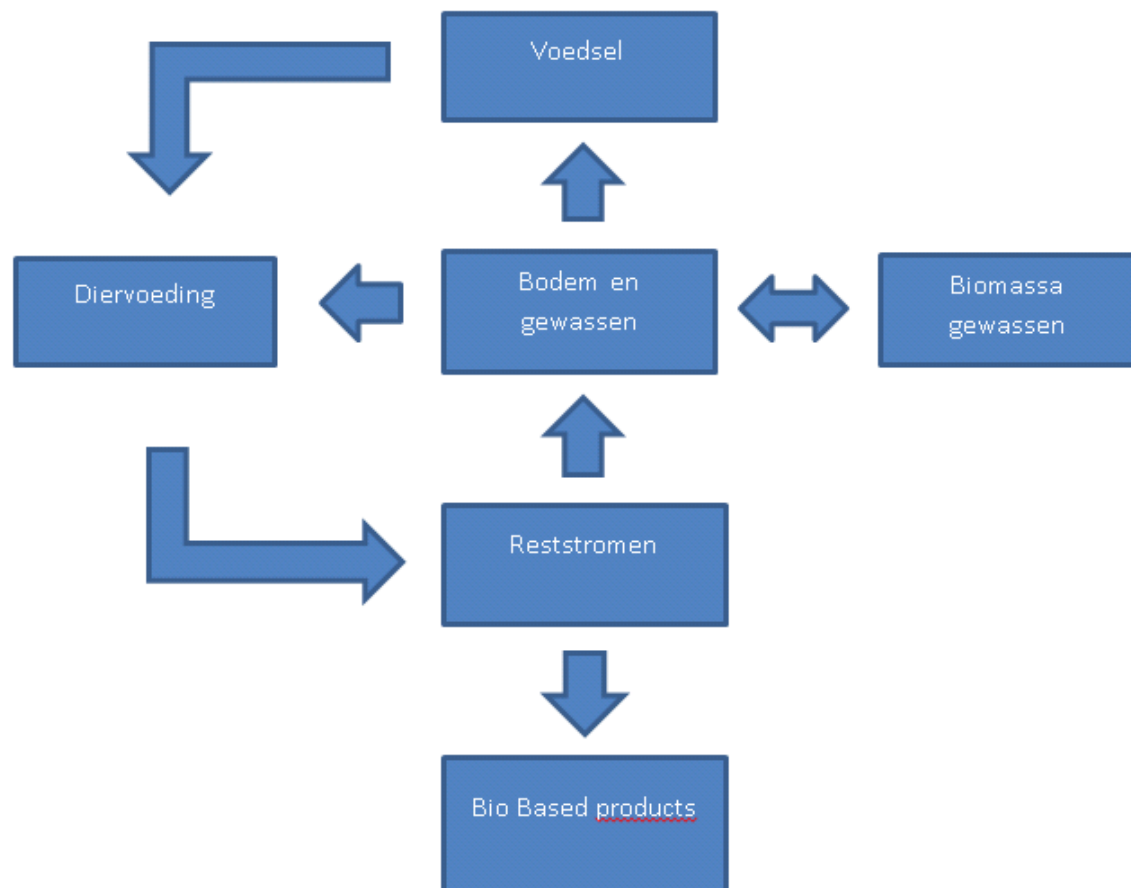


Stageverslag

“Terug naar de bodem”



Stageverslag

“Terug naar de bodem”

Studierichting

Green Business School
Plattelandsvernieuwing
Stad- en streekontwikkeling

Auteur

Freek Morel

Stage organisatie

Brabantse Milieufederatie

Stage begeleider

Piet Rombouts (Geert Verstegen)

Stage docent

Wouter Thijs

18 maart 2012
Tilburg

Freek Morel

Voorwoord

Voor u ligt het rapport opgesteld in het kader van de derdejaars stage. Met veel plezier, inspiratie en nieuw opgedane visies en ideologieën heb ik aan dit rapport gewerkt. De periode dat ik stage heb mogen lopen, november 2011 tot maart 2012, heb ik genoten. De open werksfeer en toegankelijkheid van de Brabantse Milieufederatie bevielen mij goed.

Graag wil ik via deze weg gebruik maken van het bedanken van een aantal mensen. Het afronden van een goede stage periode kan ik namelijk niet alleen, hiervoor heb ik hulp gekregen van diverse mensen zowel binnen als buiten de Brabantse Milieufederatie. Piet Rombouts en Geert Verstegen hebben door begeleiding en het geven van feedback het proces en product in een goede richting gestuurd. Ook met andere collega's heb ik kunnen sparren over bepaalde onderwerpen en visies. Ook wil ik Wouter Thijs bedanken. Hij heeft in de rol van stage begeleider vanuit de Hogeschool HAS Den Bosch mijn stage proces en product aangestuurd. Ook de bedrijven, organisaties en overheden die mee hebben geholpen door gegevens aan te leveren wil ik via deze weg bedanken.

Freek Morel
Maart 2012

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Samenvatting.....	5
1. Inleiding	6
2. Probleemstelling.....	8
3. Knelpuntenanalyse	9
3.1 Knelpunten organische stof.....	9
3.2 Knelpunten organische reststromen.....	9
3.3 Knelpunten compost	11
3.4 Knelpunten bodembeheer	11
4. Inventarisatie organische reststromen	14
5. Bodemdiensten	17
5.1 Bodem en CO2 diensten.....	17
5.2 Koolstofkringloop	17
6. De Bio Based Economy in relatie tot de bodem.....	20
6.1 Huidige visie overheid Bio Based Economy.....	20
6.2 Gewenste visie Bio Based Economy	22
7. Conclusies en aanbevelingen	23
7.1 Conclusies.....	23
7.2 Aanbevelingen.....	24
Literatuur.....	25
Bijlage 1. Tabel inventarisatie organische reststromen	27
Bijlage 2. GFT- en groenafval per gemeente	29
Bijlage 3. Totaal gemeentelijk afval provincie Noord-Brabant	31
Bijlage 4. Potentieel gewasresten Noord-Brabant.....	32
Bijlage 5: Kaart organisch afval per gemeenten in Noord-Brabant	33
Bijlage 6: Kaart reststromen Noord-Brabant.....	34

