikbaar uit de economie. Volgens Tabel 12 is er 3.2 Mton koolstof beschikbaar buiten de economie. Samen dus 9.5 Mton C. Als ervan uitgegaan wordt dat het koolstof gehalte van deze stromen ongeveer 0.5 is, dan komt dit overeen met 19 Mton droge stof. Omdat sommige bijproducten en ook mest niet geheel in energie kunnen worden omgezet is het logisch dat het getal van Koppejan *et al.* lager ligt dan deze 19 Mton droge stof.

4.11 Kennishiaten

Tijdens het onderzoek is een aantal kennishiaten overgebleven:

- Import en export
Voor de import en export konden niet voor alle stromen coëfficiënten vastgesteld worden. Het merendeel van de ontbrekende gegevens betreft coëfficiënten voor de zogenaamde samengestelde goederen (bijvoorbeeld frisdranken en sauzen). Een betrouwbare schatting zal zeer veel tijd vergen zonder dat de cijfers veel zullen veranderen.
- Vastlegging van hernieuwbaar koolstof
De vastlegging van koolstof op verkeersterreinen, bebouwde terreinen, semi-bebouwde terreinen en recreatierreinen is slecht bekend. Voor de monitoring van de 'biobased economy' is het echter ook niet nodig om deze vastlegging goed te kennen. Immers: het blijft nu nog grotendeels ongebruikt. De huidige schattingen zijn voldoende om de potentie van deze bronnen voor de 'biobased economy' op waarde te schatten. Als de benutting van deze bronnen toeneemt, zijn uiteindelijk betere schattingen nodig om rooibouw te voorkomen. Zover is het echter nog lang niet. Een nauwkeuriger schatting zou verkregen kunnen worden door het bekijken van bijvoorbeeld luchtfoto's in combinatie met een Geografisch Informatie Systeem. Dan kan snel duidelijk worden of het gaat om tuinen, bossages, gras, erven, gebouwen, bestrating, etc. Voor elk van deze categorieën kan dan een jaarlijkse vastlegging worden geschat. De vastlegging van koolstof in bossen is in de huidige systematiek niet dynamisch. Een dynamisch getal is ook niet per se zinvol omdat bomen gemiddeld 30 jaar groeien voordat ze geoogst worden. Er kan dus net zo goed met een gemiddelde groei worden gerekend. Door een monitoring van de staande voorraad (zoals die al door Probos wordt uitgevoerd) kan rooibouw worden voorkomen. De vastlegging van koolstof in de landbouw is vooral nog onduidelijk voor wat betreft het areaal dat niet beteeld wordt. Een veel betere schatting zou al gemaakt kunnen worden als bekend was wat er groeit op deze arealen. Door het bekijken van bijvoorbeeld luchtfoto's in combinatie met een Geografisch Informatie Systeem zou al snel duidelijk kunnen worden of het gaat om bermen, akkerranden, kleine bossages, houtwallen, wegen, sloten of erven. Voor elk van deze categorieën kan dan een jaarlijkse vastlegging worden geschat. De vastlegging van koolstof in de landbouw kan ook nog verbeterd worden door voor nog meer gewassen coëfficiënten te zoeken. Dit vergt echter veel tijd en waarschijnlijk zal de nauwkeurigheid van het totaalplaatje niet heel veel verbeteren.

- **Afbraak van bodemkoolstof**

De afbraak van koolstof in de bodem is zeer complex. In diverse grote onderzoeksprogramma's wordt hiernaar onderzoek gedaan. Het zal nog wel enkele jaren duren voordat meer zicht op deze materie is verkregen.

- **Afbraak van staand hout**

De afbraak van staand hout (verrotting) is in dit project niet onderzocht. In elk geval mag verwacht worden dat meer oogst zal leiden tot minder verrotting.

Meer oogst zal tevens leiden tot een snellere groei in het bos.

5 DE TOEPASSING VAN HERNIEUWBAAR KOOLSTOF

In hoofdstuk 4 is een goed overzicht verkregen van de ingaande en uitgaande hernieuwbare koolstofstromen in de Nederlandse economie (de randen van de rechthoek in Figuur 3). In dit hoofdstuk wordt uitgezocht waar de hernieuwbare koolstof wordt toegepast (de stromen binnenin de rechthoek van Figuur 3). Onder toepassing wordt verstaan: het gebruik van hernieuwbaar koolstof voor verhoging bodemvruchtbaarheid, absorberen van excretiën in stallen, productie van hernieuwbare energie (warmte/elektriciteit) of productie van hernieuwbare producten (voedsel, veevoer, vezels, biobrandstoffen, biochemicalïen). De toepassing van hernieuwbare grondstoffen in de voedsel en veevoederketen is groot. In deze keten is vervanging van fossiele grondstoffen niet te verwachten. Voor duurzame energie en hernieuwbare transportbrandstoffen zijn al monitor systemen beschikbaar. Voor de toepassing van hernieuwbare grondstoffen in de chemie (ter vervanging van fossiele grondstofstromen) is nog geen monitor beschikbaar. Door het in beeld brengen van de toepassing van hernieuwbaar koolstof kunnen de verhoudingen in kaart gebracht worden.

5.1 Economische stromen gerelateerd aan materialen van biologische oorsprong

Om een eerste indruk te krijgen van de 'biobased economy' zijn de economische stromen in beeld gebracht. De data zijn afgeleid uit de Input/Output tabel van het CBS. Alleen economische stromen waarvan mag worden aangenomen dat het gaat om een levering van goederen van biologische oorsprong zijn geïnventariseerd. De geïnventariseerde bestedingen zijn weergegeven in Tabel 24. De gegevens zijn grafisch weergegeven in Figuur 5. De definities van de sectoren zijn gegeven in Tabel 25.

Geld gaat	Van:								
Naar:	Landbouw	Vee-teelt	V&G	Hout-ind.	Ov. Ind.	Rec.	E-Beidr.	Huish. en Diensten	Export
Landbouw	428	230	1271	5	25	0	0	1028	7562
Veeteelt	0	528	6424	0	0	0	0	122	1654
Bosbouw en jacht	0	0	3	0	6	0	0	118	127
Visserij	0	0	10	0	1	0	0	76	414
V&G	0	2576	6284	24	539	38	2	15995	25210
Houtindustrie	29	0	583	483	649	0	1	2627	3736
Import	318	219	10085	1854	1956	63	2	9249	11210

Tabel 24: Bestedingen in de Nederlandse economie aan grondstoffen en producten van biologische oorsprong (in miljoenen euro's). De grijze vakjes geven de geldstromen binnen de verschillende industriën weer.

V&G: Voeding en genotmiddelenindustrie ... Ov. Ind.: Alle industrie die niet behoort tot de

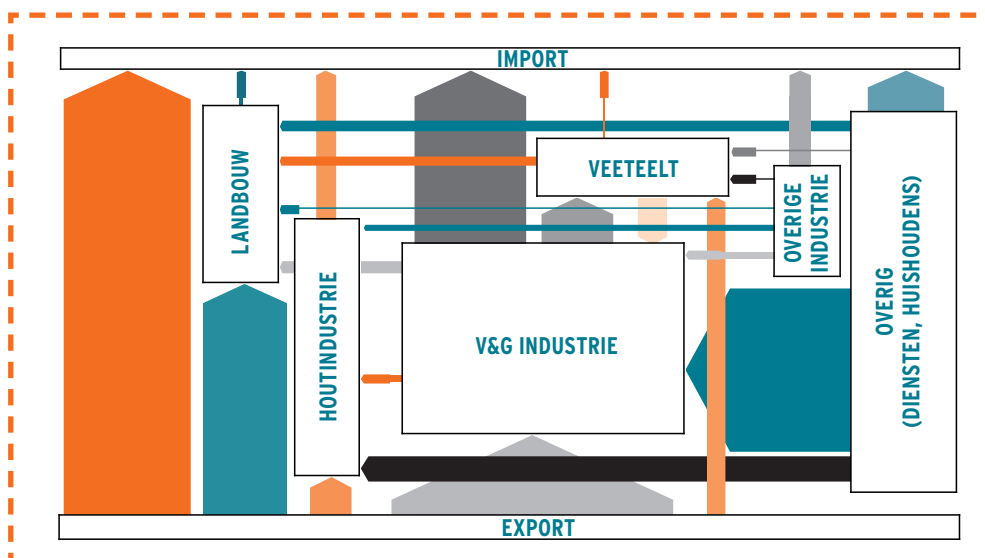
Houtind.: Houtindustrie ... genoemde industrieën

Rec.: Recycling industrie ... Huish. en Diensten: Huishoudens en diensten

E-Beidr.: Energiebedrijven

De uitgaven van de energiebedrijven aan grondstoffen van biologische oorsprong in Tabel 25 is erg laag (totaal 5 M€). We weten dat er in 2007 16 PJ is meegestookt in energiecentrales (Koppejan *et al.* 2009). Bij een prijs van 125 €/ton en een energie-inhoud van 16 GJ/ton moet dit 125 miljoen Euro hebben gekost. Het is niet duidelijk waar dit verschil vandaan komt.

Omdat de stromen van naar de bosbouw en jacht en de visserij zeer klein zijn, zijn deze in Figuur 5 niet meegenomen. De stromen naar de recycling bedrijven en de energiebedrijven zijn opgeteld bij Huishoudens en diensten en gerapporteerd als 'Overig (diensten, huishoudens)'.



Figuur 5: Bestedingen (geldstromen) in de Nederlands economie aan grondstoffen en producten van biologische oorsprong (de geldstromen lopen in tegengestelde richting t.o.v. de bijbehorende goederenstromen!)

Het grootste deel van de huidige 'biobased economy' speelt zich af in de landbouw, veeteelt, voeding en houtindustrie. Slechts een zeer beperkt deel wordt thans toegepast in de industrie.

Sector	Definitie
Landbouw	Productie van primaire gewassen*
Veeteelt	Productie van varkens, koeien, kippen, schapen
Bosbouw en jacht	'Oogst' van bomen en gejaagd wild
Visserij	Vangst van vissen
V&G industrie	Verwerking van primaire gewassen, geïmporteerde goederen, dierlijke producten, vissen en gejaagd wild tot (half)fabricaten voor de industrie, consumenten en diensten.
Houtindustrie	Verwerking van hout, kurk, riet, pulp, papier en karton tot (half) producten voor de industrie, diensten of consumenten. De meubelindustrie is opgenomen in de 'overige industrie'.
Vorbereiding tot recycling	Verwerking van afval tot herbruikbare materialen
Energiebedrijven	Verbranding van biomassa voor productie van elektriciteit of warmte
Overige industrie	Alle industrie die niet onder de hierboven genoemde categoriën valt
Diensten	Diensten (winkels, banken, etc.)
Consumptie huishoudens	Verbruik van goederen door huishoudens
Import	Geïmporteerde hernieuwbare goederen**
Export	Geëxporteerde hernieuwbare goederen**

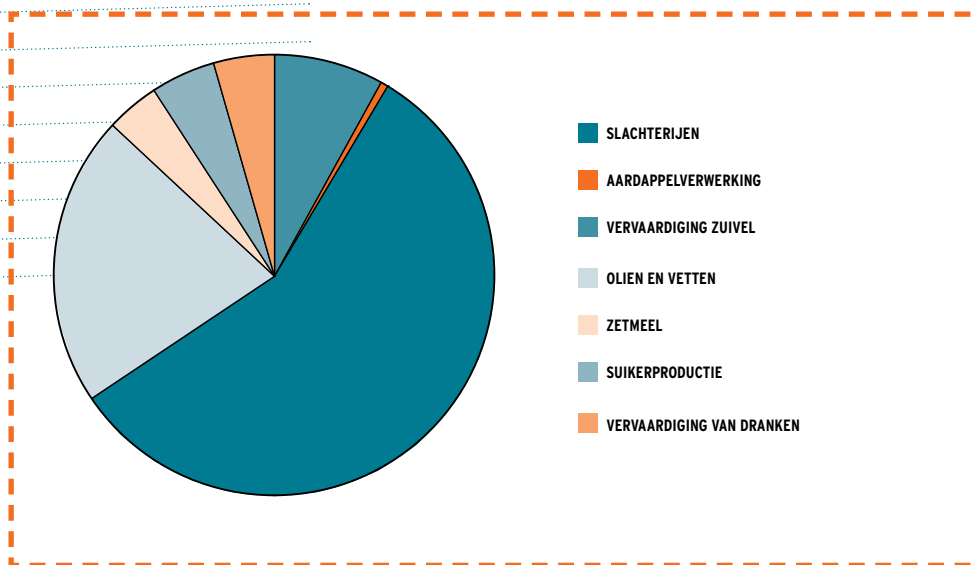
Tabel 25: Definitie van de sectoren

* Agrarische diensten en hoveniers zijn geschaard onder diensten omdat er enkel arbeid wordt verricht. Er wordt geen biomassa geproduceerd.

** Schoeisel en lederwaren zijn niet meegenomen omdat schoenen lang niet allemaal van leer zijn en omdat de hoeveelheid leer (in kg) relatief los staat van de hoeveelheid geld (in €) die ervoor betaald wordt.

Leveringen vanuit de V&G industrie aan de 'overige industrie'

Uit de input output tabellen kan de aard van de producten die de V&G industrie aan de 'overige industrie' levert worden afgeleid (Figuur 6). Een groot deel van de bestedingen gaat naar producten die vrijkomen bij de productie van zuivel door de eindchemie. Zeer waarschijnlijk gaat het hier om melkwei en/of lactoferrine. Andere belangrijke stromen komen uit de slachtindustrie (waarschijnlijk dierlijk vet, maar het zou hier ook kunnen gaan om mineralen uit botten), oliën en vetten (voor productie van verven en biodiesel). Het zetmeel wordt toegepast in de chemische industrie en de papier en pulp industrie. De producten uit de suikerindustrie worden volledig toegepast in de petrochemische industrie (waarschijnlijk voor de productie van ethanol).



Figuur 6: Figuur 6, Grondstoffen van biologische oorsprong geleverd door de V&G industrie aan de 'overige industrie' (totaal 539 M€)

5.2 Een beeld van de biomassastromen op basis van de economische stromen

Op basis van de economische stromen uit Tabel 24 is een zeer ruw idee van de fysieke koolstofstromen verkregen (Figuur 7). In de basis is dit beeld verkregen door het opstellen van koolstofbalansen over elke sector. De verdeling van koolstof over de verschillende sectoren is evenredig genomen met de bestedingen van de betreffende sectoren. In de veeteelt kon deze benadering niet worden vastgehouden. Een ander belangrijk probleem namelijk dat de in Nederland gekweekte groenvoeders die worden gevoerd aan het vee, de door het vee geproduceerde mest, en het verlies door verademing geen economische stromen genereren. Om dit te corrigeren en toch een oplossing voor het opgestelde stelsel van vergelijkingen te kunnen vinden zijn de volgende aannames gedaan:

1. Invoer, uitvoer en aanvoer vanuit landbouw

Aanvoer uit landbouw is berekend op basis van productie en arealen en coëfficiënten van AFSG.

Totale invoer uit MFA berekeningen CBS met coëfficiënten van AFSG. Verdeling over veeteelt, V&G industrie, 'overige industrie' en consumptie (incl. diensten) op basis van gedetailleerde IO-tabel CBS. Aanname: iedere euro product bevat een vaste hoeveelheid C. Totale uitvoer uit MFA berekeningen CBS met coëfficiënten van AFSG. Uitvoer verdeling op basis van afzetstructuur volgens euro's uit de IO-tabel met aanpassingen voor V&G industrie (zie 3).

2. Afzet veehouderij

Er is aangenomen dat 85% van de beschikbare C uit grasland, snijmaïs en veevoederindustrie als mest of door verademing de economie verlaat. Dit getal is gebaseerd op de data van Boons-Prins *et al.* (1995). De overige C wordt verdeeld volgens de afzetstructuur in euro's.