Samenvatting

Het probleem is dat biomassastromen niet efficiënt wordt ingezet. De toevoer van organisch materiaal naar de bodem om het organische stof gehalte op peil te houden is hierdoor afdoende. Het is van belang dat er een goede toevoer van organische stof plaats vindt om een goede bodem te behouden. Dat gebeurt heel vaak niet, waardoor er op veel gronden in Noord-Brabant bodemdegradatie optreedt. Dit heeft grote (negatieve) gevolgen voor de bodemvruchtbaarheid op de zandgronden in Noord-Brabant. Goed beheren van bodem en een goede bodemkwaliteit hebben grote invloed op o.a. de productie, de bodembiodiversiteit en waterhuishouding. Door de grondbewerking, vruchtwisseling, bemesting en waterhuishouding van de bodem te reguleren, kan de kwaliteit van de bodem verbeteren.

Organische reststromen zijn van groot belang voor de bodem. Doordat reststromen een bron van organische stof bevatten, kunnen deze bijdragen aan de opbouw van organische stof in de bodem. Er zijn drie verschillende soorten organische reststromen waar onderscheid in wordt gemaakt; Upstream, Secondstream en Downstream. Respectievelijk stromen uit de agro-industrie, stromen vrijkomend uit verwerking van producten en stromen vrijkomend na gebruik, zoals GFT-afval. Van deze reststromen is een deel geschikt om als organische toevoer te dienen en een deel is daar niet voor geschikt doordat veel stoffen tijdens de productie zijn toegevoegd.

In de klimaatverandering speelt de bodem een belangrijke rol. Er zit namelijk drie keer zoveel koolstof opgeslagen in de grond dan in de atmosfeer en vier keer zo veel als in alle biomassa. De landbouw kan zowel een mitigerende functie (verminderen van uitstoot) als een adaptieve functie (aanpassen aan klimaatverandering) verrichten. De koolstofkringloop is de wereldwijde kringloop van koolstof tussen het aardoppervlak, de oceanen en de atmosfeer. De uitwisseling van koolstof in de korte koolstofkringloop vindt plaats tussen opslagsystemen die direct met elkaar in contact staan.

In de Bio Based Economy worden veel reststromen gebruikt om onder andere materialen, chemicaliën en brandstoffen op te wekken. Onder andere gewasresten, resten uit voedingsindustrie en resten van diervoeding worden in de Bio Based Economy verwerkt. Verwerking van deze materialen worden geselecteerd op hoogwaardigheid. Juist de reststromen die worden gebruikt in de Bio Based Economy zijn waardevol om te gebruiken als organische stof toevoer voor de bodem. Met name gewasresten of ander organisch materiaal dat makkelijk gecomposteerd kan worden zijn hier geschikt voor.

1. Inleiding

Het onderzoek dat dit rapport beschrijft is uitgevoerd in het kader van een stage dat onderdeel is van de studie Stad- en streekontwikkeling (derde jaar) aan de Hogeschool HAS Den Bosch. De stage is uitgevoerd in opdracht van de Brabantse Milieufederatie te Tilburg. Dit rapport is ten eerste bedoeld voor de Brabantse Milieufederatie zelf, maar ook voor geïnteresseerden op het gebied van duurzaamheid, bodem en Bio Based Economy.

Aanleiding

Door de intensieve grootschalige productie van de laatste decennia, met name in de akkerbouw, is de druk op het grondgebruik enorm toegenomen. Deze trend heeft een grote invloed op het organische stof gehalte in de bodem. Hierdoor is er op de Brabantse zandgronden sprake van een sterke bodemdegradatie. De bodemstructuur en het organische stof gehalte van de bodem, en daarmee de bodemvruchtbaarheid, staat in Noord-Brabant enorm onder druk. Daarbij worden er subsidies verleend aan het verbranden van biomassa. Deze biomassa is juist hard nodig om het organische stof gehalte van de bodem op peil te houden.

Visie

Op het rapport berust de visie van de Brabantse Milieufederatie. De Brabantse Milieufederatie is een stichting die opkomt voor natuur, milieu en landschap. In deze visie staan de volgende speerpunten centraal: duurzaamheid, klimaat en het sluiten van de landbouwkringlopen. Het onderzoek dat is uitgevoerd is gebaseerd op deze drie speerpunten. Deze speerpunten volgen de hoofdlijn van dit rapport.

Biomassa zou ingezet moeten worden op een zo hoog mogelijke toepassing. In de ladder van Lansink en de ladder van Moerman staat beschreven wat de meest hoogwaardige en wat de meest laagwaardige toepassing is. Hierin is hergebruik en ontwikkeling van nieuwe materialen het meest hoogwaardig en verbranding en energieopwekking het meest laagwaardig. Biomassa zou dus zoveel mogelijk gecomposteerd moeten worden en ingezet worden als bodemverbeteraar en gewasresten kunnen het best ondergewerkt worden op het land. Zonder geen goede input van de bodem, komt er ook geen goede output.

Opdracht en werkwijze

Dit heeft geleidt tot de volgende opdracht omschrijving:

- Voer een inventarisatie uit naar de organische reststromen in de provincie Noord-Brabant, met hierin een beschrijving van de knelpunten en een inventarisatie met beschrijving van de reststromen;
- stel een verkennend plan op hoe koolstof in de bodem kan worden vastgelegd door het organische stof gehalte van de bodem te vergroten.

Om tot een goed resultaat te komen is een juiste werkwijze van belang. De eerste weken van de stage periode zijn besteed aan literatuuronderzoek. Vervolgens zijn verschillende bedrijven en organisaties uit diverse sectoren benaderd (agro- en voedingsmiddelenindustrie, Staatsbosbeheer, onderzoeksbureaus, overheden etc.) en zijn er diverse LinkedIn discussies opgestart en kennisdagen

bijgewoond om kennis, informatie en gegevens te verzamelen. Daarnaast zijn gegevens telefonisch of via mailcontact beschikbaar gesteld.