3. Afzet van V&G industrie

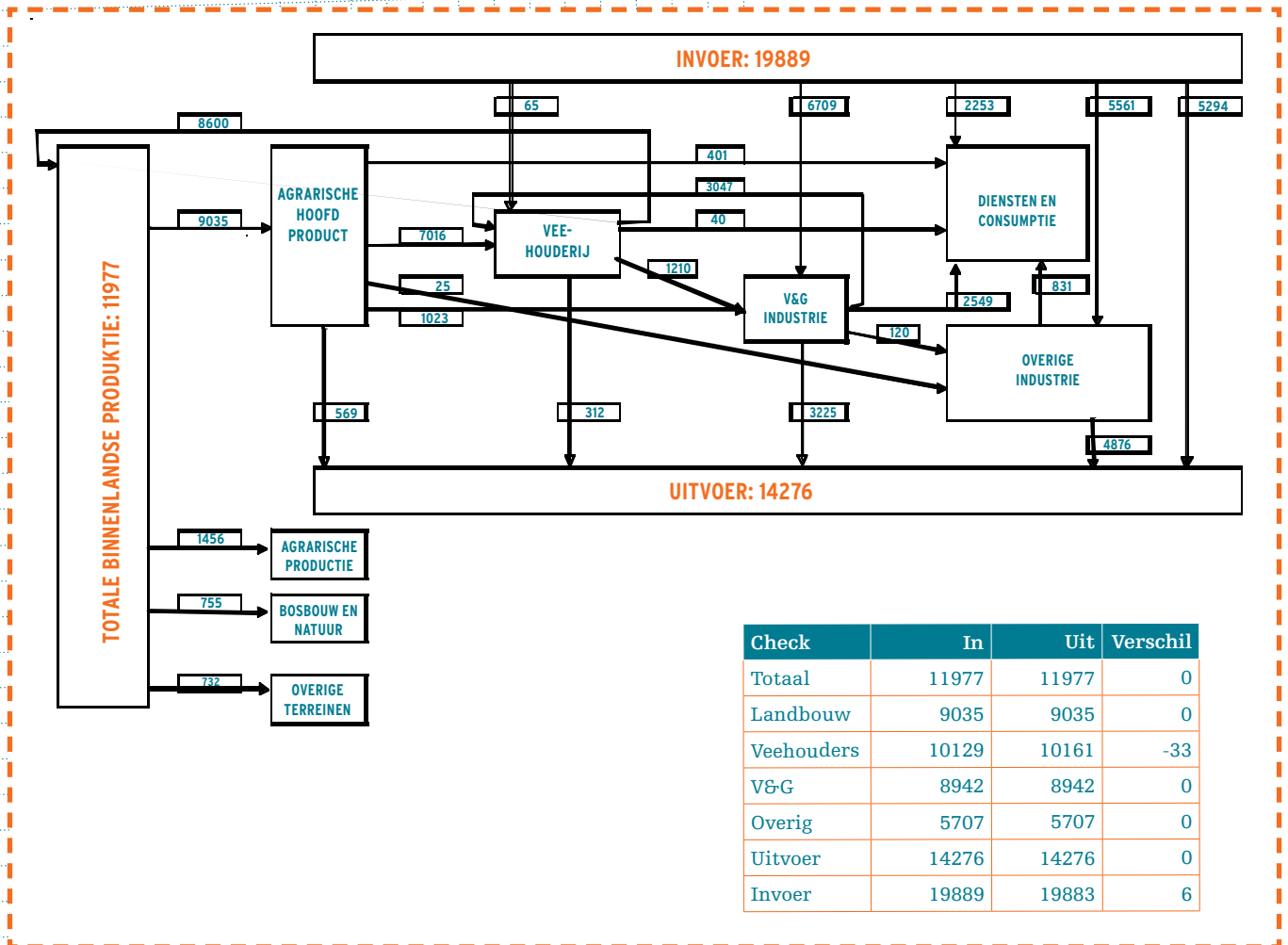
In principe op basis van afzetstructuur in euro's uit de IO-tabel. Er is een correctie door gevoerd voor de afzet naar de veehouderij. Er is verondersteld dat de afzet naar de veehouderij (veevoer) per euro 15 maal meer C bevat dan de afzet naar de consument en de export (ofwel, veevoeder is 15 maal goedkoper dan consumentenproducten). Dit om te komen tot een kloppende koolstofbalans over de veeteeltindustrie.

4. Afzet 'overige industrie'

De uitvoer van biomassa door de 'overige industrie' betreft vooral producten van de textiel, confectie en lederwaren industrie, de hout industrie en de pulp, papier en karton industrie. De verhouding in euro's van binnenlandsverbruik en uitvoer is gebruikt om de totale uitvoer van C te bepalen.

Met behulp van de bovenstaande aannames kon het stelsel van vergelijkingen worden opgelost. In de rechter onderhoek van Figuur 7 staan de resulterende balansen over de verschillende sectoren. Hieruit blijkt dat de gevonden oplossing correct is.

Vanzelfsprekend moeten de getallen in deze massabalans niet gezien worden als harde data. Dit komt door de ruwe aannames (verdeling van bio C evenredig met de economische stroom), fouten in de coëfficiënten, gebruik van data uit verschillende jaren, 'gemiste' biomassa stromen in de vorm van samengestelde producten. Wel wordt duidelijk dat een groot deel van de hernieuwbare grondstoffen voor de industrie niet uit eigen land komt, maar wordt verkregen door import.



Figuur 7: Schatting van koolstofstromen door de Nederlandse economie in Mton C/jaar

6 DISCUSSIE VAN DE RESULTATEN IN HOOFDSTUK 3, 4 EN 5

Fossiele C-balans en toepassing van fossiel koolstof

De fossiele C-balans is in kaart gebracht op basis van de balans over energiedragers en de gerapporteerde fossiele CO₂ uitstoot. Omdat plastics en rubbers niet worden gezien als energiedragers en ook geen directe CO₂ uitstoot tot gevolg hebben, kan op basis van de fossiele energiebalans en de data uit MONIT niet worden gezien waar deze producten worden toegepast. In totaal eindigt 12 Mton koolstof in producten; dit is 20% van het totale fossiele koolstofverbruik in Nederland. Een klein deel van de plastics en rubbers wordt teruggevonden in de verbranding van huisvuil (0.6 Mton koolstof). Voor een aantal plastics is het exportvolume bekend. Dit is 4.7 Mton koolstof. Het is niet aannemelijk dat de (onbekende) exportvolumes van overige plastics groot genoeg is om de overige (12-4.7-0.6=) 6.7 Mton koolstof te verklaren. De onverklaarde 6.7 Mton koolstof kan ophopen in de Nederlandse samenleving (PVC buizen) of worden geëxporteerd in de vorm van samengestelde goederen (bijvoorbeeld autobumpers). Gezien de belangrijke rol die Nederland heeft in de toelevering van plastics aan de rest van Europa, is het waarschijnlijk dat de export van samengestelde goederen het grootste deel verklaart.

Bio C-balans en toepassing van hernieuwbaar koolstof (bio C)

De bio C balans is in kaart gebracht op basis van de Material Flow Accounts voor import en export, de oogstraming en een aantal schattingen voor de binnenlandse productie en diverse CBS statistieken en schattingen voor het eindverbruik. Ondanks de aanzienlijke onzekerheid in een aantal schattingen lijkt de balans redelijk te kloppen. De niet sluitende balans kan behalve door onzekerheden ook verklaard worden door meer systematische oorzaken: bijvoorbeeld import en export van samengestelde goederen, data uit verschillende jaren, voorraadmutaties.

Uit het onderzoek is ook een schatting voor de totale vastlegging van bio C (fixatie van CO₂) in Nederland gekomen. Een aanzienlijk deel van deze biomassa blijft nu ongebruikt achter in bossen, natuurgebieden, tuinen en parken. Het zou goed zijn om beleid te ontwikkelen om deze biomassa te gaan gebruiken voor de 'biobased economy'. Immers: de toepassing van deze bronnen leidt niet tot directe of indirecte landgebruikverandering in het buitenland met het risico van een sterk verhoogde uitstoot van bodemkoolstof door bijvoorbeeld ontbossing.

Uit economische data kan afgeleid worden in welke industrieën de biomassa toegepast wordt. Het overgrote deel wordt toegepast in de veeteelt en de VS&G industrie. Het betreft hier slechts een indruk omdat de massastromen niet noodzakelijkerwijs evenredig zijn met de economische stromen. Enkele bio C stromen worden niet opgepikt in de Input Output tabellen. Het betreft hier stromen die binnen één bedrijf worden geoogst en verbruikt (gras) en stromen die geen of zeer weinig waarde hebben (mest). Door deze stromen ook mee te nemen in de analyse kon op basis van de economische gegevens een beeld verkregen worden van de bio C stromen door de Nederlandse economie. Het betreft hier een zeer ruw beeld

dat zeker niet geschikt is voor monitoring, maar wel een beeld geeft van de verhoudingen.

Toepassing van hernieuwbaar koolstof in de 'overige industrie'

Omdat de toepassing van hernieuwbaar koolstof voor het overgrote deel plaatsvindt in de V&G industrie, de houtindustrie en voor de elektriciteitsproductie, kan uit de Nederlandse bio C balans geen informatie worden afgeleid over de toepassing in de 'overige industrie' (o.a. de petrochemie en chemie). Hiervoor is het nodig om een deelbalans op te stellen over de betreffende industrie. Probleem hierbij is, dat voor de import en export niet bekend is welk deel naar de industrie gaat. Ook de levering van de landbouw, houtindustrie, en V&G industrie aan de 'overige industrie' is niet bekend. Voor deze stromen zijn wel financiële data bekend. Op basis van deze financiële data is een balans gemaakt als in figuur 7. Hieruit blijkt dat de industrie een zeer groot deel van de hernieuwbare grondstoffen importeert. De getallen in deze figuur geven een indruk van de stromen, maar zijn zeker niet geschikt als monitor.

Een betrouwbare indicator van de toepassing van hernieuwbaar koolstof in de overige industrie kan verkregen worden door monitoring aan de toegangspoort.

Efficiëntie van de toepassing van hernieuwbaar koolstof in de 'overige industrie'

Voor de bepaling van de efficiëntie is het noodzakelijk om niet alleen de toepassing van bio C te kennen, maar ook de hoeveelheid product die daarmee geproduceerd wordt en de hoeveelheid fossiele energie die nodig is in het proces.

De monitoring van hernieuwbare producten op basis van CBS data is erg lastig. Meestal is er maar één producent in NL en dan zijn de data geheim. Er is nog een probleem: veel biologische componenten eindigen in samengestelde producten zoals verven. Omdat niet bekend is hoe groot de hernieuwbare fractie van deze producten is, kan de toepassing van hernieuwbaar koolstof in deze producten niet worden gemonitord op basis van de CBS statistieken.

Er wordt op dit moment hard gewerkt aan de productie van diverse chemicaliën uit hernieuwbare grondstoffen die nu nog uit fossiele grondstoffen worden gemaakt. Denk hierbij aan caprolactam, 1,3-propaandiol en biopolyeethyleen. Van deze stoffen is dus over een paar jaar niet meer duidelijk of ze gemaakt zijn uit hernieuwbare of fossiele grondstoffen.

Er is een beperkt aantal producten waarvan het wel direct duidelijk is dat ze geproduceerd zijn uit hernieuwbare bronnen. Dat zijn de biobrandstoffen, die ook apart als zodanig in de CBS statistieken zijn opgenomen.

Het is dus nu al moeilijk om vast te stellen wat er in de industrie met de 'biobased' producten gebeurt. Worden de 'biobased' grondstoffen verwerkt tot producten of simpelweg verbrand voor de productie van warmte en of elektriciteit? Dit zal in de toekomst (met meer 'biobased' producten die fysisch niet te onderscheiden zijn van de huidige petrochemische producten) nog veel moeilijker worden.

De enige manier om de efficiëntie te volgen is door het instellen (naast de eerder genoemde monitor aan de toegangspoort) van een monitor aan de uitgangspoort. Dit kan waarschijnlijk gerealiseerd worden op vrijwillige basis omdat veel (petro),

chemische bedrijven graag willen communiceren aan de klant dat ze hard werken aan een hernieuwbare samenleving: ze kunnen trots zijn op wat ze bereikt hebben, en hoeven er dus zeker geen geheim van te maken. Voor een goede indruk van de efficiëntie zou echter ook het verbruik van fossiele grondstoffen in het proces moeten worden gevolgd. Dit is zeer waarschijnlijk informatie waar de industrie minder trots op is en die zij ook vanuit concurrentieoverwegingen niet snel zal afgeven.

Samengestelde producten

De bio C-balans over de Nederlandse economie kan opgesteld worden door alle stromen die de rechthoek ingaan en alle stromen die de rechthoek weer uitkomen in kaart te brengen. Voor de fotosynthese en de commodities zal dit niet tot grote problemen leiden. De samengestelde producten vormen echter wel een probleem. Allereerst zijn er zeer veel verschillende producten, maar tevens is de samenstelling van deze producten slecht bekend.

Ook zonder de samengestelde stromen volledig in kaart te brengen kan toch een goed beeld verkregen worden van de 'biobased economy'. De industrie gebruikt namelijk relatief zeer weinig samengestelde producten als grondstof. In een economie wordt ook meestal waarde toegevoegd door uit simpele grondstoffen meer ingewikkelde (samengestelde) producten te produceren. Een groot deel van de samengestelde producten die in de industrie gebruikt worden, zijn ook geen onderdeel van de hoofdactiviteit van de betreffende industrie (eiersalade geserveerd in de kantine). Dit gebruik van samengestelde producten zou ook gezien kunnen worden als consumptie.

7 MOGELIJKE INDICATOREN VOOR DE 'BIOBASED ECONOMY'

Dit onderzoek is uitgevoerd om indicatoren voor de 'biobased economy' op te stellen. De biobased economy zou moeten leiden tot vervanging van fossiele grondstoffen. Daarom is op basis van de fossiele koolstofbalans een indicator van de toepassing van fossiel koolstof opgesteld als referentie (paragraaf 7.1). Op basis van de hernieuwbare koolstofbalans kunnen indicatoren voor de toepassing, de benutting van de potentie en de zelfvoorzienendheid worden geformuleerd (paragraaf 7.2). Door een combinatie van gegevens uit de fossiele en de hernieuwbare koolstofbalans kan een eventuele verschuiving worden waargenomen (paragraaf 7.3). Op basis van economische data kunnen indicatoren worden opgesteld voor de 'biobased economy' (paragraaf 7.4): fossiele koolstof intensiteit, hernieuwbare koolstof intensiteit. Ook kan worden ingezoomd op de sectoren van de economie waar vervanging van fossiele grondstoffen te verwachten is.

7.1 Indicatoren op basis van de fossiele koolstofbalans

7.1.1 De netto toepassing van fossiele grondstoffen

Naam, berekening en eenheid

Uit de fossiele koolstofbalans kan de **netto toepassing van fossiele koolstof** in de Nederlandse samenleving worden berekend als:

Netto toepassing van fossiele koolstof = Winning + Import – Export.

De eenheid van deze indicator is Mton C per jaar. Eventueel kan deze indicator ook worden uitgedrukt in PJ per jaar, in Mton organische stof per jaar of Mton droge stof per jaar.

Benodigde data

Alle benodigde data kunnen worden afgeleid uit de Nederlandse balans van fossiele energiedragers en de gegevens in MONIT die jaarlijks beschikbaar komen volgens de methode beschreven in hoofdstuk 3.

Resultaat

In 2006 werd 176 Mton C geïmporteerd, 155 Mton C geëxporteerd en 38 Mton C gewonnen. Er werd ook nog zeker 4.7 Mton C geëxporteerd in de vorm van kunststoffen. Hieruit is een **netto toepassing van fossiel koolstof** berekend van 53 Mton C. Waarschijnlijk ligt de netto toepassing lager dan 53 Mton C omdat een deel van de export van kunststoffen met de gebruikte systematiek niet goed gevolgd kan worden (samengestelde goederen).

Betrouwbaarheid en beschikbaarheid

De betrouwbaarheid van de data is over het algemeen goed. De data worden al langere tijd verzameld en zullen ook in de toekomst verzameld blijven worden (o.a. voor de rapportage naar de EU). De data kunnen worden omgerekend naar fossiel koolstof volgens de methode beschreven in hoofdstuk 3. Over de export van kunststoffen moet meer duidelijkheid komen.

Betekenis

De **netto toepassing van fossiele koolstof** geeft aan hoe 'fossil based' de Nederlandse economie is.

Valkuilen

Een afname van de toepassing van fossiel koolstof zegt niet direct iets over een toename van de 'biobased economy'. Een afname kan bijvoorbeeld ook veroorzaakt worden door economische krimp, toename van openbaar vervoer, verbeterde efficiëntie (zuinigere auto's), energiebesparing (isolatie van woningen), toename van andere hernieuwbare energiebronnen (wind, water, nucleair), import van elektriciteit. Deze indicator moet dus altijd gecombineerd worden met andere (meer directe) indicatoren.

7.2 Indicatoren op basis van de hernieuwbare koolstofbalans

7.2.1 De netto toepassing van hernieuwbare grondstoffen

Naam, berekening en eenheid

Uit de hernieuwbare koolstofbalans kan de **netto toepassing van hernieuwbaar koolstof** van de Nederlandse samenleving worden berekend als:

Netto toepassing van hernieuwbaar koolstof = Oogst + Import – Export.

De eenheid van deze indicator is Mton C per jaar. Eventueel kan deze indicator ook worden uitgedrukt in PJ per jaar, in Mton organische stof per jaar of Mton droge stof per jaar.

Benodigde data

Alle benodigde data kunnen uit CBS statistieken worden afgeleid volgens de methode beschreven in hoofdstuk 4.