Leeswijzer

Het rapport is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 wordt het probleem geformuleerd. De probleemstelling legt de grondslag voor het rapport en zal in het hoofdstuk “conclusies en aanbevelingen” worden beantwoord. Hoofdstuk 3 omvat een knelpunten analyse, waarin knelpunten op het gebied van organische stof, compost en bodembeheer naar voren komen; met als uitgangspunten duurzaamheid, milieu en klimaat. In hoofdstuk 4 wordt een inventarisatie van organische reststromen weergegeven. In dit hoofdstuk staan reststromen uit de gehele productieketen centraal. Allereerst wordt beschreven welke reststromen er bestaan en waar deze vrijkomen, vervolgens wordt beschreven hoeveel stromen er per sector vrijkomen en of deze geschikt zijn voor toevoer van organische stof voor de bodem of niet. In hoofdstuk 5 wordt de mogelijkheid beschreven voor het ontwikkelen van een “bodemdienst” en de mogelijkheid voor het vastleggen van koolstof in de bodem. De koolstofkringloop en de toevoer van organisch materiaal naar de bodem staat hierin centraal. Hoofdstuk 6 draait om de invloed van de Bio Based Economy op de bodem. Hierin staat hoe de overheid denkt de kringlopen in de Bio Based Economy te sluiten en hoe de optimale kringloop zou zijn voor het behoud van een goede bodem. Vervolgens wordt in hoofdstuk 7 de conclusies en aanbevelingen weergegeven. In bijlage 1 is een tabel weergegeven waarin de geïnventariseerde reststromen zijn weergegeven. Bijlage 2 bedraagt een tabel met daarin de hoeveelheid GFT- en groenafval per gemeente in Noord-Brabant. Bijlage 3 bevat de totale hoeveelheid organisch afval in de provincie Noord-Brabant. Het potentieel van het aantal gewasresten in Noord-Brabant is weergegeven in bijlage 4. De kaart van de hoeveelheid organisch afval per gemeente in Noord-Brabant, gemaakt vanuit de tabel uit bijlage 2, is in bijlage 5 bijgevoegd. Bijlage 6 geeft een kaart weer van de organische reststromen, weergegeven in bijlage 1, visueel weer.

2. Probleemstelling

Door de aanvoer van onder andere (kracht)voer, kunstmest en verbranding van biomassa de nutriëntenkringlopen (fosfor en stikstof) en de koolstofkringloop worden verbroken. Aan het verbranden van biomassa zit ook subsidie verbonden. Door het verbranden van biomassa komt er veel CO₂ in de lucht terecht, waardoor het broeikaseffect wordt versterkt. Het omzetten van biomassa in energie is echter wel duurzamer dan het gebruik van fossiele brandstoffen. Echter heeft de inzet van biomassa tot gevolg dat er minder organische stof toegevoerd wordt naar de bodem.

Door het importeren en het kunstmatig toevoegen van nutriënten aan bodems worden de landbouwinglopen doorbroken. Doordat de kringlopen doorbroken worden treden er tekorten en overschoten op, waardoor aan de ene kant uitputting en aan de andere kant overbesteding optreedt. Op de uitgeputte bodems groeien planten steeds minder goed, doordat de voedingsstoffen (nitraat en fosfaat) uit de bodem verdwijnen. Tegelijkertijd treedt er verzuuring en verlies aan biodiversiteit op bij de bodems die juist te rijk zijn aan nutriënten.

Vanaf de industriële revolutie is de landbouw in Nederland steeds meer geïntensiveerd. Deze ontwikkeling heeft de manier van het bewerken van het land sterk doen veranderen. Niet alleen is de druk op het bodemgebruik per hectare flink toegenomen, maar ook onder andere de verwerking, de structuur en de manier van toedienen van de mest is hierdoor veranderd. Vroeger werd vooral gebruik gemaakt van potstalmest, wat een goede structuur heeft en gemengd is met onder andere stro en (micro)organismen. Dit zorgde voor een goede toevoer van organische stof aan de bodem en een goede bodemstructuur. Tegenwoordig wordt er veel gebruik gemaakt van drijfmest. Door het gebruik van drijfmest of kunstmest treedt er verlies op van organische stof en neemt de bodemstructuur af. Dit komt doordat drijfmest weinig en kunstmest geen organische stof bevat en een slechte structuur heeft. De hoeveelheid organische stof is juist belangrijk voor de bodem en voor de landbouw. Wanneer er weinig of zelfs geen organische stof meer in de bodem zit, slibt de bodem dicht en kan er niks meer op de bodem worden verbouwd. Daarom is het belangrijk dat de manier van het verbouwen van het land veranderd, om een duurzame landbouwsector te ontwikkelen.

Het probleem is dat biomassastromen niet efficiënt wordt ingezet. De toevoer van organisch materiaal naar de bodem om het organische stof gehalte op peil te houden is hierdoor afdoende. Het is van belang dat er een goede toevoer van organische stof plaats vindt om een goede bodem te behouden. Dat gebeurt heel vaak niet, waardoor er op veel gronden in Noord-Brabant bodemdegradatie optreedt. Dit heeft grote (negatieve) gevolgen voor de bodemvruchtbaarheid op de zandgronden in Noord-Brabant.

3. Knelpuntenanalyse

In dit hoofdstuk komen knelpunten op het gebruik/ontwikkeling en wet- en regelgeving van compost, organische reststromen, organische stof en de bodem aan het licht. Alle beschreven knelpunten hebben als uitgangspunt milieu, klimaat en duurzaamheid en sluiten aan bij de eerder beschreven visie van waaruit dit rapport is geschreven.