Resultaat

In 2006 werd 20 Mton C geïmporteerd, 14 Mton C geëxporteerd en 9.34 Mton C geoogst. De **netto toepassing van hiernieuwbaar koolstof** was dus 15.3 Mton C.

Betrouwbaarheid en beschikbaarheid

De betrouwbaarheid van de onderliggende data is goed. De data worden al langere tijd verzameld en zullen ook in de toekomst verzameld blijven worden. De omrekeningsfactoren om te komen tot droge stof, organische stof, C en PJ zijn nog

niet voor alle stromen vastgesteld. Ook in de toekomst is niet te verwachten dat alle omrekeningsfactoren goed bekend zullen zijn vanwege de problematiek van de samengestelde goederen (zie paragraaf 4.2.2.2). Hierdoor is de betrouwbaarheid van deze indicator redelijk te noemen.

De Oogst omvat enkel de economisch geogste biomassa (= biomassa waarvoor betaald wordt, een uitzondering hierop is gemaakt voor gras). Er wordt echter op aanzienlijke schaal brandhout uit het bos gehaald buiten de meetbare economie om. Dit hout wordt met name verstoekt in particuliere haarden en kachels. Deze stroom wordt in de Oogst niet meegenomen.

Betekenis

Het getal geeft aan hoe 'biobased' de Nederlandse economie is. Hierbij moet opgemerkt worden dat het enkel gaat om de economische toepassing van biomassa.

Valkuilen

Deze indicator omvat uitdrukkelijk ook de voedsel en veevoederketen. De grondstoffen voor deze keten zijn altijd al 'biobased' geweest en hier valt geen verschuiving van fossiele grondstoffen naar hernieuwbare grondstoffen te verwachten. Daarmee is deze parameter dus relatief ongevoelig voor veranderingen in sectoren waar men graag veranderingen zou willen zien (transportsector, elektriciteitssector, chemie). Daarom zou het interessant zijn om de netto toepassing van hernieuwbaar koolstof in de overige industrie te bepalen.

Netto toepassing van hernieuwbaar koolstof in de overige industrie en de chemie

De netto toepassing van hernieuwbaar koolstof in de overige industrie is in paragraaf 5.2 geschat op 5.7 Mton koolstof per jaar. Het is bekend dat hiervan 1.39 Mton per jaar wordt gebruikt voor energievoorziening en 0.04 Mton per jaar voor productie van biotransportbrandstoffen. De netto toepassing van hernieuwbaar koolstof chemie kan dus geschat worden op 4.3 Mton koolstof per jaar. Dit is een zeer grove schatting en deze indicator is daarom niet bruikbaar voor jaarlijkse monitoring. Een nauwkeurige schatting kan het best verkregen worden door monitoring aan de toegangspoort (zie hoofdstuk 6 en paragraaf 7.4.3).

7.2.2 Benutting van de Nederlandse vastlegging

Naam, berekening en eenheid

De **benutting van de Nederlandse vastlegging** kan uit de hernieuwbare koolstofbalans berekend worden volgens:

Benutting van de Nederlandse vastlegging = Oogst/Vastlegging.

De eenheid van deze indicator is Mton C per Mton C. Alternatieve eenheden zijn: Mton organische stof per Mton organische stof, Mton droge stof per Mton droge stof of PJ per PJ. Overigens is het resulterende getal in alle gevallen nagenoeg hetzelfde.

Benodigde data

Alle benodigde data kunnen uit CBS statistieken worden afgeleid volgens de methode beschreven in hoofdstuk 4.

Resultaat

De **benutting van de Nederlandse vastlegging** was in 2006 gelijk aan $(9.36/12.5) = 75\%$.

Betrouwbaarheid en beschikbaarheid

De betrouwbaarheid en beschikbaarheid van data over de oogst is reeds besproken in paragraaf 7.2.1. De betrouwbaarheid en beschikbaarheid van data over de vastlegging is voor de bijproducten gebaseerd op modellen en ruwe schattingen. Hierdoor is dit deel van de vastlegging niet nauwkeurig bekend. Door onderzoek kan de nauwkeurigheid verder verbeterd worden. Er is dan kans dat de indicator door de nieuwe inzichten een springerig verloop krijgt (trendbreuk). De betrouwbaarheid van de indicator is hierdoor onvoldoende voor jaarlijkse publicatie. Dit neemt niet weg dat deze indicator zeer interessant kan zijn voor evaluatie van eventueel beleid dat stuurt op een betere benutting van de binnenlandse vastlegging.

Betekenis

Deze indicator geeft weer in hoeverre we erin slagen om de koolstof die in Nederland door planten wordt vastgelegd te benutten in de economie.

Valkuilen

Er wordt op aanzienlijke schaal brandhout uit het bos gehaald buiten de meetbare economie om. Dit hout wordt met name verstoekt in particuliere haarden en kachels. Deze stroom wordt in de oogst hernieuwbaar koolstof niet goed meegenomen. Hierdoor wordt de benutting onderschat. Door beleid gericht op vergroting van de benutting van de Nederlandse potentie zou deze niet economische toepassing kleiner kunnen worden als gevolg van concurrentie met in het kader van dit nieuwe beleid gesubsidieerde toepassingen. Afhankelijk van het gekozen beleid zou een eventuele subsidie ook kunnen leiden tot het zichtbaar worden van deze stroom zonder dat er daadwerkelijk een betere benutting optreedt. Ditzelfde geldt ook voor de toepassing van sommige bijproducten uit de landbouw (stro).

7.2.3 Zelfvoorzienendheid Bio C*Naam, berekening en eenheid*

Uit de hernieuwbare koolstofbalans kan ook een indicator voor de **zelfvoorzienendheid Bio C** gegenereerd worden. Deze kan berekend worden volgens:

$$\text{Zelfvoorzienendheid Bio C} = \text{Oogst} / (\text{Oogst} + \text{Import} - \text{Export}).$$

De eenheid van deze indicator is Mton C per Mton C. Alternatieve eenheden zijn: Mton organische stof per Mton organische stof, Mton droge stof per Mton droge stof of PJ per PJ. Overigens is het resulterende getal in alle gevallen nagenoeg hetzelfde.

Benodigde data

Alle benodigde data kunnen uit CBS statistieken worden afgeleid volgens de methode beschreven in hoofdstuk 4.

Resultaat

De **zelfvoorzienendheid** bio C was in 2006 gelijk aan $(9.36/(9.36 + 20 - 14)) = 61\%$. Door toepassing van nu nog onbenutte biomassagroei en vermindering van de import zou dit toe kunnen nemen tot $(12.5/(12.5 + (20 - (12.5 - 9.36)) - 14)) = 81\%$.

Betrouwbaarheid en beschikbaarheid

De betrouwbaarheid en beschikbaarheid van data over de oogst, import en export is redelijk (zie paragraaf 7.2.1).

Betekenis

Dit getal geeft aan in hoeverre we zelf voorzien in onze behoefte. Door extra import van hernieuwbaar koolstof uit het buitenland kan in het buitenland veel CO₂ vrijkomen als gevolg van landgebruikverandering. Bij sturen op bijvoorbeeld de maximalisatie van toepassing van hernieuwbaar koolstof in de Nederlandse economie is dit een reëel gevaar.

Valkuilen

Door de niet economische oogst van biomassa (zie paragraaf 7.2.1) zal de zelfvoorzienendheid onderschat worden. Subsidie maatregelen om de zelfvoorzienendheid te vergroten zouden kunnen leiden tot het 'bovengronds komen' van deze stromen zonder dat de zelfvoorzienendheid daadwerkelijk toeneemt.

7.3 Indicatoren op basis van zowel fossiele als hernieuwbare koolstofbalans

7.3.1 NL Grondstoffenmix

Naam, berekening en eenheid

Door een combinatie van gegevens uit de fossiele koolstof balans en de hernieuwbare koolstofbalans kan een eventuele verschuiving worden waargenomen. Zo kan een indruk gekregen worden van de **NL grondstoffenmix** volgens:

NL Grondstoffenmix = Netto hernieuwbaar koolstof verbruik / (netto hernieuwbaar koolstof verbruik + netto fossiel koolstof verbruik).

De eenheid van deze indicator is ton C per ton C. Alternatieve eenheden zijn: Mton organische stof per Mton organische stof, Mton droge stof per Mton droge stof of PJ per PJ. Omdat de verhouding tussen droge stof, organische stof, koolstof en energie in fossiele grondstoffen sterk afwijkt van de verhouding in hernieuwbare grondstoffen, zal de indicator voor elke eenheid verschillend zijn.

Benodigde data

Alle benodigde data kunnen uit CBS statistieken worden afgeleid volgens de methode beschreven in hoofdstukken 3 en 4.

Resultaat

De NL grondstoffenmix was voor $(15.3/(15.3+53))= 22\%$ biobased.

Betrouwbaarheid en beschikbaarheid

Deze indicator is samengesteld uit twee indicatoren (De netto toepassing van fossiele grondstoffen en De netto toepassing van hernieuwba). Voor de betrouwbaarheid en beschikbaarheid van data voor de grondstoffenmix wordt daarom verwezen naar de desbetreffende paragrafen (7.1.1 en 7.2.1).

Valkuilen

Nadeel van deze indicator is dat de meeste hernieuwbare koolstof wordt toegepast voor productie van voedsel en veevoer, en dat bij het groeien van deze sector geen vervanging plaatsvindt van fossiele grondstoffen. De grondstoffenmix zal dus slechts zeer langzaam veranderen en zal ook beïnvloedt worden door ontwikkelingen in de landbouw, veeteelt en voedingsindustrie die niet direct met de biobased economy te maken hebben (bijvoorbeeld afname van veeteelt in eigen land).

Relatie met doelstelling Platform Groene Grondstoffen

De doelstelling van het platform groene grondstoffen kan vertaald worden naar de indicator grondstoffenmix. Als 30% van de fossiele koolstof vervangen wordt door een even grote hoeveelheid hernieuwbaar koolstof, dan neemt de indicator voor de NL grondstoffenmix toe tot $((15.3+17.4)/(15.3+53-17.4))= 64\%$ biobased. Hierbij moet worden opgemerkt dat meestal meer hernieuwbaar koolstof nodig is voor de vervanging van fossiel koolstof omdat de energie-inhoud van hernieuwbare grondstoffen meestal veel kleiner is dan de energie-inhoud van fossiele grondstoffen.

Het Platform Groene Grondstoffen voorziet echter dat de doelstelling niet alleen door vervanging, maar ook door besparing bereikt zal worden. Als het doel wordt bereikt door enkel besparing zal de indicator NL grondstoffenmix toenemen tot $(15.3/(15.3+53-17.4))= 30\%$ biobased.

Een combinatie van beide strategieën zal leiden tot tussenliggende percentages voor de biobased NL grondstoffenmix. De vervanging van fossiele grondstoffen kan met deze indicator redelijk goed gevolgd worden, voor besparing van fossiele grondstoffen is de indicator relatief ongevoelig.

7.4 Indicatoren op basis van economische data

7.4.1 Fossiele koolstof intensiteit van de economie

Naam, berekening en eenheid

Er bestaat al een kengetal dat aangeeft hoe efficiënt een land omgaat met fossiele energie: de **energie intensiteit** (= netto fossiel energieverbruik/BNP). Met het

huidige rapport kan ook de **fossiele koolstofintensiteit** van de economie worden bepaald volgens:

Fossiele koolstofintensiteit = netto toepassing van fossiel koolstof/BNP

De eenheid van deze monitor is ton C per Euro.

Benodigde data

De netto toepassing van fossiel koolstof kan worden berekend als weergegeven in hoofdstuk 3. Het BNP wordt jaarlijks door CBS vastgesteld.

Resultaat

Het BNP in 2006 was 528 G€. De fossiele koolstofintensiteit was dus $(53/528=)$ 0.10 ton fossiel koolstof per Euro.

Betrouwbaarheid en beschikbaarheid

Deze indicator is gebaseerd op de Netto toepassing van fossiel koolstof en het BNP. Het BNP wordt jaarlijks door CBS vastgesteld en is een betrouwbare maat voor de stand van de economie. Voor de betrouwbaarheid en beschikbaarheid de netto toepassing van fossiel koolstof wordt verwezen naar paragraaf 7.1.1.

Valkuilen

Een daling van de fossiele koolstofintensiteit betekent niet automatisch een toename van de 'biobased economy' (zie paragraaf 7.1.1).

7.4.2. Hernieuwbare koolstof intensiteit

Naam, berekening en eenheid

Analoog aan de fossiele koolstof intensiteit kan ook een hernieuwbare koolstof intensiteit worden berekend:

Hernieuwbare koolstof intensiteit = Netto toepassing van hernieuwbaar koolstof/BNP.

De eenheid van de indicator is ton C per Euro.

Benodigde data

De netto toepassing van hernieuwbaar koolstof kan worden berekend als weergegeven in hoofdstuk 4. Het BNP wordt jaarlijks door CBS vastgesteld.

Resultaat

Het BNP in 2006 was 528 G€. De **hernieuwbare koolstof intensiteit** was $(15.3/528=)$ 0.029 ton hernieuwbaar koolstof per Euro.

Betrouwbaarheid en beschikbaarheid

Deze indicator is gebaseerd op de Netto toepassing van hernieuwbaar koolstof en

het BNP. Het BNP wordt jaarlijks door CBS vastgesteld en is een betrouwbare maat voor de stand van de economie. Voor de betrouwbaarheid en beschikbaarheid van de netto toepassing van hernieuwbaar koolstof wordt verwezen naar paragraaf 7.2.1.

Valkuilen

Een toename van de hernieuwbare koolstofintensiteit kan in principe ook veroorzaakt worden door een grootschalige verspilling van hernieuwbare grondstoffen. In dat geval zal de fossiele koolstofintensiteit niet afnemen en misschien zelfs wel toenemen.

7.4.3 Indicatoren voor toepassing van hernieuwbare grondstoffen in de 'overige economie'

Omdat een zeer groot deel van de hernieuwbare grondstoffen wordt toegepast in de veeteelt en de voedingsmiddelenindustrie, zal een toename van het gebruik van hernieuwbare grondstoffen in andere sectoren niet zo snel opvallen (zie indicator Netto toepassing hernieuwbaar koolstof in paragraaf 7.2.1).

Op basis van economische data kan een schatting gemaakt worden van de **netto toepassing van hernieuwbaar koolstof in de 'overige industrie'** (=NL economie – veeteelt – voedingsmiddelenindustrie – consumenten – diensten):

Netto toepassing van hernieuwbaar koolstof in de overige industrie = Import overige industrie + Levering uit andere sectoren aan de overige industrie

In paragraaf 5.2 is geschat dat de totale toepassing van hernieuwbaar koolstof in de 'overige industrie' ongeveer gelijk is aan 5.7 Mton koolstof (Figuur 7). De betrouwbaarheid van dit getal is zeer gering. Een indruk van de onzekerheid kan verkregen worden door een nadere analyse. De 'overige industrie' kocht in totaal voor 3.1 miljard euro aan biobased grondstoffen (Tabel 24). De prijs van deze grondstoffen kan grof geschat worden op 200 tot 1000 € per ton. Dit komt overeen met 400 tot 2000 € per ton koolstof. Het verbruik van hernieuwbaar koolstof in de 'overige industrie' lag in 2006 dus tussen de 1.5 tot 7.8 Mton. Ongeveer de helft van de besteding van 3.1 miljard kwam uit de hout-, papier- en pulpindustrie.

Uit hoofdstuk 3 blijkt dat 24.1 Mton fossiel koolstof werd gebruikt in raffinaderijen en de industrie. Door de beide gegevens te combineren kan geschat worden dat tussen de 6 en 24% van de koolstof in de 'overige industrie' afkomstig is van hernieuwbare bronnen. Deze indicator geeft enkel een indruk van de verhouding tussen de 'overige industrie' en de totale industrie. Grofweg de helft van deze 6 tot 24 % komt voor rekening van de hout-, papier- en pulpindustrie.

Voor de chemische industrie (die weer een onderdeel is van de 'overige industrie' zouden vergelijkbare indicatoren kunnen worden berekend (**Netto hernieuwbaar koolstof verbruik chemie en Netto fossiel koolstof verbruik chemie**). Voor een daadwerkelijke verschuiving naar een biobased economy is het essentieel dat een verhoging van het hernieuwbaar koolstof verbruik gepaard gaat met een verlaging van het fossiel koolstof verbruik.

De chemische sector zou dit kunnen bereiken door fossiele processen uit te besteden in het buitenland en zelf alleen maar hoogwaardige 'biobased' producten (vitamines, medicijnen) te produceren. De laagwaardige (fossiele koolstof gebaseerde) producten worden dan meer en meer ingevoerd. De vraag is natuurlijk of de wereld als geheel daar nu veel duurzamer van wordt.

Voor een monitoring van de toepassing van hernieuwbaar koolstof in de 'overige industrie' zal aan de toegangspoort gemonitord moeten worden hoeveel biobased grondstoffen er toegepast worden.

7.4.4 Efficiëntie van de toepassing van hernieuwbaar koolstof

De efficiëntie van de toepassing van hernieuwbaar koolstof zou nog aanmerkelijk kunnen verbeteren. Alleen al in de veeteelt wordt 7 Mton koolstof verademd en 3 Mton mest geproduceerd (dit is 65% van het netto gebruik van hernieuwbaar koolstof in Nederland!). Helaas kan de productie van de V&G industrie niet goed worden gemeten omdat het hier veelal om samengestelde producten gaat. Hierdoor is het niet goed mogelijk om de efficiëntie van de toepassing te berekenen.

8 CONCLUSIES

Puntsgewijze samenvatting

- In dit rapport zijn methodieken ontwikkeld die de fossiele en hernieuwbare koolstofbalansen in beeld brengen.
- Op basis van reeds bekende data kon een fossiele koolstofbalans worden opgesteld. Hieruit blijkt dat de **netto toepassing van fossiel koolstof** gelijk is aan 53 Mton C. Dit getal wordt waarschijnlijk lager als meer bekend wordt over de export van kunststoffen.
- Voor 6.7 Mton fossiel koolstof is niet duidelijk waar het wordt toegepast. Het betreft hier plastics en rubbers die niet worden uitgevoerd en die ook niet in de Nederlandse afvalverbranding terecht zijn gekomen. Deze plastics zouden het land kunnen verlaten in de vorm van 'samengestelde goederen'.
- Op basis van de Material Flow Accounts en omrekeningsfactoren konden de import en export van hernieuwbaar koolstof worden vastgesteld. De import is gelijk aan 20 Mton C en de export is gelijk aan 14 Mton C.
- Op basis van CBS data, Probos data, omrekeningscoëfficiënten van AFSG en schattingen van de bijproducten is de **vastlegging van hernieuwbaar koolstof** vastgesteld. De vastlegging bedroeg 11 Mton C. Hiervan werd 3 Mton niet benut in de economie.
- De **netto toepassing van hernieuwbaar koolstof** is dus $(20-14+11-3)= 15$ Mton C.
- Het verbruik van hernieuwbaar koolstof is op basis van diverse statistieken en enkele ruwe schattingen geschat en sluit goed aan bij de eerder berekende netto toepassing van hernieuwbaar koolstof. De hernieuwbare koolstofbalans is daarmee goed kloppend.
- De **zelfvoorzienendheid hernieuwbaar koolstof** was gelijk aan 61%.
- De **benutting van de Nederlandse vastlegging** was gelijk aan 75%.
- De **NL grondstoffenmix** was voor 22% van biologische oorsprong (%C/C).
- Dit percentage zou (bij het behalen van de doelstelling van het Platform Groene Grondstoffen) kunnen toenemen tot 30% (door besparing op fossiele grondstoffen) of 64% (door vervanging van fossiele grondstoffen door hernieuwbare grondstoffen).
- De meeste hernieuwbare koolstof wordt toegepast voor de productie van voedsel.
- De toepassing van hernieuwbaar koolstof in de chemische industrie is relatief klein en kan met de huidige methodiek (gebaseerd op CBS data) niet worden gemeten.

Fossiele C balans en toepassing van fossiel koolstof

Het is mogelijk een fossiele C balans op te stellen op basis van de balans van fossiele energiedragers en de gegevens in MONIT. In 2006 werd 176 Mton C geïmporteerd, 155 Mton C geëxporteerd en 38 Mton C gewonnen. Verder is nog eens 4.7 Mton C geëxporteerd in de vorm van kunststoffen. Hieruit is een **netto toepassing van fossiel koolstof** berekend van 53 Mton C.

Aan de output kant is de fossiele koolstofbalans nog niet helemaal op orde. Het grootste deel is verbrand voor productie van elektriciteit, warmte en transport.

Ongeveer 12 Mton C is omgezet in producten (plastics en rubbers). Het is niet volledig duidelijk waar deze producten blijven. Voor een aantal grote plastic stromen is de export bekend. Deze komt overeen met 4.6 Mton koolstof. Omdat de plastics slechts voor een zeer klein deel (0.6 Mton koolstof) in de Nederlandse afvalverbranding terechtkomen, is het duidelijk dat het grootste deel van de overgebleven ($12 - 4.6 - 0.6 = 6.7$ Mton koolstof) niet in Nederland wordt verbruikt. De plastics zouden zich kunnen ophopen in Nederland (denk aan plastic buizen maar ook plastic zwerfafval). Een derde weg waarlangs plastics de Nederlandse economie kunnen verlaten is met de samengestelde goederen (auto bumpers). Omdat het hier zeer veel verschillende producten met steeds andere samenstellingen betreft, is het onmogelijk om deze stromen te volgen. Het is waarschijnlijk dat de uitvoer van plastics in samengestelde producten groter is dan de hoeveelheid die zich ophoopt in de economie. Om hierover definitief uitsluitsel te geven is meer onderzoek noodzakelijk.

Bio C balans en toepassing van hernieuwbaar koolstof

De import en export van bio C konden worden geschat aan de hand van de Material Flow Accounts van CBS en omrekeningscoëfficiënten van AFSG. Enkele stromen zijn zogenaamde samengestelde stromen waarvoor geen omrekeningscoëfficiënten bepaald konden worden. Deze zijn daarom niet meegenomen in de berekeningen. Omdat de dekking boven de 90% ligt, kan deze methode toch dienen als monitor voor de 'biobased economy'. In 2006 werd 20 Mton hernieuwbaar koolstof geïmporteerd en 14 Mton geëxporteerd.

De vastlegging van bio C is in kaart gebracht middels ruwe schattingen en data van CBS en Probos en omrekeningscoëfficiënten van AFSG. De gegevens over de oogst van biomassa in de landbouw en uit het bos is van een zodanige kwaliteit dat deze informatie gebruikt kan worden in een monitor. Verbetering is nog mogelijk door voor nog meer gewassen coëfficiënten te genereren. De gegevens over de vastlegging van bio C in bijproducten van bosbouw en landbouw en de bijgroei in gebieden buiten de landbouw en bosbouw zijn minder nauwkeurig en niet geschikt voor een jaarlijkse monitor.

In de landbouw werd 9 Mton koolstof vastgelegd in producten en nog eens 1.9 Mton in bijproducten. In de bosbouw werd 0.34 Mton C aan rondhout geoogst en bleef 0.36 Mton C als tophout en takken achter in het bos. Op het overige oppervlak werd nog eens 0.9 Mton koolstof vastgelegd.

De **netto toepassing van hernieuwbaar koolstof** in 2006 was dus ($20 + 9 + 0.34 - 14 = 15.3$ Mton).

Het verbruik van Bio C in Nederland kon worden uitgerekend op basis van statistieken (bio(transport) brandstoffen, afvalverbranding, mest, GFT, RWZI) en ruwe schattingen (veeteelt, verademing door de mens). Het aldus berekende verbruik was gelijk aan 14.7 Mton. Het verschil met de eerder genoemde 15.3 Mton is relatief klein. Dit verschil kan ontstaan door het verwaarlozen van voorraadmutaties, door verliezen, door de export van samengestelde goederen en door andere oorzaken.

We kunnen concluderen dat de hernieuwbare koolstofbalans lijkt te kloppen.

De toepassing van bio C bij de verschillende afnemers kon zeer grof in kaart gebracht worden aan de hand van economische data. Hieruit blijkt dat het overgrote

deel wordt toegepast in de V&G industrie, de veeteelt en in de bosbouw.

De toepassing in de 'overige industrie' is zeer klein.

Op dit moment blijft jaarlijks naar schatting 3.17 Mton koolstof **niet benut** voor productie van voedsel, veevoer, materialen of chemicaliën. Een aanzienlijk deel hiervan draagt wel bij aan het op pijl houden van de bodemkoolstof in de landbouw (1.9 Mton).

Indicatoren op basis van zowel de fossiele als de hernieuwbare koolstofbalansen

De **zelfvoorzienendheid hernieuwbaar koolstof** was in 2006 gelijk aan $(9.36 / (9.36 + 20 - 14)) = 61\%$. Door toepassing van nu nog onbenutte biomassagroei zou dit toe kunnen nemen tot $(12.5 / (12.5 + (20 - (12.5 - 9.36)) - 14)) = 81\%$.

De **benutting van de Nederlandse vastlegging** om in eigen land geproduceerde biomassa te gebruiken was in 2006 gelijk aan $(9.36 / 12.5) = 75\%$.

De **NL grondstoffenmix** was voor $(15.3 / (15.3 + 58)) = 22\%$ van biologische oorsprong.

De 'overige industrie' is ruwweg tussen de 6 en 24% biobased.

Biobased economy

Het BNP in 2006 was 528 G€. Het **fossiel koolstofverbruik/BNP** was dus $(58 / 528) = 0.10$ ton fossiel koolstof per €. Het **hernieuwbaar koolstofverbruik/BNP** was $(15.3 / 528) = 0.029$ ton hernieuwbaar koolstof/€.

Problemen

Producten die nu nog fossiel zijn, maar die ook uit hernieuwbare grondstoffen gemaakt kunnen worden, worden niet apart van een label voorzien in de CBS statistieken. Dit is nu al een probleem voor bijvoorbeeld ethanol, maar kan ook een probleem worden voor (poly)ethyleen, caprolactam, 1,3 propaandiol. Dit probleem zal ook steeds groter worden bij het bepalen van de import en export van bio C.

9 AANBEVELINGEN

Voor monitoring van toepassing van fossiel C in Nederland

Om de toepassing van fossiel C goed te kunnen meten moet een beter inzicht worden verkregen in de export van plastics.

Voor monitoring van toepassing van Bio C in Nederland

Bijna alle statistische data die ten grondslag liggen aan dit rapport zijn gegeven in tonnen 'As is'. Er moet dus steeds een droge stofgehalte geschat worden om te komen tot tonnen droge stof. Deze schatting leidt soms tot een aanzienlijke onzekerheid (vooral bij natte stromen). Het zou beter zijn om bij het verzamelen van de statistische data direct te vragen naar de droge stofstromen of droge stofgehalten. Soms zijn grondstoffen en producten van biologische afkomst niet te onderscheiden van de fossiele alternatieven. Dit geldt nu al voor bioethanol en de biofractie van ethyl-tert-butylether. In de toekomst zal dit voor meer stoffen gaan gelden: biopolyethyleen, biocaprolactam, bio-1,3 propaandiol. Deze stoffen moeten bij import, export en verbruik van een label 'biobased' worden voorzien en er moeten aparte MFA's komen voor producten op basis van hernieuwbare koolstof en producten op basis van fossiele koolstof.

Voor toepassing van Bio C in de 'overige industrie'

De toepassing van Bio C in de 'overige industrie' kan niet gemonitord worden middels een balans over de Nederlandse economie omdat deze stroom (nog) relatief zeer klein is. Om de toepassing van bio C in de 'overige industrie' te volgen moet er een monitoring van de hoeveelheid hernieuwbare grondstoffen aan de toegangspoort komen. Dit zou gerealiseerd kunnen worden op basis van de PIOT (Physical Input Output Tables). Voorwaarde is dat deze tabellen jaarlijks beschikbaar komen, en niet vertrouwelijk zijn. Het zou veel werk besparen als de PIOT's worden uitgedrukt in tonnen droge stof (en niet in tonnen 'as is').

Voor efficiëntie van toepassing van bio C in de 'overige industrie'

Voor de monitoring van de efficiëntie van toepassing van bio C in de 'overige industrie' is behalve de monitoring aan de ingangspoort ook een monitoring aan de uitgangspoort noodzakelijk. Tevens is het noodzakelijk om het verbruik van elektriciteit en fossiele grondstoffen in de industrie te meten. Al deze gegevens zijn noodzakelijk omdat de toepassing van bio C in relatie zou moeten staan tot een afname van de toepassing van fossiele koolstof. Ook is het niet de bedoeling dat het energieverbruik sterk toeneemt als gevolg van de toepassing van hernieuwbaar koolstof. Deze monitoring zou gerealiseerd kunnen worden op basis van de PIOT (Physical Input Output Tables). Voorwaarde is dat deze tabellen jaarlijks beschikbaar komen, en niet vertrouwelijk zijn. Het zou veel werk besparen als de PIOT's worden uitgedrukt in tonnen droge stof (en niet in tonnen 'as is').

LITERATUUR

Baier U., Baum S., *Biogene Guterflusse der Schweiz 2006*

Boons - Prins E.R., Meer van der H.G., Sanders J., Tamminga S., Vugt F. en Wilt de J.G., *Drastische verbetering van de nutriëntenbenutting in de dierlijke productie*, NRLO - rapport (nr. 94/3), 1996

Boonekamp P.G.M., *Energy and emission monitoring for policy use. Trend analysis with reconstructed energy balances*, ECN-RX--04-109 juli 2004

Bosselaar L., Gerlagh T., *Protocol monitoring duurzame energie Update 2006*, Senternovem 2DEN0611, 2006

CBS, *Duurzame energie in Nederland 2007*, ISBN 978-90-1599-8, 2008

CBS, *Duurzame energie in Nederland 2008*, ISBN 978-90-357-2048-0, 2009

CBS, *Centraal bureau voor statistiek*, Statline, 2009

Delahaye R., Nootenboom L., *Economy-wide material flow accounts in the Netherlands*, CBS, Projectnummer 206691, 2008

ECN, *approximation of LHV according to Milnem*, <http://www.ecn.nl/phyllis/defs.asp>, 2009

Edwards R.A.H., Suri M., Huld T.A., Dallemand J.F., *GIS-based assessment of cereal straw energy resource in the European Union, Proceedings of the 14th European Biomass Conference and Exhibition*, Paris, 2005

Elbersen, *Personal communication*, 2009

Eurostat 2001, *Economy-wide material flow accounts and derived indicators*, ISBN 92-894-0459-0, 2001

Kennisakker, <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/handleidingen/adviesbasis-voor-de-bemesting-van-akkerbouwgewassen-samenstelling-en-wer>, 2009

Koppejan J., Elbersen W., Meeusen M., Bindraban P., *Beschikbaarheid van Nederlandse biomassa voor elektriciteit en warmte in 2020*, www.senternovem.nl/duurzameenergie/infotheek/publicaties/publicaties_bio-energie/beschikbaarheid_biomassa_in_2020.asp, 2009

Maas C.W.M. van der, Coenen P.W.H.G., Ruysenaars P.G., Vreuls H.H.J., Brandes L.J., Baas K., Berghe G. van den, Born G.J. van den, Guis B., Hoen A., Molder R.

te, Nijdam D.S., Olivier J.G.J., Peek C.J., Schijndel M.W. van, *Greenhouse gas emissions in the Netherlands 1990-2006*, MNP report 500080009, 2008

Maas C.W.M. van der, Coenen P.W.H.G., Zijlema P.J., Brandes L.J., Baas K., Berghe G. van den, Born G.J. van den, Ruysenaars P.G., Guis B., Geilenkirchen G., Molder R. te, Nijdam D.S., Olivier J.G.J., Peek C.J., Schijndel M.W. van, Sluis S.M. van der, *Greenhouse gas emissions in the Netherlands 1990-2007*, PBL report 500080012 / 2009, 2009

Mosterd & van de Weg, www.mostertvdweg.nl/drijfmest, 2009

Peek C.J., *Rioolwaterzuiveringsinrichtingen*, RIVM 773003003, 1993

Phyllis, *ECN Database*, www.phyllis.com, 2009

Platform groene grondstoffen. Duurzame productie en ontwikkeling van biomassa zowel in Nederland als in het buitenland, Creatieve Energie, 2006

Probos, *Kerngegevens Bos en Hout in Nederland*, www.probos.nl/home/pdf/kerngegevens2005.pdf, 2005

Rabou L.P.L.M., Deurwaarder E.P., Elbersen H.W., Scott E.L., *Biomassa in de Nederlandse energiehuishouding*, 2006

Senternovem, *Nederlands afval in cijfers, gegevens 2000-2007*, 3UA0914, 2009

Senternovem, *Afvalverwerking in Nederland, gegevens 2007*, 3UA0819, 2009

Veen T. ter, Huwaë R. en Baas K., *25 Jaar statistiek Zuivering van afvalwater in vogelvlucht*, CBS, 2006

Verkerk G., Broens, J.B., Kranendonk W., Puijl van der W.J., Sikkema J.L., Stam C.W., Binas, 1986

Wikipedia, www.wikipedia.org, 2009

Zwart K., Pronk A., Kater L., *Verwijderen van gewasresten in de open teelten*, PPO nr. 530133, WUR, 2009