Deze analyse geeft een beeld van de knelpunten en legt een basis voor de volgende hoofdstukken van dit rapport. In het hoofdstuk “conclusies en aanbevelingen” worden oplossingen gezocht hoe de knelpunten opgelost kunnen worden.

3.1 Knelpunten organische stof

Iedere bodem ter wereld bevat organische stof, oftewel OS, in de boven- en onderlaag van de bouwvoor; de bovenste 30 cm van de bodem. Men kan wel zeggen dat organische stof de basis is voor een vruchtbare bodem. Per bodem verschilt de hoeveelheid en de kwaliteit van de organische stof en daarmee de mate van vruchtbaarheid. Organische stof is de verzamelnaam van verschillende organische stoffen in de bodem die gemakkelijk dan wel moeilijk afbreekbare verbindingen bevatten. In de provincie Noord-Brabant ligt het gemiddelde organische stof gehalte iets hoger dan 2%; dit verschilt echter per bodemsoort en per functie (akkerbouw of veehouderij). De aanvoer van effectieve organische stof per kg N en P (nitraat en fosfaat) neemt toe in de volgorde: kippenmest, dunne varkensmest, dunne rundermest, vaste rundermest, GFT-compost en groencompost. Effectieve organische stof, ook wel EOS genoemd, is de organische stof die een jaar na toediening nog niet is afgebroken. De volgende knelpunten worden waargenomen op het gebied van organische stof:

1. Het is moeilijk om het OS gehalte in de bodem te sturen. De effecten van het leveren van OS aan de bodem zijn pas na lange perioden waar te nemen. Denk hierbij aan een tijdslijn langer dan 10 jaar. Met name de balans in de jonge en oude organische stof is moeilijk te sturen, met name de bodemsoort heeft hier grote invloed op;
2. het aanvoeren van OS lost maar een deel van het probleem op, doordat dit voornamelijk bestaat uit jonge organische stof dat snel wordt afgebroken door het bodemleven. Hierdoor blijft maar een klein gedeelte van de toegediende organische stof na een jaar over;
3. met name op akkerbouwgronden heeft het organische stofgehalte een kritiek punt bereikt;
4. door een te laag organische stofgehalte is de nutriënten buffering (vasthouden van nutriënten) van de bodem te laag (minder buffering leidt tot een lagere pH waarde) en neemt de bodemweerbaarheid af;
5. het vastleggen van koolstof in de bodem wordt niet gestimuleerd en het huidige beleid is niet gericht op het organische stof gehalte van de bodem. De nitraat richtlijn is alleen gericht op nutriënten, er zou ook een dergelijke richtlijn moeten komen voor organische stof;
6. organische stof buffert nutriënten, dus bij afbraak van organische stof komen veel nutriënten vrij. Deze nutriënten kunnen uitspoelen.

3.2 Knelpunten organische reststromen

Organische reststromen zijn van groot belang voor de bodem. Doordat reststromen een bron van organische materiaal bevatten, kunnen deze in potentie bijdragen aan de opbouw van organische stof in de bodem. Er zijn drie verschillende soorten organische reststromen waar onderscheid in wordt

gemaakt. De verschillende stromen komen in verschillende fasen van productie vrij en hebben een andere aard en samenstelling. Er wordt onderscheid gemaakt in drie type reststromen, primaire reststromen of ook wel upstream, secundaire reststromen en tertiaire reststromen of ook wel downstream. Meer informatie over reststromen is te vinden in hoofdstuk 4. De knelpunten die onderstaand worden beschreven hebben betrekking op de inzet van reststromen voor het verbeteren van de bodem:

1. Organische reststromen bevatten soms verontreinigingen en altijd nutriënten, waardoor het niet zomaar op het land aangebracht mag worden;
2. meststoffen in de vorm van gewasresten worden alleen toegelaten wanneer ze een “verwaarloosbaar risico” bevatten voor het milieu; bijvoorbeeld door gewasbeschermingsmiddelen. Het is kostbaar om alle organische stromen te testen op verontreinigingen;
3. het is moeilijk te bepalen wat de exacte samenstelling is van de reststromen. Het is hierdoor moeilijk te bepalen hoeveel organische reststromen op het land aangevoerd moeten/mogen worden, omdat de hoeveelheid nutriënten fluctueert. Daarnaast kunnen reststromen ook zware metalen bevatten;
4. de definitie van afval in de Wet milieubeheer is slecht afgebakend, waardoor veel problemen plaatsvinden in het gebruik van organische stromen. Het is aan te raden om de huidige Wet- en regelgeving te analyseren en waar nodig te optimaliseren. Op dit moment kunnen veel reststromen niet ingezet worden als toevoer van organisch materiaal voor de bodem. Wanneer deze knelpunten worden weggenomen kunnen veel reststromen worden ingezet om de bodem te verbeteren;
5. het is moeilijk om de hoeveelheid biomassa en organische reststromen te kwantificeren. Van veel stromen is de productie niet constant, dit heeft invloed op de verwerking van de reststromen. Wanneer stromen vaak fluctueren (in kwantiteit en in kwaliteit) wordt vaak voor verbranding of vergisting gekozen. Door de fluctuatie in de kwaliteit is het moeilijk (en duur) om te monitoren welke stoffen bepaalde reststromen bevatten (dit geldt voornamelijk voor stromen in de voedingsmiddelenindustrie);
6. veel reststromen worden verbrand, waardoor de waarde niet optimaal wordt benut. Zoals in de visie in de inleiding is beschreven is verbranden en energie opwekking de meest laagwaardige toepassingen van organische reststromen en biomassa;
7. de beschikbare organische stromen worden niet efficiënt ingezet;
8. op dit moment vindt er een overschot plaats op de capaciteit van de AVI's (verbrandingsovens). Dat wil zeggen dat het aanbod van biomassa lager is dan de capaciteit om te verbranden. Het gevaar dreigt dat er getrokken wordt aan biomassa dat hoogwaardig is om te verbranden, waardoor minder organische stof naar de bodem kan worden aangevoerd. Hierdoor wordt veel biomassa geïmporteerd;
9. sinds half december 2011 hebben alle 12 AVI's in Nederland de status “installatie voor nuttige toepassing” gekregen. Door deze ontwikkeling wordt het waarschijnlijk aantrekkelijk voor bedrijven om reststromen te leveren aan AVI's met deze status;
10. om de ontwikkeling tot een Bio Based Economy te versnellen, wordt de komende tijd de Wet- en regelgeving omtrent organische reststromen versoepeld. Bermmaaisel valt op dit moment onder de Kaderrichtlijn afvalstoffen, waardoor het moeilijk is om het nuttig toe te

passen (afval mag geen meststof zijn). Wanneer dit aangepast zou worden kan bermmaaisel gemakkelijk gecomposteerd worden;