APPENDICES

- Appendix 1, MONIT-balans voor energieverbruik en CO₂-emissies
- Appendix 2, Bijdrage van bio-inputs conform Protocol Duurzame Energie
- Appendix 3, Beschrijving bodemgebruik
- Appendix 4, Coëfficiënten CBS goederen met bioC
- Appendix 5, CBS goederen waarvoor geen coëfficiënten zijn bepaald.
- Appendix 6, C-balans RWZI
- Appendix 7, MONIT versus NIR categorieën voor CO₂-emissies

APPENDIX 1

A: STATISTISCHE GEGEVENS CF CBS 2007

A: Statistische gegevens cf CBS 2007											
	Huish.	Indu- strie	L&T	Bouw	Diensten	Trans- port	Eind- verbr.	Raff.	Centrales	Vuil- verbr.	Decentr.
Energetisch verbruik											
- kolen	0,2	4,0	0,0	0,2	0,6	0,0	5,0	0,0	214,8	0,0	0,0
- olieproducten	3,5	6,7	33,6	7,3	9,0	496,8	556,9	30,4	0,3	0,2	0,0
- aardgas	277,7	242,0		8,3	162,9	0,0	819,3	46,1	279,9	1,5	115,5
- ov. gassen	0,0	142,8	0,0		0,0	0,0	142,8	96,3	28,0	0,0	9,9
Fossiele brandstof	281,4	395,5	161,9	15,8	172,5	496,8	1524,0	172,8	522,9	1,7	125,4
- uraan/ferm. gas	0,0	0,8	0,0	0,0	6,1	0,0	6,9	0,0	43,6	0,4	0,0
- winning ov. ed. (VV)	11,1	10,2	0,0	0,0	8,8	0,0	30,0	9,2	13,3	61,4	0,2
- warmte (ex. winn.)	7,5	78,0	8,5	0,0	18,4	0,0	112,4	-8,0	-36,0	-7,5	-55,2
Niet-fossiel	18,6	89,0	8,5	0,0	33,2	0,0	149,3	1,2	20,9	54,3	-55,0
- elektriciteit (incl. n.e.t.)	87,5	132,5	-4,1	3,0	121,0	5,7	345,5	1,4	-243,0	-8,4	-39,9
Totaal	387,5	617,0	166,3	18,8	326,7	502,5	2018,8	175,4	300,8	47,5	30,5
Non-energet. verbruik											
- kolen	0,0	65,9	0,0	4,4	0,0	0,0	70,3	0,0	0,0	0,0	0,0
- olieproducten	0,0	499,0	0,8	14,7	3,7	2,7	520,9	0,0	0,0	0,0	0,0
- aardgas	0,0	89,9	0,0	0,0	0,0	0,0	89,9	0,0	0,0	0,0	0,0
- ov. gassen		0,0					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal	0,0	654,7	0,8	19,1	3,7	2,7	681,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Verbruiks-saldo (+ov.omz.)											
- kolen	0,2	113,1	0,0	4,6	0,6	0,0	118,5	0,0	214,8	0,0	0,0
- olieproducten	3,5	632,0	34,4	22,0	12,7	499,5	1204,1	152,8	0,3	0,2	0,0
- aardgas	277,7	333,9	128,3	8,3	162,9	0,0	911,2	46,1	279,9	1,5	115,5
- ov. gassen	0,0	-26,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-26,0	-5,3	28,0	0,0	9,9
Fossiele brandstof	281,4	1053,0	162,7	34,9	176,2	499,5	2207,8	193,6	522,9	1,7	125,4
- uraan/ferm. gas	0,0	0,8	0,0	0,0	6,1	0,0	6,9	0,0	43,6	0,4	0,0
- winning ov. ed. (VV)	11,1	10,2	0,0	0,0	8,8	0,0	30,0	9,2	13,3	61,4	0,2
- warmte (ex. winn.)	7,5	78,0	8,5	0,0	18,4	0,0	112,4	-8,0	-36,0	-7,5	-55,2
Niet-fossiel	18,6	89,0	8,5	0,0	33,2	0,0	149,3	1,2	20,9	54,3	-55,0
- elektriciteit	87,5	132,5	-4,1	3,0	121,0	5,7	345,5	1,4	-243,0	-8,4	-39,9
Totaal verbruikssaldo	387,5	1274,5	167,1	37,9	330,5	505,2	2702,6	196,2	300,8	47,5	30,5
CO₂-emissie (in Mton)											
Energetisch direct											
- kolen	0,0	0,4	0,0	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	19,8	0,0	0,0
- olieproducten	0,3	0,5	2,5	0,5	0,7	36,3	40,7	1,9	0,0	0,0	0,0
- aardgas	15,8	13,7	7,3	0,5	9,3	0,0	46,5	2,6	15,9	0,1	6,6
- cokesovengas	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0
- hoogovengas	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	6,0	0,0	0,0
- raffinaderijgas	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	6,4	0,0	0,0	0,0
- chemisch restgas	0,0	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5	0,0	0,0	0,0	0,6
- ferm.gas/winning vv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0
Totaal energetisch direct	16,0	25,6	9,8	1,0	10,0	36,3	98,8	10,9	41,8	2,3	7,2
Non-energetisch direct											
- kolen	0,0	10,7	0,0	0,00	0,0	0,0	10,7	0,0			
- olieproducten	0,0	0,3	0,0	0,00	0,0	0,1	0,5	7,5			
- aardgas	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0			
- ov. gassen	0,0	-9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	-9,3	-6,8			
Totaal non-energetisch direct	0,0	5,1	0,0	0,00	0,0	0,1	5,2	0,7			
Totaal direct	16,0	30,7	9,8	1,0	10,0	36,4	104,0	11,6	41,8	2,3	7,2
Energetisch direct+toegerekend											
- kolen	0,0	0,4	0,0	0,0	0,1	0,0	0,5				
- olieproducten	0,3	0,5	2,5	0,6	0,7	37,0	41,6				
- aardgas	15,9	13,8	7,3	0,5	9,3	0,0	46,9				
- ov. gassen	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0				
- elektriciteit	12,6	19,1	-0,6	0,4	17,5	0,8	49,9				
Tot. energ. direct+toeger.	28,8	44,9	9,3	1,5	27,5	37,9	149,8				
Non-energetisch direct+toegerekend											
- kolen	0,0	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	10,8				
- olieproducten	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,1	1,3				
- aardgas	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4				
Tot. non-energ. direct+toeger.	0,0	5,9	0,0	0,03	0,0	0,1	6,1				
Totaal direct+toegerekend	28,8	50,8	9,3	1,5	27,6	38,0	155,9				

A: Statistische gegevens cf CBS 2007

	Cokes-fab.	Win-ning	Distri-butie	TOTAAL	Import	Export	Win-ning	vm	mv	contr.	
Energetisch verbruik											
- kolen	-0,1	0,0	0,0	219,8	x	x	x			x	
- olieproducten	0,0	0,0	0,1	587,8	x	x	x			x	
- aardgas	0,0	23,2	20,7	1306,2	x	x	x			x	
- ov. gassen	7,9	0,0	3,1	288,0							
Fossiele brandstof	7,9	23,2	23,9	2401,8	x	x	x			x	
- uraan/ferm. gas	0,0	0,0	0,7	51,6	x	x	x			x	
- winning ov. ed. (VV)	0,0	0,0	7,0	121,0	x	x	x			x	
- warmte (ex. winn.)	0,0	0,0	-5,6	0,1	x	x	x			x	
Niet-fossiel	0,0	0,0	2,1	172,8	x	x	x			x	
- elektriciteit (incl. n.e.t.)	0,3	8,4	12,6	76,9	x	x	x			x	
Totaal	8,2	31,7	38,6	2651,5	x	x	x			x	
Non-energet. verbruik											
- kolen	0,0	0,0	0,0	70,3	x	x	x			x	
- olieproducten	0,0	0,0	0,0	520,9	x	x	x			x	
- aardgas	0,0	0,0	0,0	89,9	x	x	x			x	
- ov. gassen	0,0	0,0	0,0	0,0	x	x	x			x	
Totaal	0,0	0,0	0,0	681,1	x	x	x			x	
Verbruiks-saldo (+ov.omz.)											
- kolen	23,2	0,0	0,0	356,5	703,0	328,0	0,0	-18,0	0,0	-0,5	
- olieproducten	0,0	0,0	-5,7	1351,7	7289,0	6051,0	111,0	2,0	0,0	0,7	
- aardgas	0,0	23,2	17,6	1395,0	783,0	1670,0	2281,0	1,0	0,0	0,0	
- ov. gassen	-9,7	0,0	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Fossiele brandstof	13,5	23,2	15,0	3103,2	8775,0	8049,0	2392,0	-15,0	0,0	0,2	
- uraan/ferm. gas	0,0	0,0	0,7	51,6	0,0	0,0	51,6	0,0	0,0	0,0	
- winning ov. ed. (VV)	0,0	0,0	7,0	121,0	0,0	0,0	111,6			9,4	
- warmte (ex. winn.)	0,0	0,0	-5,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	
Niet-fossiel	0,0	0,0	2,1	172,8	0,0	0,0	163,2	0,0	0,0	9,5	
- elektriciteit	0,3	8,4	12,6	76,9	83,3	19,9	14,0	0,0	0,0	-0,5	
Totaal verbruikssaldo	13,8	31,7	29,7	3352,9	8858,3	8068,9	2569,2	-15,0	0,0	9,3	
CO₂-emissie (in Mton)											
<i>Energetisch direct</i>											
- kolen	0,0	0,0	0,0	20,3							
- olieproducten	0,0	0,0	0,0	42,6							
- aardgas	0,0	1,3	1,2	74,2							
- cokesovengas	0,3	0,0	0,0	0,7							
- hoogovengas	0,4	0,0	0,0	9,3							
- raffinaderijgas	0,0	0,0	0,2	6,8							
- chemisch restgas	0,0	0,0	0,0	8,1							
- ferm.gas/winning vv	0,0	0,0	0,0	2,2							
Totaal energetisch direct	0,6	1,3	1,4	164,3							
<i>Non-energetisch direct</i>											
- kolen	1,2			11,9							
- olieproducten	0,0			7,9							
- aardgas	0,0			3,4							
- ov. gassen	-0,7			-16,9							
Totaal non-energetisch direct	0,5			6,4							
Totaal direct	1,1	1,3	1,4	170,6							
<i>Energetisch direct+toegerekend</i>											
- kolen				0,98		0,45					
- olieproducten				50,66		9,09					
- aardgas				47,56		0,68					
- ov. gassen				10,97		0,00					
- elektriciteit				52,75		2,87					
Tot. energ. direct+toeger.				162,92		13,10					
<i>Non-energetisch direct+toegerekend</i>											
- kolen				10,77							
- olieproducten				1,26							
- aardgas				3,44							
Tot. non-energ. direct+toeger.				6,11							
Totaal direct+toegerekend				169,03							

APPENDIX 2

BIJDRAGE VAN BIO-INPUTS CONFORM PROTOCOL DUURZAME ENERGIE

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Biomassa totaal vermeden	28242	31670	36929	34411	41827	59208	62140	61581
Afvalverbrandingsinstallaties	11417	10864	11340	11484	11209	11874	12400	12979
Bij- en meestoken biomassa in centrales	1755	5408	9866	7127	14123	30522	29445	15702
Houtkachels voor warmte bij bedrijven	1806	1808	1809	1911	1813	1914	2145	2382
Houtkachels huishoudens, totaal	5701	5603	5541	5464	5464	5464	5464	5464
Houtkachels huishoudens, openhaarden	183	180	177	173	173	173	173	173
Houtkachels huishoudens, inzethaarden	2362	2297	2238	2165	2165	2165	2165	2165
Houtkachels huishoudens, vrijstaand	3156	3126	3126	3126	3126	3126	3126	3126
Overige biomassaverbranding, totaal	2317	2598	2859	3098	3899	4397	5319	5632
Ovrg. biom.verbr. met elektr. opwekk.	-	-	-	-	2069	2418	2540	2703
Ovrg. biom.verbr. zond elektr. opwekk.	-	-	-	-	1831	1979	2780	2929
Biogas, totaal	5246	5390	5514	5292	5184	4936	5389	6391
Biogas uit stortplaatsen	1934	1925	2038	1803	1628	1580	1500	1406
Biogas uit rioolwaterzuiv.installaties	2299	2438	2435	2345	2348	2127	2068	2132
Biogas op landbouwbedrijven	-	-	-	-	-	78	456	1441
Biogas, overig	1013	1027	1041	1144	1207	1151	1364	1412
Biobrandstoffen voor wegverkeer, totaal	-	-	-	134	134	101	1979	13031
Biobenzine	-	-	-	-	-	-	1010	3687
Biodiesel	-	-	-	134	134	101	968	9344

APPENDIX 3

BESCHRIJVING BODEMGEBRUIK

HISTORIE BODEMGEBRUIK VANAF 1899

INHOUDSOPGAVE

1. Toelichting	82
2. Definities en verklaring van symbolen	83
3. Koppelingen naar relevante tabellen en artikelen	83
4. Bronnen- en methodenbeschrijving	83
5. Meer informatie	85

1. Toelichting

Historisch overzicht van het bodemgebruik in Nederland en provincies.

Nederland is een zeer vlak land met slechts in het zuiden en oosten enkele heuvels. Het westen en het noorden liggen beneden het gemiddelde zeeniveau (24% van het landoppervlak).

Geografische ligging:

Meest noordelijke landpunt 53gr 33' 22' Noorderbreedte, dit punt ligt op de gemiddeld hoogwaterlijn van het Noorderstrand op Rottummeroog (dit punt varieert).

Meest oostelijke landpunt 7gr 13' 42' Oosterlengte, dit punt komt overeen met grenspaal 196 bij Nieuweschans.

Meest zuidelijke landpunt 50gr 45' 04' Noorderbreedte, dit punt komt overeen met grenspaal 12, ten zuiden van Epen in Zuid-Limburg.

Meest westelijke landpunt 3gr 21' 30'' Oosterlengte, dit punt komt overeen met grenspaal 359 bij St. Anna ter Muiden.

Het hoogste punt is gelegen op de Vaalserberg: 323,0 meter boven NAP, dit punt ligt circa 300 meter west en 125 meter noord van het drielandenpunt.

Het laagste punt (6,74 meter onder NAP) bevindt zich in Nieuwerkerk a/d IJssel, in het zuidelijk deel van de Zuid-Plaspolder.

Gegevens beschikbaar vanaf: 1899

Frequentie:

Jaarlijks voor totaal Nederland. De verdere uitsplitsing naar categorieën van het bodemgebruik is tot en met 1977 jaarlijks, tussen 1978 en 1985 tweejaarlijks en na 1985 drie à vierjaarlijks.

Status van de cijfers: definitief

Wijzigingen ten opzichte van de vorige versie:

Toevoeging verslagjaar 2003 en aanvulling van de totale oppervlakte van Nederland voor 2001 en 2002.

Wanneer komen er nieuwe cijfers?

Tweede helft 2009

2. Definities en verklaring van symbolen

Verklaring van de in de tabel gebruikte symbolen:

- lege cel:** een cijfer kan op logische gronden niet voorkomen
- . : onbekend; het CBS heeft hier geen cijfers over
 - x: geheim; het CBS heeft hier wel cijfers over maar kan deze om geheimhoudingsredenen niet publiceren
 - : nihil (het cijfer is echt '0')
 - 0 (0,0): het cijfer komt na afronding uit op 0 (0,0). Het cijfer is dus kleiner dan de helft van de gekozen eenheid
 - *: voorlopige cijfers
 - ** : nader voorlopige cijfers (deze hebben een meer definitieve status dan voorlopige cijfers)

3. Koppelingen naar relevante tabellen en artikelen

Statlinetabel:

Bodemgebruik in Nederland vanaf 1996
 Bodemgebruik in Nederland 1989, 1993, 1996
 Regionale Kerncijfers Nederland

Artikelen:

Gevolgen harmonisatie bodemgebruik
 Bodemgebruik in Nederland geharmoniseerd met TOP10Vector

4. Bronnen- en methodenbeschrijving

Bron:

1900 t/m 1949: Gegevens afkomstig van het Ministerie van Landbouw.
 Gegevens per provincie ontbreken voor deze periode.

1950 t/m 1966: De gegevens hebben betrekking op een herberekening van het bodemgebruik, uitgaande van de stand op 1 januari 1967.

De in de jaren 1954 t/m 1963 tijdelijk in de bodemstatistiek opgenomen oppervlakte van de huidige Duitse gemeenten Elten en Tudderren (circa 6.000 hectare) is niet in deze herberekening verwerkt.

1977: Wijziging methode van gegevensverzameling en classificatie. Gemeenten leveren gegevens aan op kaarten.

1985: Verlaging frequentie naar 3 à 4 jaarlijks.