11. door de recente wijziging van de Wet milieubeheer is het gemakkelijk om co-vergisting toe te passen. Volgens de afvalbrief (Atsma, augustus 2011) kunnen vergistingsinstallaties gemakkelijk afval verwerken zonder aan de afvalstoffenregeling te voldoen. Voor co-vergisting wordt organisch materiaal gebruikt (meestal maïs) om energie te leveren. Deze maïs kan veel beter gebruikt worden voor voedsel of veevoer. Op dit moment wordt onderzocht of het digestaat moet voldoen aan de meststoffenregelgeving;
12. op dit moment wordt de energie opwekking vanuit organisch materiaal gestimuleerd middels subsidiegelden. Deze subsidiegelden werken verstrend en belemmeren nieuwe innovaties.

3.3 Knelpunten compost

Composteren is het biologische proces waarbij door het toevoegen van zuurstof, organisch materiaal wordt afgebroken. Compost heeft een poreuze structuur en bestaat uit stabiele humusachtige verbindingen. In principe kan alles gecomposteerd worden, als het maar organisch materiaal is. Ook mest kan gecomposteerd worden, mits het een goede structuur heeft (bijvoorbeeld potstalmest). Compost wordt als een belangrijk middel gezien om het organische stof gehalte in de bodem op peil te houden. Op het gebied van compost worden de volgende knelpunten waargenomen:

1. Bij compostering gaat energie en koolstof (in de vorm van CO₂) verloren, waardoor het gecomposteerde product niet efficiënt wordt benut;
2. wettelijk worden gewasresten die het bedrijf verlaten gezien als afvalstoffen en afval mag niet ingezet worden als meststof. Aan compostering van deze afvalstoffen zijn een aantal eisen gesteld die het onaantrekkelijk maken om decentraal (op meerdere locaties, kleinschalig) te composteren. Ook zijn lekvoorkomende vloeren erg duur, waardoor deze vloeren niet altijd worden aangeschaft. Hierdoor kunnen N en P emissies optreden. Centraal composteren kan, maar levert meer CO₂ emissie op door transport, maar beperkt de N en P emissies. Voor beide zijn er dus voordelen en nadelen;
3. tegenwoordig wordt veel compost verhit tot een temperatuur boven de 80 graden Celsius, hierdoor wordt het bodemleven in de compost vernietigd en gaat een belangrijke functie van de compost verloren;
4. voor gebruik van compost moet je betalen en voor gebruik van drijfmest krijg je geld toe;
5. er heerst een gebrek (bij de uitvoerders) aan kennis over de meest optimale toepassing van organische stof en compost;
6. er is momenteel niet genoeg compost beschikbaar om het OS gehalte te verhogen of te behouden.

3.4 Knelpunten bodembeheer

Goed beheren van bodem en een goede bodemkwaliteit hebben grote invloed op o.a. de productie, de bodembiodiversiteit en waterhuishouding. Het is niet mogelijk om de bodemsoort te veranderen, maar het is wel mogelijk om de kwaliteit van de bodemsoort te verbeteren. Door de grondbewerking, vruchtwisseling, bemesting en waterhuishouding van de bodem te reguleren, kan de kwaliteit van de bodem verbeteren.

Op het gebied van waterhuishouding vinden vooral problemen plaats op het toepassen van peilbeheer, bijvoorbeeld het beheer van het grondwaterpeil, het slootwaterpeil en egalisatie, begreppeling en beregening. Maatregelen op dit gebied hebben invloed op de draagkracht, de bewerkbaarheid van de bodem en de levering van vocht aan het gewas. Bewerking van de bodem in natte periodes kan blijvende structuurschade opleveren. De hoeveelheid organische stof heeft een belangrijk effect op het vasthouden van vocht in de bodem.

De vruchtwisseling heeft invloed op alle bodemfuncties en eigenschappen van de bodem. Het aanleggen van vanggewassen, groenbemesters en het laten onderwerken van gewasresten zorgen voor een toevoer van organische stof in de bodem. Aanvoer van organisch materiaal is zowel essentieel voor lichte gronden (belangrijk voor vochtretentie) als voor zware gronden (belangrijk voor de bewerkbaarheid van de grond).

Het is essentieel om de juiste intensiteit van grondbewerking toe te passen. Intensieve grondbewerking of bewerking op te natte gronden levert blijvende structuurschade aan de bodem op en tast het bodemleven aan. Zware mechanisatie is funest voor een goede bodemkwaliteit. Op dit gebied zijn al veel technische ontwikkelingen in gang gezet. De volgende knelpunten op het gebied van bodembeheer worden in relatie tot de probleemstelling waargenomen:

1. Het gevaar dreigt dat het bij de nieuwe mestwetgeving lastiger wordt om organische stof aan te voeren. In de nieuwe wetgeving staat de aanvoer van fosfaat centraal. Op bodems met een hoog Pw-gehalte mag minder mest aangevoerd worden. Ook mag er niet meer fosfaat aangevoerd worden dan afgevoerd wordt via het gewas.
2. het komt vaak voor dat gronden van biologische bedrijven een hoog Pw-gehalte hebben. Hierdoor zijn bedrijven zelf aangewezen op het aanleveren van organische stof op hun bodems, bijvoorbeeld door het telen van luzerne, graan of grasklaver;
3. de verbetering van de bodemvruchtbaarheid zonder gebruik van organische reststoffen wordt steeds lastiger. Daarom moeten de reststromen wel gebruikt worden als bodemverbeteraar en niet als energie bron om de kringloop in stand te houden;
4. de landbouwsector is te afhankelijk van het aan- en afvoeren van water. Daardoor wordt het voor waterbeheerders moeilijk om in de toekomst te reguleren (o.a. grondwaterstand en water aan- en afvoer);
5. de kwaliteit van de bodem heeft grote invloed op de kwaliteit van de voedselproducten. Als de bodem slecht is, zijn de producten dat ook;
6. te intensieve bouwplannen leiden tot een afnemende bodemkwaliteit;
7. de biologische bodemkwaliteit en bodemstructuur nemen af. Ook is er een gebrek aan watervasthoudend vermogen van de bodem. Door verdichting van de bodem kan de bodem geen water meer vasthouden;
8. door verdichting van de bodem treedt er oppervlakkige uitspoeling op van nutriënten;
9. tijdens het zaaien en oogsten is de bewerkbaarheid van de bodem niet optimaal;
10. bodem- en waterbeleid sluiten niet op elkaar aan. Het ontwikkelen van een goede waterkwaliteit en een goede bodemkwaliteit lijken hierdoor niet goed samen te gaan. Het gevaar is dat het ene milieu probleem over gaat in het andere milieuprobleem. Door organisch materiaal toe te voegen aan de bodem, worden ook nutriënten aangeleverd die mogelijk kunnen uitspoelen. Daarbij hebben maatregelen voor waterkwantiteit en kwaliteit (bijvoorbeeld hoge grondwaterstanden) nadelig effect op de bewerkbaarheid van de bodem;

11. landbouwkundig is de productie op lange termijn onzeker, met name de akkerbouw in Noord-Brabant;
12. de huidige gewaskeuzes passen niet bij de bodemsoort. In principe is akkerbouw op zandgrond niet mogelijk, maar door de huidige technieken kan het nu wel;
13. bodemvruchtbaarheid op peil houden zonder organische reststoffen is binnen de huidige mestwetgeving steeds lastiger.

(bron: diverse LinkedIn discussies en kennisbijeenkomsten)

4. Inventarisatie organische reststromen

In dit hoofdstuk wordt een inventarisatie weergegeven van de organische reststromen in de provincie Noord-Brabant. In de bijlage (bijlage 1) is een tabel weergegeven met daarin de geïnventariseerde organische stromen in de agro- en voedingsindustrie, slibstromen en houtstromen. Dit zijn niet alle stromen in heel de provincie, maar het geeft wel een indicatie van de orde van grootte in de beschikbaarheid van reststromen. In bijlage 2 is een inventarisatie bijgevoegd van de hoeveelheid GFT- en groenafval per gemeente in de provincie Noord-Brabant. Bijlage 3 geeft de totale hoeveelheid GFT- en groenafval in provincie Noord-Brabant weer. In bijlage 4 is het potentieel aan agrarische reststromen weergegeven. Dit is berekend door het totale areaal per gewas in Noord-Brabant te vermenigvuldigen met de oogstresten per gewas. In bijlage 6 is een kaart bijgevoegd waarin de geïnventariseerde reststromen visueel zijn weergegeven.

In de productieketen van nagenoeg alle producten komen reststromen vrij. In dit geval gaat het specifiek over stromen die vrijkomen bij de ontwikkeling van producten van organische aard. Reststromen zijn stromen van stoffen die vrijkomen bij het be- en verwerken van producten. Het zijn kort gezegd afvalstromen. Echter kan dit afval vaak nog goed gebruikt worden bij het maken van andere producten of grondstoffen. In verschillende fasen van de productieketen komen ook verschillende stromen met andere samenstellingen vrij die ieder van verschillende kwaliteit zijn. Er wordt onderscheid gemaakt in drie verschillende soorten reststromen.

Primaire reststromen of ook wel “upstream”. Dit zijn stromen die vrijkomen voorafgaand aan de productie, bij het oogsten van gewassen, opslag en verwerking op het bedrijf waar het is geproduceerd. Dit zijn stromen van hoge kwaliteit en zijn uitermate geschikt om te gebruiken voor het verbeteren van de bodem. Het is mogelijk om op de verwerking van deze reststromen invloed uit te oefenen. De hoeveelheid van deze stromen is niet constant. Doordat het areaal aan geteelde gewassen regelmatig verandert, verandert de hoeveelheid en samenstelling dus ook. Dit legt beperkingen op aan de beschikbaarheid van de reststromen.

Secundaire stromen, deze stromen komen vrij tijdens de productie. Wanneer tijdens de productie stoffen of producten zijn toegevoegd, kunnen deze stromen vervuild zijn. In het algemeen wordt dit goed gemonitord, zodat de stromen hoogwaardig ingezet kunnen worden. Door de toegevoegde stoffen worden secundaire stromen, zoals bierbostel bij de productie van bier en aardappelstoomschillen bij de productie van friet, meestal gebruikt als veevoer. Deze stromen worden centraal geproduceerd en de hoeveelheid in productie is constant. De agro- en voedingsindustrie heeft invloed op de verwerking van deze reststromen.

Ten slotte “downstream”, dit zijn de reststromen die vrijkomen bij gebruik van het product. Hieronder valt bijvoorbeeld GFT-afval of supermarkt afval. De exacte samenstelling van deze reststromen is moeilijk te bepalen, waardoor de kans groot is dat producten vervuild zijn. Van GFT-afval kan echter wel compost van redelijk goede kwaliteit gemaakt worden en is dus geschikt om als grondstof voor de bodem te gebruiken. Voor supermarkt afval geldt dit niet. Dit kan in potentie ingezet worden om energie uit te halen.