1989: Wijziging methode van gegevensverzameling en -verwerking. Onderzoek in eigen beheer met behulp van een Geografisch Informatie Systeem en luchtfoto's.

1993: Herindeling van de categorieën.

2000: Herontwerp van de statistiek. Aanpassing werkwijze en categorieën. Basisgeometrie rechtstreeks uit Top10Vector.

Methodie:

Luchtfoto's zijn vanaf 1989 de primaire bron bij de inventarisatie van het bodemgebruik. Waar nodig worden stadsplattegronden en andere (digitale) informatiebronnen geraadpleegd.

Met ingang van 1989 is de werkwijze als volgt.

De diverse vormen van bodemgebruik worden vastgelegd op een topografische ondergrond, schaal 1 : 10 000, en vervolgens met behulp van een Geografisch Informatie Systeem (GIS) opgeslagen (gedigitaliseerd).

Uiteindelijk worden per gemeente de oppervlakten van de bodemgebruikscategorieën berekend. Bij volgende inventarisaties kan veelal worden volstaan met het overnemen van de wijzigingen in de toestand van het bodemgebruik. Alleen waar de topografische ondergrond ingrijpend is gewijzigd vindt vernieuwing daarvan plaats. Vanaf 1996 is voor het eerst gebruik gemaakt van digitale luchtfoto's. Deze digitale luchtfoto's worden van het beeldscherm afgebeeld. Daar wordt de bodemgebruikskarta van de vorige inventarisatie op geprojecteerd. Vervolgens worden de wijzigingen in het bodemgebruik opgezocht en direct met behulp van de software aangebracht.

Met ingang van het jaar 2000 is de methodiek nogmaals ingrijpend gewijzigd.

Voor dat peiljaar is voor het eerst gebruik gemaakt van de basisgeometrie uit de digitale topografische kaart 1: 10 000, de zogenaamde TOP10Vector, van de Topografische Dienst Nederland. Andere geografische bestanden buiten de bestanden van het CBS) sluiten ook vaak aan bij de Top10Vector. Dat maakt de uitwisseling van het Bestand BodemGebruik (BBG) met geografische informatie uit andere bronnen eenvoudiger. De nieuwste topografische gegevens worden ook geautomatiseerd in het BBG verwerkt. Door de wijzigingen in de methodiek voor 2000, die ook zijn teruggelegd naar 1996, zijn voor sommige categorieën de uitkomsten tot en met 1993 niet helemaal vergelijkbaar met 1996 en later.

In tussenliggende jaren, wanneer de statistiek van het bodemgebruik niet wordt uitgevoerd, wordt alleen de totale oppervlakte van Nederland opgenomen. Oppervlaktecijfers van na de laatste statistiek van het bodemgebruik staan onder de Regionale Kerncijfers Nederland.

5. Meer informatie

Infoservice: www.cbs.nl/infoservice

Copyright © Centraal Bureau voor de Statistiek

Verveelvoudiging is toegestaan, mits het CBS als bron wordt vermeld.

Verkeersterrein

Terrein in gebruik voor vervoer via spoor, weg en de lucht.

Spoorterrein

Terrein in gebruik voor vervoer en transport per rail. Tot en met 1993 werden ook terreinen ten behoeve van tram en metro in deze categorie opgenomen.

Wegverkeersterrein

Terrein in gebruik voor vervoer en transport over hoofdwegen. Tot en met 1993 zijn ook onverharde wegen in deze categorie opgenomen.

Vliegveld

Terrein in gebruik voor vervoer en transport door de lucht.

Bebouwd terrein

Terrein in gebruik voor wonen, werken en sociaal-culturele voorzieningen.

Woonterrein

Terrein in gebruik voor wonen en sterk daaraan verbonden activiteiten.

Bedrijventerreinen

Terrein in gebruik voor werken. Vanaf 1955 tot en met 1976 alleen industrieterreinen. Vanaf 1977 een samengestelde categorie: Detailhandel en horeca, openbare voorziening en bedrijfsterrein zijn samengevoegd.

Sociaal-culturele voorzieningen

Terrein in gebruik voor sociale en/of culturele voorzieningen.

Semi-bebouwd terrein

Terrein in gebruik voor berging, delfstofwinning, bouwen en dergelijke.

Delfstofwinplaats

Terrein voor het winnen van grondstoffen uit de bodem. Vanaf 1996 exclusief water.

Bouwterrein

Terrein in gebruik als bouwlocatie.

Overige semi-bebouwde terreinen

Terrein in gebruik als stortplaats, wrakkenopslag, begraafplaats of overig semi-verhard terrein.

Recreatieterrein

Terrein in gebruik voor de diverse vormen van recreatie.

Park en plantsoen

Terrein met groenvoorziening in gebruik voor ontspanning.

Sportterrein

Terrein in gebruik voor sportactiviteiten.

Overige recreatieterreinen

Terrein in gebruik als volkstuin, voor dagrecreatie of verblijfsrecreatie.

Agrarisch terrein

Terrein in gebruik voor de landbouw.

Terrein voor glastuinbouw

Terrein in gebruik voor agrarische bedrijfsvoering onder staand glas.

Overig agrarisch terrein

Overig agrarisch terrein.

1899 t/m 1939: cultuurgrond, inclusief tuinen voor eigen gebruik;

1940 t/m 1945: cultuurgrond, exclusief tuinen voor eigen gebruik;

1946 t/m 1976: cultuurgrond, inclusief smalle sloten, onverharde wegen, tuinen voor eigen gebruik;

vanaf 1977: cultuurgrond, inclusief smalle sloten, tuinen voor eigen gebruik.

vanaf 1996: cultuurgrond, inclusief on- en halfverharde wegen.

Bos en open natuurlijk terrein

Terrein in natuurlijke staat.

Bos

Terrein beplant met bomen bestemd voor houtproductie en/of natuurbeheer.

Vanaf 1996: inclusief on- en halfverharde wegen.

Open natuurlijke terreinen

Terrein in droge en natte natuurlijke staat.

Tot en met 1959 inclusief dijken zonder wegen en natuurbaden.

Water

Water 1899 t/m 1949: exclusief water groter dan 75 ha;

1899 t/m 1939: inclusief vergraven grond, moeras en strand;

1940 t/m 1945: exclusief vergraven grond, moeras en strand;

1968: toename door indijking Zuid-Flevoland en door gewijzigde gemeentegrens Het Bildt en de Waddenzee.

1977: Toename door gemeentelijke indeling van Waddenzee, Eems, Dollard en Noordzee en gewijzigde interpretatie van de rijksgrens in de Eems. Vanaf 1985 toename ten gevolge van het gemeentelijk indelen van de Waddenzee, delen van de Noordzee en het IJsselmeer.

Binnenwater

Water breder dan 6 meter dat niet in open verbinding staat met de zee (IJsselmeer, rivieren, kanalen, meren en dergelijke).

Buitenwater

Water dat in open verbinding staat met de Noordzee (Waddenzee, Ooster- en Westerschelde). De Nieuwe Waterweg wordt afgesloten door een denkbeeldige lijn tussen de havenhoofden.

Nederland

1930: Uitbreiding met de Wieringermeerpolder.

1936: Uitbreiding met de Noordoostpolder.

1957: Uitbreiding met Oostelijk-Flevoland.

1968: Uitbreiding met Zuidelijk-Flevoland.

1977: Toeneming door de verlegging van de gemeentegrens van een aantal gemeenten in zee.

1985: Vanaf dit jaar bijna jaarlijks toename ten gevolge van het gemeentelijk indelen van de Waddenzee, delen van de Noordzee en het IJsselmeer.

1996: De laatste stukken land en water zijn gemeentelijk ingedeeld.

2000: Deze toename is toe te schrijven aan een correctie van de zeegrens tussen België en Nederland.

APPENDIX 4

COËFFICIËNTEN CBS GOEDEREN MET BIOC

Code	Goederen	DS	As	OS	C	E	Bron	Type	Waarschuwingen	
		kgDS/kgAI	kgAs/kgDS	kgOS/kgDS	kgC/kgOS	MJ/kgOS				
111100	Granen	verzamelterm							commodity	
111110	Tarwe	0,85	0,02	0,98	0,47	17,70	Gewasinfo	commodity		
111130	Mais	0,85	0,02	0,98	0,47	17,70	Gewasinfo	commodity		
111150	Gerst	0,85	0,02	0,98	0,47	17,70	Gewasinfo	commodity		
111190	Ov. granen	0,85	0,02	0,98	0,47	17,70	Gewasinfo	commodity		
111200	Aardappelen	verzamelterm							commodity	
111211	Pootaard-app.	0,22	0,03	0,97	0,44	16,00	Gewasinfo	commodity		
111212	Cons.aard-app	0,22	0,03	0,97	0,44	16,00	Gewasinfo	commodity		
111213	Zetm.aard-app	0,22	0,03	0,97	0,44	16,00	Gewasinfo	commodity		
111220	Peulvruchten	0,85	0,07	0,93	0,48	18,11	Binas	commodity	DS onzeker	
111230	Ov.b.k.w.gew	0,22	0,03	0,97	0,44	16,00	Data van Aardappels	commodity		
111300	Olieh.zaden	verzamelterm							commodity	
111310	Sojabonen	0,89	0,02	0,98	0,54	22,68	www.sojaboon.be	commodity		
111320	Grondnoten	0,97	0,02	0,98	0,65	29,96	Binas, berekening	commodity		
111390	Ov.olieh.zad	0,93	0,02	0,98	0,60	26,32	gemiddelde	commodity		
111400	Tabak	0,90	0,05	0,95	0,44	16,00	Zelfbedacht	commodity		
111500	Suikerbieten	0,24	0,01	0,99	0,40	14,60	Gewasinfo/Landbouwstat	commodity		
111600	Voedergewas	0,25	0,02	0,98	0,46	17,00	Elbersen	commodity	mengsel, DS onzeker	
111900	Ov.akk.gewas	0,25	0,02	0,98	0,46	17,00	Elbersen	commodity	DS onzeker	
111920	Akkerb.zaaiz	0,85	0,02	0,98	0,47	17,70	Tarwe	commodity		
111990	Ov.plant.mat	0,90	0,02	0,98	0,44	16,00	Merendeels katoen en ander textielvezels, schatting KM	commodity		
112100	Groenten	0,10	0,10	0,90	0,44	16,50	Gewasinfo	commodity		
112110	Uien	0,10	0,10	0,90	0,44	16,00	wiki ui	commodity		
112120	Koolsoorten	0,14	0,10	0,90	0,50	19,33	Binas, schatting KM, spruitjes	commodity		
112130	Komkommers	0,03	0,10	0,90	0,47	17,70	Binas, schatting KM	commodity		
112140	Paprika's	0,08	0,10	0,90	0,46	16,85	Binas, schatting KM	commodity		
112150	Tomaten	0,05	0,10	0,90	0,48	18,29	Binas, schatting KM	commodity		
112160	Sla	0,06	0,10	0,90	0,50	19,50	Binas, schatting KM	commodity		
112170	Witlof	0,08	0,10	0,90	0,47	17,63	Ov. Groenten	commodity		
112180	Champignons	0,08	0,10	0,90	0,47	17,63	Ov. Groenten	commodity		

Code	Goederen	DS	As	OS	C	E	Bron	Type	Waar- schuwingen	
		kgDS/kgAI	kgAs/kgDS	kgOS/kgDS	kgC/kgOS	MJ/kgOS				
112200	Bloem/plant	verzamelterm							commodity	
112211	Bloembollen	0,10	0,10	0,90	0,44	16,00		commodity		
112212	Boom/ pl.kwek	0,50	0,04	0,96	0,50	18,20	gewasinfo	commodity		
112220	Bloemen	0,10	0,10	0,90	0,47	17,10		commodity		
112290	Tuinb.zaaiz.	0,85	0,02	0,98	0,47	17,70	Tarwe	commodity		
112900	Zaaizaden	0,85	0,02	0,98	0,47	17,70	Tarwe	commodity		
113200	Fruit	0,15	0,10	0,90	0,44	16,24	Citrusfruit/ Zwitsers	commodity		
113210	Noten ea fr.	0,85	0,05	0,95	0,55	22,70	Schatting KM	mengsel	mengsel, DS onzeker, vetgehalte onzeker	
113220	Citrusfruit	0,15	0,10	0,90	0,44	16,24	Binas, schatting KM, Zwitsers	commodity		
113230	Appels	0,12	0,10	0,90	0,44	16,00	Binas, schatting KM, DS lager dan Zwitsers hoger dan Binas	commodity		
113290	Ov. fruit	0,15	0,10	0,90	0,44	16,00	Binas, schatting KM, Zwitsers	commodity		
113310	Koffie ongeeb.	0,90	0,04	0,96	0,51	20,35	www. detafel- infriesland.nl/ koffie.html	commodity		
113340	Cacaobonen	0,97	0,04	0,96	0,64	29,28	http://www. food-info.net/ nl/qa/qa-fp48. htm	commodity		
113900	Ov.gewassen	0,90	0,04	0,96	0,50	20,00	Schatting KM voor thee	commodity	Met name Thee, CBS	
113990	Ov.gewassen	verzamelterm							commodity	Wat is dit?
121100	Runderen	verzamelterm							commodity	
121110	Runderen	0,39	0,06	0,94	0,63	28,55	DS van Binas	commodity	DS lijkt erg hoog	
121120	Kalveren	0,30	0,06	0,94	0,58	24,79	DS van zwitsers	commodity	DS lijkt erg hoog	
121200	Rauwe melk	0,13	0,08	0,92	0,58	25,08		commodity		
123000	Varkens	verzamelterm							commodity	DS lijkt erg hoog
123110	Varkens	0,46	0,06	0,94	0,63	28,55	DS van Binas	commodity	DS lijkt erg hoog	
123120	Biggen	0,30	0,06	0,94	0,58	24,79	DS van zwitsers	commodity	DS lijkt erg hoog	
124200	Eieren	0,25	0,10	0,90	0,64	29,10	Binas, schatting KM, wiki ei	commodity		
129000	Ov.dier/-pr.	verzamelterm							commodity	Wat is dit?
129200	Wol/ Huid,ruw	0,95	0,02	0,98	0,50	20,00	schatting Zwitsers en KM	mengsel	mengsel	

Code	Goederen	DS	As	OS	C	E	Bron	Type	Waarschuwingen	
		kgDS/kgAI	kgAs/kgDS	kgOS/kgDS	kgC/kgOS	MJ/kgOS				
129300	Ov.dierl.pr.	0,80	0,01	0,99	0,40	16,00	schatting KM	mengsel	Voornamelijk honing, CBS	
500000	Verse vis	verzamelterm							commodity	
500100	Verse vis	0,25	0,05	0,95	0,58	24,89	DS van Zwitsers	commodity		
500900	Ov.aquat.pr.	0,25	0,05	0,95	0,58	24,89	DS van Zwitsers	commodity		
1511110	Kalf-/rundvl	0,29	0,00	1,00	0,61	26,67		commodity		
1511130	Varkensvlees	0,32	0,00	1,00	0,61	26,67		commodity		
1511190	Ov. vlees	0,30	0,00	1,00	0,61	26,67		commodity		
1511220	Huiden onbew	0,80	0,02	0,98	0,50	20,00	wol huid ruw	commodity	DS onzeker	
1511300	Dierlijk vet	1,00	0,00	1,00	0,77	38,60		commodity		
1511900	Ov.slachtpr.	0,95	0,01	0,99	0,64	29,30	vet en huiden (verse huiden zijn natter)	commodity		
1512100	Pluimv.vlees	0,30	0,00	1,00	0,58	24,79	Pluimvee minder as	commodity		
1513110	Bewrkt vlees	0,30	0,00	1,00	0,61	26,67	Ov. Vlees	commodity	DS en vetgehalte onzeker	
1513120	Ov.vleesprod	0,30	0,00	1,00	0,61	26,67	Ov. Vlees	commodity		
1519000	N.eetb.sl.af	0,95	0,01	0,99	0,64	29,30	Ov.slachtpr.	commodity		
1519900	Ov.vlees/-pr	0,30	0,00	1,00	0,61	26,67	Ov. vlees	commodity		
1520000	Bewerkte vis	0,25	0,05	0,95	0,58	24,89	Vis	commodity		
1541100	Olien/vetten	1,00	0,00	1,00	0,77	38,55		commodity		
1541300	Veekoeken	0,90	0,05	0,95	0,49	18,66	soja zonder olie	samen-gesteld	DS is geschat WE	
1543000	Margarine ed	0,84	0,00	1,00	0,77	38,34	Binas	commodity		
1551100	Cons.melk	verzamelterm							commodity	
1551113	Ondermelk	0,09	0,06	0,94	0,51	20,42	Aanname 1% vet	commodity		
1551115	Cons.melk	0,11	0,05	0,95	0,56	24,02	Binas	commodity		
1551120	Cons.room	0,35	0,00	1,00	0,77	38,34	Boter, DS Wolter	commodity		
1551200	Melkpoeder	verzamelterm							commodity	
1551203	Mager m.poed	0,95	0,01	0,99	0,51	20,42	Binas	commodity		
1551205	Volle m.poed	0,95	0,01	0,99	0,56	24,02	Binas	commodity		
1551300	Boter/-olie	verzamelterm							samen-gesteld	
1551303	Boter	0,84	0,00	1,00	0,77	38,34	Binas	samen-gesteld		
1551400	Kaas	0,43	0,05	0,95	0,74	36,66	goudse	commodity		
1551510	Gecond.melk	0,56	0,23	0,77	0,56	24,02	ingedikt tot 50% van originele watergehalte	commodity		
1551523	Yoghurt	0,11	0,05	0,95	0,56	24,02	melk	commodity		
1561100	Rijst	0,84	0,02	0,98	0,46	16,96	www.geocities.com/lucasvo/voedselcombinaties.html	commodity		