Daarnaast komen nog reststromen vrij uit natuurgebieden en dergelijke. Bijna alle houtstromen uit de natuurgebieden, in ieder geval in de provincie Noord-Brabant, worden verbrand. Van maaisel uit

natuurgebieden en ander groenafval wordt in het algemeen groencompost gemaakt, indien de regelgeving dit toelaat. Deze stromen zijn van hoge kwaliteit en zijn geschikt om compost van te maken. Door de hoge kwaliteit van houtstromen zouden deze stromen in principe niet ingezet moeten worden om te verbranden en juist ingezet worden als bodemverbeteraar.

Agrarische reststromen (Upstream)

Agrarische reststromen worden gedefinieerd als upstream reststromen. In totaal wordt er in de provincie Noord-Brabant rond de 2 miljoen ton aan agrarische reststromen geproduceerd. Dit is berekend door het areaal van geteelde gewassen (*bron: CBS 2011*) te vermenigvuldigen met de hoeveelheid gewasresten per gewas (*bron: Alterra*). Suiker Unie verwerkt een deel van deze gewassen, vooral suikerbieten en cichorei, tot biogas. Cosun (onderdeel van Suiker Unie) en Lamb Weston verwerken een grote hoeveelheid aan aardappelresten. Van de andere reststromen wordt een deel gebruikt voor veevoer, met name mais, en een deel wordt ondergewerkt op het land, met name stroachtige gewassen. Gewassen die stroresten bevatten leveren in het algemeen het meest organische stof aan de bodem, waardoor het aantrekkelijk is om deze gewasresten onder te werken. Ook gewasresten met diepe wortelstructuren zijn nuttig om in de bodem te laten zitten. Dit zorgt voor een goede structuur en bodemleven, met name Mycorrhiza schimmels profiteren hier van. Deze schimmels hebben een grote positieve invloed op de bodemvruchtbaarheid (*bron: kennisdag vruchtbare zandgronden*). Veel gewasresten worden echter ingezet bij co-vergisting of bij andere manieren van biogas opwekking. Terwijl in principe zoveel mogelijk gewasresten moeten worden terug gevoerd naar de bodem als bron van organische stof toevoer om het organische stof gehalte op peil te houden; zoals in de opgestelde visie is beschreven. Er zijn vele manieren om energie op te wekken en maar weinig om een goede organische stof opbouw te verkrijgen. Geen enkele andere soort reststromen zijn beter geschikt voor de bodem als agrarische reststromen; lees gewasresten. GFT en groenafval zijn ook geschikt, maar zullen eerst gecomposteerd moeten worden. Per jaar wordt er natuurlijkerwijs ongeveer 2000 kg organische stof per hectare afgebroken. (*bron: ASG, NMI, LBI: Werkblad organische stof balans; trendanalyse organische stof*). Dit zal dus per jaar ook aangevoerd moeten worden om het organische stof gehalte op peil te houden. (*bron: WUR*).

Agro- en voedingsindustrie (secundaire stromen)

Bij de verwerking van agrarische producten in de agro- en voedingsindustrie komen veel reststromen vrij. Producten uit de agro industrie worden meestal ingezet als veevoer en producten uit de voedingsindustrie worden vergist, of verder ontleed. Het is meestal niet mogelijk om deze stromen te gebruiken voor organische stof toevoer voor de bodem. Dit komt doordat er vaak veel stoffen of producten gedurende de productieketen worden toegevoegd. Dit kunnen bijvoorbeeld kunstmatige producten zijn, hier kan beter een andere bestemming voor worden gezocht. Hoeveel reststromen er in de agro- en voedingsindustrie rondgaan is niet bekend. Veel bedrijven willen gegevens hierover niet prijsgeven, maar dit loopt hoogstwaarschijnlijk op tot in de miljoenen tonnen per jaar.

Gemeentelijk afval, GFT- en groenafval (Downstream)

In bijlagen 2 en 3 zijn tabellen bijgevoegd waarin respectievelijk de hoeveelheid GFT- en groenafval per gemeente per inwoner (in kilo's) en de totale hoeveelheid gemeentelijk GFT- en groenafval in de provincie Noord-Brabant is weergegeven. (*bron: CBS-statline*). In de hele provincie wordt in totaal 198.000 ton GFT-afval en 114.000 ton Grof-tuinafval ingezameld. Hiervan wordt meestal compost gemaakt, maar een deel wordt ook ingezet om biogas en elektriciteit op te wekken (*vereniging afvalbedrijven*). Daarnaast wordt 178.000 ton papier en karton ingezameld, dit kan ingezet worden

om vezels te ontwikkelen middels bio raffinage (*bron: Dutch Biorifinery Cluster*). Van deze vezels kunnen allerlei hoogwaardige producten gemaakt worden. De gemeenten in Noord-Brabant zamelen ook hout in, ongeveer 61.000 ton. Afhankelijk van de kwaliteit en de mogelijke verontreiniging kan dit wel of niet worden gecomposteerd.

Slibstromen (Downstream)

Slibstromen komen vrij bij de zuivering van riool- en afvalwater. De geïnventariseerde hoeveelheid slibstromen in de provincie Noord-Brabant komt ongeveer neer op 120.000 ton en worden geproduceerd door RWZI's en bierbrouwerijen. Deze stromen bevatten vaak zware metalen en hormonen. Hierdoor zijn de stromen vaak verontreinigd en kunnen ze niet ingezet worden als bodemverbeteraar. Verder is het ook niet mogelijk om een andere nuttige toepassing aan het verwerken van slib te koppelen. Het is wel mogelijk om nutriënten, met name fosfaat, terug te winnen uit slib. SNB Moerdijk verwerkt al het geproduceerde slib uit Noord-Brabant, zij verwerken 420.000 ton slib koek per jaar met een droge stof gehalte van gemiddeld 24%. Voor de verbranding van het slib wordt eerst het water gezuiverd en alle zware metalen en fosfaat verwijderd. Na de verbranding van slib ontstaan twee reststromen: rook en communaal zuiveringsslib. 60% van de geproduceerde rook (60.000 ton CO₂-eq per jaar) wordt via pijpleidingen geleverd aan Omya; dit is een bedrijf dat kalkproducten maakt voor bijvoorbeeld dikmakers in papier. Het fosfaat uit het communaal zuiveringsslib wordt gebruikt om onder andere brandvertragend materiaal, voedingsmiddelen, kunstmest en asfalt te maken. Zo wordt toch een poging gedaan om zoveel mogelijk stoffen te herwinnen uit een stroom die wordt gezien als afvalstroom. (*bron: SNB Moerdijk*)