Code	Goederen	DS	As	OS	C	E	Bron	Type	Waarschuwingen	
		kgDS/kgAI	kgAs/kgDS	kgOS/kgDS	kgC/kgOS	MJ/kgOS				
1561210	Meel v.graan	0,85	0,02	0,98	0,47	17,70	tarwe	commodity		
1562210	Suikers	1,00	0,00	1,00	0,40	14,60		commodity		
1562220	Zetmeel	0,98	0,00	1,00	0,44	16,00		commodity		
1570000	Diervoeder	0,90	0,05	0,95	0,49	18,66	veekoek	samen-gesteld	DS onbekend	
1571010	Ber.veevoer	0,90	0,05	0,95	0,49	18,66	veekoek	samen-gesteld	DS onbekend	
1571019	Veevoeders	0,90	0,05	0,95	0,49	18,66	veekoek	samen-gesteld	DS onbekend	
1571020	K.kalvermelk	0,95	0,01	0,99	0,56	24,02	kunstmelk, data volle melkpoeder	samen-gesteld	niet duidelijk of dit poeder of vers is	
1571090	Ov.veev.prod	0,90	0,05	0,95	0,49	17,20	vogelzaad en gras	samen-gesteld		
1581110	Brood	0,54	0,01	0,99	0,53	21,20		samen-gesteld		
1583000	Suiker	1,00	0,00	1,00	0,40	14,60		commodity		
1583110	Suiker	1,00	0,00	1,00	0,40	14,60		commodity		
1583900	Bijpr.suiker	0,55	0,02	0,98	0,40	14,60	melasse en pulp, data voor melasse, pulp kan droger en natter zijn	commodity	DS onbekend	
1584000	Cacao/choco	verzamelterm							commodity	bewerkt
1584110	Cacaomassa	0,97	0,04	0,96	0,64	29,28		commodity	bewerkt	
1584120	Cacaoboter	1,00	0,00	1,00	0,77	38,55		commodity	bewerkt	
1584190	Cacaopoeder	0,97	0,06	0,95	0,48	18,48		commodity	bewerkt	
1584210	Couverture	0,90	0,00	1,00	0,44	14,60	suikers?			
1584230	Suikerwerk	1,00	0,00	1,00	0,40	14,60	suikers	samen-gesteld		
1584900	Ov. zoetwaren	1,00	0,00	1,00	0,40	14,60	suikers	samen-gesteld		
1584990	Suikerwerk e.d	1,00	0,00	1,00	0,40	14,60	suikers	samen-gesteld		
1586000	Koffie/thee	verzamelterm								
1586110	Koffie	1,00	0,00	1,00	0,50	20,00				
1586130	Thee	1,00	0,00	1,00	0,50	20,00				
1591000	Gedistilleer	0,40	0,00	1,00	0,52	28,00		samen-gesteld		
1593000	Wijn e.d.	0,12	0,00	1,00	0,52	28,00				
1596000	Bier	0,08	0,00	1,00	0,48	28,00				
1597000	Mout	0,13	0,02	0,98	0,44	14,60				
1598110	Mineraalwater	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
1830000	Pelt/bont	0,80	0,02	0,98	0,50	20,00				
1910000	Leer	0,80	0,02	0,98	0,50	20,00				
2000900	Ov.houtprod.	0,92	0,04	0,96	0,50	18,20	Phyllis			
2010130	Naaldh. gez.	0,92	0,04	0,96	0,50	18,20				
2010190	Ov.hout gez.	0,92	0,04	0,96	0,50	18,20				
2010200	Houtw.in-term	0,92	0,04	0,96	0,50	18,20				
2010400	Houtafval	0,92	0,04	0,96	0,50	18,20		recycle		

2010900	Hout primair	0,92	0,04	0,96	0,50	18,20				
2012000	Hout	0,92	0,04	0,96	0,50	18,20				
2020100	Triplex ed.	0,92	0,04	0,96	0,50	18,20				
2020200	Fineer/plaat	0,92	0,04	0,96	0,50	18,20				
2030111	Ramen kozijn	0,92	0,04	0,96	0,50	18,20				
2030115	Deuren	0,92	0,04	0,96	0,50	18,20				
2030120	Parket	0,92	0,04	0,96	0,50	18,20				
2030190	Ov.timmerwer	0,92	0,04	0,96	0,50	18,20				
2030200	Prefab. hout	0,92	0,04	0,96	0,50	18,20				
2040000	Emball. hout	0,92	0,04	0,96	0,50	18,20				
2051000	Ov.houtprod.	0,92	0,04	0,96	0,50	18,20				
2052000	Kurkwaren	0,92	0,04	0,96	0,50	18,20				
2090000	Houtproduct	0,92	0,04	0,96	0,50	18,20				
2111000	Pulp	0,90	0,02	0,98	0,44	14,60				
2414000	Organ.grstn.	verzamelterm								
2463000	Ether. olien	1,00	0,00	1,00	0,86	40,00		Eind-product		
2470910	F.garen text	1,00	0,00	1,00	0,44	14,60	katoen?	Eind-product		
2513710	Preservatief	1,00	0,00	1,00	0,86	40,00		Eind-product		

APPENDIX 5

CBS GOEDEREN WAARVOOR GEEN COËFFICIENTEN ZIJN BEPAALD

CBS nummer	Omschrijving	Aard	Status
1000000	Steenkool ed	fossiel	niet relevant
1010000	Steenkool ed	fossiel	niet relevant
1030000	Turf	fossiel	niet relevant
1110100	Aardolie	fossiel	niet relevant
1110110	Aardolie ruw	fossiel	niet relevant
1110120	Aardgascond.	fossiel	niet relevant
1110200	Aardgas	fossiel	niet relevant
1531000	Aardappelpr.	organisch	eindproduct
1532000	Vruchtesap	organisch	eindproduct
1533000	Gr/fruitprod	organisch	eindproduct
1533100	Bew.groenten	organisch	eindproduct
1533110	Diepvr.grnte	organisch	eindproduct
1533140	Tomatenprod.	organisch	eindproduct
1533190	Ov.bew.grnte	organisch	eindproduct
1533210	Fruitconserv	organisch	eindproduct
1533290	Ov.bew.fruit	organisch	eindproduct
1551525	Gist/zuurpr.	organisch	samengesteld
1551550	Wei weiprod.	organisch	samengesteld
1551590	Ov.zuivelpr.	organisch	samengesteld
1551900	Grst.zuivel	organisch	samengesteld
1552000	Cons. ijs	organisch	samengesteld
1559000	Ov.zuivelpr.	organisch	samengesteld
1561240	Deegmengsels	organisch	samengesteld
1561300	Ov.graanprod	organisch	samengesteld
1562000	Zetmeelprod.	organisch	samengesteld
1562900	Ov.zetm.prod	organisch	samengesteld
1572000	Hond/katvoer	organisch	samengesteld
1581020	Bakkerijprod	organisch	samengesteld
1582010	Gebak/biscui	organisch	samengesteld
1582090	Ov.bakk.prod	organisch	samengesteld
1584220	Chocoladepr.	organisch	samengesteld
1585000	Deegwaren	organisch	samengesteld
1587000	Specery/saus	organisch	samengesteld
1588107	Kind-/dieetv	organisch	samengesteld
1589000	Ov.voed.mid.	organisch	samengesteld
1589110	Soepen	organisch	samengesteld
1589120	Ov.bakk.grst	organisch	samengesteld
1589190	Ov.voed.mid.	organisch	samengesteld
1598000	Frisdranken	organisch	samengesteld

CBS nummer	Omschrijving	Aard	Status
1598123	Frisdranken	organisch	samengesteld
1598124	Fris/waters	organisch	samengesteld
1598127	Ov.frdr.melk	organisch	samengesteld
1599000	Grndst.drank	organisch	samengesteld
1600000	Tabaksprod.	organisch	eindproduct
1600113	Sigaren	organisch	eindproduct
1600115	Sigaretten	organisch	eindproduct
1600120	Shag/pijptab	organisch	eindproduct
1710000	Garen/Vezel	organisch	eindproduct
1712000	T.garen/weef	organisch	eindproduct
1720000	Weefsels	organisch	eindproduct
1740110	Beddengoed	organisch	eindproduct
1740130	Text.huish.	organisch	eindproduct
1740150	Text.woning	organisch	eindproduct
1740220	Zeil/Kampeer	organisch	eindproduct
1740290	Ov.geconf.tw	organisch	eindproduct
1751000	Tapijten	organisch	eindproduct
1752000	Touw/netten	organisch	eindproduct
1753000	Textl.vlies	organisch	eindproduct
1754100	Lint/kant	organisch	eindproduct
1754200	Vilt	organisch	eindproduct
1754300	Ov.textl.war	organisch	eindproduct
1759900	Ov.textl.war	organisch	eindproduct
1760000	Stof gebreid	organisch	eindproduct
1771000	Kousen/sok	organisch	eindproduct
1772000	Trui/vest	organisch	eindproduct
1790000	Ov.textlprod	organisch	eindproduct
1800000	Kleding	organisch	eindproduct
1810000	Kleding leer	organisch	eindproduct
1821000	Werkkleding	organisch	eindproduct
1822110	Herenjacks	organisch	eindproduct
1822130	Damesmantels	organisch	eindproduct
1822200	Herenbovenkl	organisch	eindproduct
1822300	Damesbovenkl	organisch	eindproduct
1822900	Bovenkleding	organisch	eindproduct
1823100	Herenonderkl	organisch	eindproduct
1823200	Damesonderkl	organisch	eindproduct
1823300	T-shirts ed.	organisch	eindproduct
1823900	Onderkleding	organisch	eindproduct
1824100	Babykleding	organisch	eindproduct
1824200	Sportkleding	organisch	eindproduct
1824900	Ov. kleding	organisch	eindproduct
1824990	Ov. Kleding	organisch	eindproduct

CBS nummer	Omschrijving	Aard	Status
1900000	Schoen/ledwr	organisch	eindproduct
1920000	Lederwaren	organisch	eindproduct
1920900	Lederwrn/leer	organisch	eindproduct
1930000	Schoenen	organisch	eindproduct
1930100	Schoenen	organisch	eindproduct
1930200	Sportschoen	organisch	eindproduct
1930300	Werkschoenen	organisch	eindproduct
1930400	Schoen delen	organisch	eindproduct
2112000	Pap./Karton	verzamelterm	
2112110	Krantenpap.	organisch	eindproduct
2112190	Ov.graf.pap.	organisch	eindproduct
2112199	Ov.pap.karton	organisch	eindproduct
2112200	Spec.papier	organisch	eindproduct
2112300	Pa/Ka verpak	organisch	eindproduct
2122100	Hygien.verb.	organisch	eindproduct
2122900	Hu/san.pap.w	organisch	eindproduct
2123000	Kant.ben.pap	organisch	eindproduct
2124000	Wandbekled.	organisch	eindproduct
2125110	Sig. papier	organisch	eindproduct
2125120	Etiketten	organisch	eindproduct
2125190	Ov.p/k-waren	organisch	eindproduct
2125199	Ov.p/k-waren	organisch	eindproduct
2129000	Ov.p/k-waren	organisch	eindproduct
2211000	Boeken	organisch	eindproduct
2211100	Losbl.uitgav	organisch	eindproduct
2211200	Studieboeken	organisch	eindproduct
2211300	Naslagwerken	organisch	eindproduct
2211900	Algem.boeken	organisch	eindproduct
2211990	Ov. boeken	organisch	eindproduct
2212001	Bladen/abon.	organisch	eindproduct
2212002	Bladen/adv.	organisch	eindproduct
2212101	Dagbl.abonn.	organisch	eindproduct
2212102	Dagbl.adver.	organisch	eindproduct
2213102	H.a.h.bladen	organisch	eindproduct
2213201	Vaktijds.abo	organisch	eindproduct
2213202	Vaktijds.adv	organisch	eindproduct
2213901	Ov.tijds.abo	organisch	eindproduct
2213902	Ov.tijds.adv	organisch	eindproduct
2213999	Ov bladen/adv.	organisch	eindproduct
2214000	Besp.cd/cass	organisch	eindproduct
2215000	Kaart/kalend	organisch	eindproduct
2219000	Naslw/Kalend	organisch	eindproduct
2220000	Drukwerk	organisch	eindproduct

CBS nummer	Omschrijving	Aard	Status
2221000	Dagbl.dr.iov	organisch	eindproduct
2222110	Waardepapier	organisch	eindproduct
2222120	Reclamedruk	organisch	eindproduct
2222130	Ov.drukwerk	organisch	eindproduct
2222210	Kettingformu	organisch	eindproduct
2222290	Schr/agen.ed	organisch	eindproduct
2222300	Ov.druk.iov	organisch	eindproduct
2310000	Cokesovenpr.	fossiel	niet relevant
2320111	Benzine	fossiel	niet relevant
2320131	Nafta's	fossiel	niet relevant
2320139	Ov.benz.terp	fossiel	niet relevant
2320141	Jetfuel	fossiel	niet relevant
2320151	Gasolie grst	fossiel	niet relevant
2320152	Diesel	fossiel	niet relevant
2320153	Gasolie verw	fossiel	niet relevant
2320160	Petroleum	fossiel	niet relevant
2320170	Stookolie	fossiel	niet relevant
2320180	Smeerolie	fossiel	niet relevant
2320190	Ov.vlb.brst.	fossiel	niet relevant
2320211	Prop./butaan	fossiel	niet relevant
2320212	Autogas(lpg)	fossiel	niet relevant
2320220	Ov. gassen	fossiel	niet relevant
2320300	Petr. residu	fossiel	niet relevant
2320900	Ov.olieprod.	fossiel	niet relevant
2320990	Ov.olieprod.	fossiel	niet relevant
2330000	Splijt/kweek	fossiel	niet relevant
2390000	Spl/kw/cokes	fossiel	niet relevant
2414113	Ethyleen	organisch	niet hernieuwbaar, maar kan dat wel snel worden
2414114	Propyleen	organisch	voorlopig niet hernieuwbaar
2414115	Butylenen	organisch	voorlopig niet hernieuwbaar
2414118	Koolw.open.	organisch	voorlopig niet hernieuwbaar
2414119	Ov.koolw.op.	organisch	voorlopig niet hernieuwbaar
2414122	Benzeen	organisch	voorlopig niet hernieuwbaar
2414125	Styreen	organisch	voorlopig niet hernieuwbaar
2414129	Ov.koolw.ges	organisch	voorlopig niet hernieuwbaar
2414190	Halogeend.ch	organisch	voorlopig niet hernieuwbaar
2414199	Halog/Fenol	organisch	voorlopig niet hernieuwbaar

CBS nummer	Omschrijving	Aard	Status
2414220	Alcoholen	organisch	deels hernieuwbaar
2414221	Methyl-alcoh	organisch	deels hernieuwbaar
2414223	Butyl-alcoho	organisch	deels hernieuwbaar
2414240	Fenolen	organisch	voorlopig niet hernieuwbaar
2414300	Carbonzuren	organisch	deels hernieuwbaar
2414400	Aminozuren	organisch	deels hernieuwbaar
2414520	Caprolactam	organisch	niet hernieuwbaar, maar wordt aan gewerkt
2414529	Caprolactam ed	organisch	niet hernieuwbaar, maar wordt aan gewerkt
2414535	Melamine	organisch	niet hernieuwbaar, maar wordt aan gewerkt
2414620	Ketonen chin	organisch	deels hernieuwbaar
2414630	Ethers ed.	organisch	deels hernieuwbaar
2414639	Ethers ed.	organisch	deels hernieuwbaar
2414730	Aromaten	organisch	voorlopig niet hernieuwbaar
2414910	Ov. alcohol	organisch	Onduidelijk
2414990	Ov.organ.gst	organisch	Onduidelijk
2416000	Kunstharsen	organisch	deels hernieuwbaar
2416100	Polyetheen	organisch	niet hernieuwbaar, maar kan dat wel snel worden
2416200	Polystyreen	organisch	voorlopig niet hernieuwbaar
2416300	Pvc	organisch	niet hernieuwbaar, maar kan dat wel snel worden
2416400	Polyacetaten	organisch	deels hernieuwbaar
2416510	P.propyleen	organisch	voorlopig niet hernieuwbaar
2416520	Ov.polymeren	organisch	Onduidelijk
2416540	Polyamide	organisch	voorlopig niet hernieuwbaar
2416550	Polyurethaan	organisch	voorlopig niet hernieuwbaar
2416580	Kunstst.pv	organisch	voorlopig niet hernieuwbaar
2416590	Syn.kunstst.	organisch	voorlopig niet hernieuwbaar
2416599	Ov.kunstharsen	organisch	deels hernieuwbaar
2416600	Afv.kunstst.	organisch	Onduidelijk
2417000	Synth.rubber	organisch	voorlopig niet hernieuwbaar
2420000	Bestrijd.mid	organisch	eindproduct
2420110	Insecticiden	organisch	eindproduct
2420150	Fungiciden	organisch	eindproduct
2420190	Herbic.en ov	organisch	eindproduct

CBS nummer	Omschrijving	Aard	Status
2430000	Verf e.d.	organisch	eindproduct
2430100	Verf/vern.	organisch	eindproduct
2430110	Verf/vern.ws	organisch	eindproduct
2430120	Verf/ver.nws	organisch	eindproduct
2430220	Plamuur/kit	organisch	eindproduct
2430240	Drukinkten	organisch	eindproduct
2430290	Ov.verfprod.	organisch	eindproduct
2430299	Ov.verfprod.	organisch	eindproduct
2441000	Farmac.grstn	organisch	deels hernieuwbaar
2441910	Farma.verbin	organisch	deels hernieuwbaar
2441920	Farm.grondst	organisch	deels hernieuwbaar
2442000	Farmac.prod.	organisch	deels hernieuwbaar
2442100	Geneesmiddel	organisch	eindproduct
2442210	Sera/vaccins	organisch	eindproduct
2442240	Gaasverband	organisch	eindproduct
2442290	Ov.farmac.pr	organisch	eindproduct
2450000	Zeep e.d.	organisch	eindproduct
2451000	Was/rein.mid ed	organisch	eindproduct
2451100	Glycerol	organisch	opnemen in bio C statistiek?
2451200	Tensio-act.s	organisch	eindproduct
2451300	Zeep/poetspr	organisch	eindproduct
2451310	Zeeproduct	organisch	eindproduct
2451320	Was/rein.mid	organisch	eindproduct
2451400	Poets/schuur	organisch	eindproduct
2452110	Parfums ed.	organisch	eindproduct
2452120	Huidverz.mid	organisch	eindproduct
2452160	Haarverz.mid	organisch	eindproduct
2452180	Mondverz.mid	organisch	eindproduct
2452190	Ov.kosm.prod	organisch	eindproduct
2452199	Ov.kosm.prod	organisch	eindproduct
2460000	Ov.chem.prod	organisch	eindproduct
2461000	Springstof	organisch	eindproduct
2462000	Lijmen/gelat	organisch	eindproduct
2464000	Fotochem.pr.	organisch	eindproduct
2465000	Infodra.leeg	organisch	eindproduct
2466000	Ov.chem.prod	organisch	eindproduct
2466990	Ov.chem.prod	organisch	eindproduct
2470000	Kun.syn.gar.	organisch	eindproduct
2470100	F.garen synt	organisch	eindproduct
2470200	F.garen knst	organisch	eindproduct
2470920	Chem. vezels	organisch	eindproduct
2511000	Banden	verzamelterm	
2511010	Autoband ed.	organisch	eindproduct

CBS nummer	Omschrijving	Aard	Status
2511020	Fietsband ed	organisch	eindproduct
2511090	Ov. banden	organisch	eindproduct
2511099	Ov. Banden	organisch	eindproduct
2512000	2e-h.band ed	organisch	eindproduct
2513000	Ov.rubberpr.	organisch	eindproduct
2513200	Plat/Bui.rub	organisch	eindproduct
2513900	Ov.rubberpr.	organisch	eindproduct
2513990	Rubberprod.	organisch	eindproduct
2521000	Kst.plaat ed	organisch	eindproduct
2521100	Sta/prof.kst	organisch	eindproduct
2521200	Bui/slan.kst	organisch	eindproduct
2521290	Sta/slan.kst	organisch	eindproduct
2521300	Pla.ongec.ks	organisch	eindproduct
2521400	Ov.platen ks	organisch	eindproduct
2522100	Verpak. kst.	organisch	eindproduct
2523000	Bouwart.knst	organisch	eindproduct
2523110	Vloerbed.kst	organisch	eindproduct
2523120	San. art.kst	organisch	eindproduct
2523190	Ov.bouwart.k	organisch	eindproduct
2523200	Pref.bouw ks	organisch	eindproduct
2524000	Ov.prod.kst.	organisch	eindproduct
2524210	Klev.prod.ks	organisch	eindproduct
2524230	Huish.art.ks	organisch	eindproduct
2524270	Kant.ben.kst	organisch	eindproduct
2524900	Ov.prod.kst.	organisch	eindproduct

APPENDIX 6

C BALANS OVER AFVALWATERZUIVERING IN RWZI

Eenheden

$$\text{kton} := 10^6 \cdot \text{kg}$$

Toevoer van afvalwater in 1991

$$\text{CZV}_{\text{inf91}} := 961.8 \cdot \frac{\text{kton}}{\text{yr}} \quad \text{RIVM, 1991}$$

Jaarlijkse afvoer met effluent

$$\text{CZV}_{\text{eff91}} := 128 \cdot \frac{\text{kton}}{\text{yr}} \quad \text{RIVM, 1991}$$

Verwijderingsrendement

$$\frac{\text{CZV}_{\text{inf91}} - \text{CZV}_{\text{eff91}}}{\text{CZV}_{\text{inf91}}} = 86.692\%$$

Productie van slib in 1991

$$\text{CZV}_{\text{vers91}} := 411.7 \cdot \frac{\text{kton}}{\text{yr}} \quad \text{RIVM, 1991}$$

Afvoer met effluent in 2007

$$\text{CZV}_{\text{eff}_07} := 79 \cdot \frac{\text{kton}}{\text{yr}} \quad \text{CBS, 2009}$$

Als aangenomen wordt dat de hoeveelheid afvalwater gelijk is gebleven, dan resulteert voor 2007 een rendement van 92%. Dit komt overeen met de CBS data.

$$\frac{\text{CZV}_{\text{inf91}} - \text{CZV}_{\text{eff}_07}}{\text{CZV}_{\text{inf91}}} = 91.786\%$$

Nu kan de hoeveelheid CZV die geoxideerd is uitgerekend worden.

$$\text{CZV}_{\text{ox}} := \text{CZV}_{\text{inf91}} - \text{CZV}_{\text{eff}_07} - \text{CZV}_{\text{vers91}} = 471.1 \cdot \frac{\text{kton}}{\text{yr}}$$

Volgens RIVM ontstaat per kg CZV_{ox} 1 kg CO₂.

$$\text{CO}_2_{\text{ox}} := \text{CZV}_{\text{ox}}$$

$$C_{\text{ox}} := \text{CO}_2_{\text{ox}} \frac{12}{(32 + 12)} = 128.482 \cdot \frac{\text{kton}}{\text{yr}}$$

De hoeveelheid C in het slib kan ook worden geschat

CZV slib per kg organische stof

$$\text{CZV}_{\text{OS}} := 1.35 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{kg}} \quad \text{RIVM 1991}$$

$$\text{OS}_{\text{slib}} := \frac{\text{CZV}_{\text{vers91}}}{\text{CZV}_{\text{OS}}} = 304.963 \cdot \frac{\text{kton}}{\text{yr}}$$

Hoeveelheid C per hoeveelheid organische stof

$$C_{\text{OS}} := 0.5$$

$$C_{\text{slib}} := \text{OS}_{\text{slib}} \cdot C_{\text{OS}} = 152.481 \cdot \frac{\text{kton}}{\text{yr}}$$

De hoeveelheid CZV in het methaangas is bekend

$$\text{CZV}_{\text{gas}} := 152.5 \cdot \frac{\text{kton}}{\text{yr}} \quad \text{RIVM 1991}$$

De hoeveelheid koolstof in het biogas (aanwezig als methaan of CO₂) kan dan berekend worden.

$$C_{\text{slib_gas}} := \frac{\text{CZV}_{\text{gas}}}{\text{CZV}_{\text{vers91}}} \cdot C_{\text{slib}} = 56.481 \cdot \frac{\text{kton}}{\text{yr}}$$

Een deel van het slib blijft over

$$\text{CZV}_{\text{stab}} := 259.2 \cdot \frac{\text{kton}}{\text{yr}} \quad \text{RIVM 1991}$$

De hoeveelheid koolstof in dit slib kan ook berekend worden

$$C_{\text{slib_stab}} := \frac{\text{CZV}_{\text{stab}}}{\text{CZV}_{\text{vers91}}} \cdot C_{\text{slib}} = 96 \cdot \frac{\text{kton}}{\text{yr}}$$

Ook de hoeveelheid koolstof in het effluent kan berekend worden.

Eenheden

$$\text{kton} := 10^6 \cdot \text{kg}$$

Toevoer van afvalwater in 1991

$$\text{CZV}_{\text{inf91}} := 961.8 \cdot \frac{\text{kton}}{\text{yr}} \quad \text{RIVM, 1991}$$

Jaarlijkse afvoer met effluent

$$\text{CZV}_{\text{eff91}} := 128 \cdot \frac{\text{kton}}{\text{yr}} \quad \text{RIVM, 1991}$$

Verwijderingsrendement

$$\frac{\text{CZV}_{\text{inf91}} - \text{CZV}_{\text{eff91}}}{\text{CZV}_{\text{inf91}}} = 86.692\%$$

Productie van slib in 1991

$$\text{CZV}_{\text{vers91}} := 411.7 \cdot \frac{\text{kton}}{\text{yr}} \quad \text{RIVM, 1991}$$

Afvoer met effluent in 2007

$$\text{CZV}_{\text{eff}_07} := 79 \cdot \frac{\text{kton}}{\text{yr}} \quad \text{CBS, 2009}$$

Als aangenomen wordt dat de hoeveelheid afvalwater gelijk is gebleven, dan resulteert voor 2007 een rendement van 92%. Dit komt overeen met de CBS data.

$$\frac{\text{CZV}_{\text{inf91}} - \text{CZV}_{\text{eff}_07}}{\text{CZV}_{\text{inf91}}} = 91.786\%$$

Nu kan de hoeveelheid CZV die geoxideerd is uitgerekend worden.

$$\text{CZV}_{\text{ox}} := \text{CZV}_{\text{inf91}} - \text{CZV}_{\text{eff}_07} - \text{CZV}_{\text{vers91}} = 471.1 \cdot \frac{\text{kton}}{\text{yr}}$$

Volgens RIVM ontstaat per kg CZV_{ox} 1 kg CO₂.

$$\text{CO}_2_{\text{ox}} := \text{CZV}_{\text{ox}}$$

$$C_{\text{ox}} := \text{CO}_2_{\text{ox}} \frac{12}{(32 + 12)} = 128.482 \cdot \frac{\text{kton}}{\text{yr}}$$

De hoeveelheid C in het slib kan ook worden geschat

CZV slib per kg organische stof

$$\text{CZV}_{\text{OS}} := 1.35 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{kg}} \quad \text{RIVM 1991}$$

$$\text{OS}_{\text{slib}} := \frac{\text{CZV}_{\text{vers91}}}{\text{CZV}_{\text{OS}}} = 304.963 \cdot \frac{\text{kton}}{\text{yr}}$$

Hoeveelheid C per hoeveelheid organische stof

$$C_{\text{OS}} := 0.5$$

$$C_{\text{slib}} := \text{OS}_{\text{slib}} \cdot C_{\text{OS}} = 152.481 \cdot \frac{\text{kton}}{\text{yr}}$$

De hoeveelheid CZV in het methaangas is bekend

$$\text{CZV}_{\text{gas}} := 152.5 \cdot \frac{\text{kton}}{\text{yr}} \quad \text{RIVM 1991}$$

De hoeveelheid koolstof in het biogas (aanwezig als methaan of CO₂) kan dan berekend worden.

$$C_{\text{slib_gas}} := \frac{\text{CZV}_{\text{gas}}}{\text{CZV}_{\text{vers91}}} \cdot C_{\text{slib}} = 56.481 \cdot \frac{\text{kton}}{\text{yr}}$$

Een deel van het slib blijft over

$$\text{CZV}_{\text{stab}} := 259.2 \cdot \frac{\text{kton}}{\text{yr}} \quad \text{RIVM 1991}$$

De hoeveelheid koolstof in dit slib kan ook berekend worden

$$C_{\text{slib_stab}} := \frac{\text{CZV}_{\text{stab}}}{\text{CZV}_{\text{vers91}}} \cdot C_{\text{slib}} = 96 \cdot \frac{\text{kton}}{\text{yr}}$$

Ook de hoeveelheid koolstof in het effluent kan berekend worden.

$$C_{\text{eff}} := \frac{\text{CZV}_{\text{eff}_07}}{\text{CZV}_{\text{OS}}} \cdot C_{\text{OS}} = 29.259 \cdot \frac{\text{kton}}{\text{yr}}$$

Een C-balans levert nu het koolstofgehalte van het influent.

$$C_{\text{inf}} := C_{\text{slib_gas}} + C_{\text{slib_stab}} + C_{\text{ox}} + C_{\text{eff}}$$

$$C_{\text{inf}} = 310.223 \cdot \frac{\text{kton}}{\text{yr}}$$

Dit getal kan natuurlijk ook geschat worden uit het influent

$$\frac{\text{CZV}_{\text{inf91}}}{\text{CZV}_{\text{OS}}} \cdot C_{\text{OS}} = 356.222 \cdot \frac{\text{kton}}{\text{yr}}$$

Het klopt (gezien de ruwe benadering) heel redelijk.

APPENDIX 7

MONIT VERSUS NIR CATEGORIEËN VOOR CO₂-EMISSIONS

NIR-reportin	MONIT-type	MONIT-sectoren
1. Energy		
A. Fuel Combustion Activities		
1. Energy Industries		
a. Public Electricity and Heat production	Totaal energetisch direct	Centrales, vuilverbranding, decentrale wkk, distributiebedrijven
b. Petroleum Refining	Totaal direct	Raffinaderijen
c. Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries	Totaal energetisch direct	Winning van energiedragers
2. Manufacturing Industries and Construction		
a. Iron and Steel	Totaal energetisch direct	Basismetaal (incl. cokesfabrieken)
b. Non-Ferrous Metals	Totaal energetisch direct	
c. Chemicals	Totaal energetisch direct	Chemie
d. Pulp, Paper and Print	Totaal energetisch direct	Papier
e. Food Processing, Beverages and Tobacco	Totaal energetisch direct	V&G
f. Other	Totaal energetisch direct	Ov. industrie (metaal, bouwmaterialen, etc.), Bouwnijverheid
3. Transport	Totaal energetisch direct	Transport
a. Civil Aviation		
b. Road Transportation		
c. Railways		
d. Navigation		
e. Other Transportation		
4. Other Sectors		
a. Commercial/Institutional		Diensten sectoren
b. Residential	Totaal energetisch direct	Huishoudens
c. Agriculture/Forestry/Fisheries	Totaal energetisch direct	L&T
5. Other		
a. Stationary		leeg
b. Mobile		Defensie
B. Fugitive Emissions from Fuels		
1. Solid Fuels		
a. Coal Mining and Handling		leeg
b. Solid Fuel Transformation	Totaal non-energetisch direct	Cokesfabrieken
c. Other		
2. Oil and Natural Gas		
a. Oil		zie natural gas
b. Natural Gas	Totaal energetisch direct	Winning aardgas, fugitive emissions
c. Venting and Flaring		Afblazen

A grid table with 10 columns and 20 rows, formed by dotted lines. The grid is located in the upper left quadrant of the page.

A series of horizontal dotted lines for writing, located in the lower left quadrant of the page. The lines are evenly spaced and extend across the width of the writing area.

EnergieTransitie - Creatieve Energie

Bedrijfsleven, overheid, kennisinstellingen en maatschappelijke organisaties zetten zich gezamenlijk in om ervoor te zorgen dat de energievoorziening in 2050 duurzaam is. Energie is dan schoon, voor iedereen betaalbaar en wordt continu geleverd. EnergieTransitie vraagt én geeft Creatieve Energie.

Contactgegevens

EnergieTransitie

Platform Groene Grondstoffen

Postbus 8242

3503 RE Utrecht

t 088 - 602 26 22

e groenegrondstoffen@agentschapnl.nl