Houtstromen

Het is moeilijk een indicatie te krijgen van de hoeveelheid houstromen uit bossen en andere natuurgebieden. Hiervoor zijn meerdere oorzaken. De houtoogst is niet constant, dat wil zeggen dat het ene jaar meer wordt gekapt dan het andere jaar. De grove schatting van de oogst van hout uit bossen ligt ongeveer tussen de 5.000 ton en de 50.000 ton per jaar, het zelfde geldt voor maaisel uit natuurgebieden.

In de provincie Noord-Brabant wordt veel hout verbrand; de geïnventariseerde hoeveelheid bedraagt ongeveer 1 miljoen ton. Dit hout wordt verbrand in de Amercentrale in Geertruidenberg en in een energiecentrale in Cuijk (*bron: Essent*). De hoeveelheid verbrand hout streept de productie van hout ruimschoots weg, wat betekent dat waarschijnlijk veel houstromen uit andere regio's worden gehaald.

Houtachtig materiaal is een essentieel onderdeel van compost. Zonder het gebruik van houtachtig materiaal treden er in het composteringsproces anaerobe omstandigheden op. Hierdoor verandert de samenstelling van compost en verhoogt het zoutgehalte, waardoor belangrijke functies verloren gaan. (*bronnen: Orgaworld, van Iersel compost, kennisdag vruchtbare zandgronden*).

5. Bodemdiensten

Onder Ecosysteemdiensten vallen alle functies die biofysische systemen, dus ecosystemen, leveren aan de mensen (MEA, 2005) en kan bestaan uit bijvoorbeeld het leveren van goederen (voedsel en water) of diensten (zuivering van water en regulering van bijvoorbeeld erosie). Een Ecosysteemdienst wordt gezien als de verbinding tussen natuurlijke systemen en het sociaaleconomisch systeem. Dit geeft de mogelijkheid om het vastleggen van CO₂ in de bodem financieel te ondersteunen. Het verhogen van het organische stof gehalte in de bodem, en daarbij het vastleggen van koolstof, kan gezien worden als bodemdienst. Door het vastleggen van koolstof in de bodem komt er minder CO₂ in de atmosfeer terecht en draagt dus bij aan klimaatmitigatie (verminderen van broeikas emissies).

5.1 Bodem en CO₂ diensten

In de klimaatverandering speelt de bodem een zeer belangrijke rol. Er zit namelijk drie keer zoveel koolstof opgeslagen in de grond dan in de atmosfeer en vier keer zo veel als in alle biomassa. Daarnaast blijkt uit onderzoek dat 30% van alle broeikasemissies uit de bos- en landbouw afkomstig zijn. Dit zijn belangrijke cijfers die ondersteunen dat de bodem mogelijk een significante bijdrage kan leveren in het oplossen van het klimaatprobleem. De landbouw kan zowel een mitigerende functie (verminderen van uitstoot) als een adaptieve functie (aanpassen aan klimaatverandering) verrichten.

Op dit moment loopt er een 2-jarig onderzoek (CLM, gestart juni 2011) met als onderzoeksvraag: “Hoe kunnen boeren betaald worden voor vastleggen van CO₂ in landbouwbodems?” (bron: CLM). Het doel van dit onderzoek is om methoden te onderzoeken hoe CO₂ vastgelegd kan worden, hoe dat vervolgens is te meten/kwantificeren en hoe daar een waarde aan gekoppeld kan worden. Uiteindelijk moet na twee jaar een werkbaar financieel systeem ontwikkeld en in praktijk gebracht zijn. De uiteindelijke financiering zal mogelijk via het Europees landbouwbeleid of via Carbon credits (emissierechten) gefinancierd worden.

5.2 Koolstofkringloop

De koolstofkringloop is de wereldwijde kringloop van koolstof tussen het aardoppervlak, de oceanen en de atmosfeer. De kringloop zorgt ervoor dat natuurlijkerwijs de hoeveelheid koolstof overal ongeveer gelijk blijft. Oorspronkelijk is de hoeveelheid emissie en de hoeveelheid opslag dus gelijk. Oceanen en planten nemen evenveel koolstof op als er door consumptie, bosbranden en vulkaanuitbarstingen weer in de atmosfeer terecht komt. De koolstofkringloop rijkt niet alleen van de atmosfeer tot de biomassa en de bovenste laag van de oceanen. De diepere aardlagen en oceaanbodems bevatten een enorme hoeveelheid koolstof (bijvoorbeeld in de vorm van aardgas en aardolie) die miljoenen jaren (denk aan geologische tijdperken) opgeslagen blijven en langzaam in de kringloop bewegen.

De koolstofkringloop is op te delen in een lange, trage kringloop en een aantal kleinere, korte kringlopen. Natuurlijkerwijs zijn de kleine en grote kringlopen in evenwicht en gaan ze langzaam maar zeker in elkaar over. Door industriële activiteiten en ontbossing gaat er extra koolstof vanaf het land en de bodem naar de atmosfeer. Door het gebruik van fossiele brandstoffen wordt de overgang van de lange kringloop naar de korte kringloop versneld. Door de verhoging van de hoeveelheid koolstof in de atmosfeer stijgt de temperatuur van de oceaan. Door deze temperatuurstijging kan de oceaan minder koolstof vasthouden, hierdoor komt er nog meer CO₂ in de atmosfeer terecht. Door

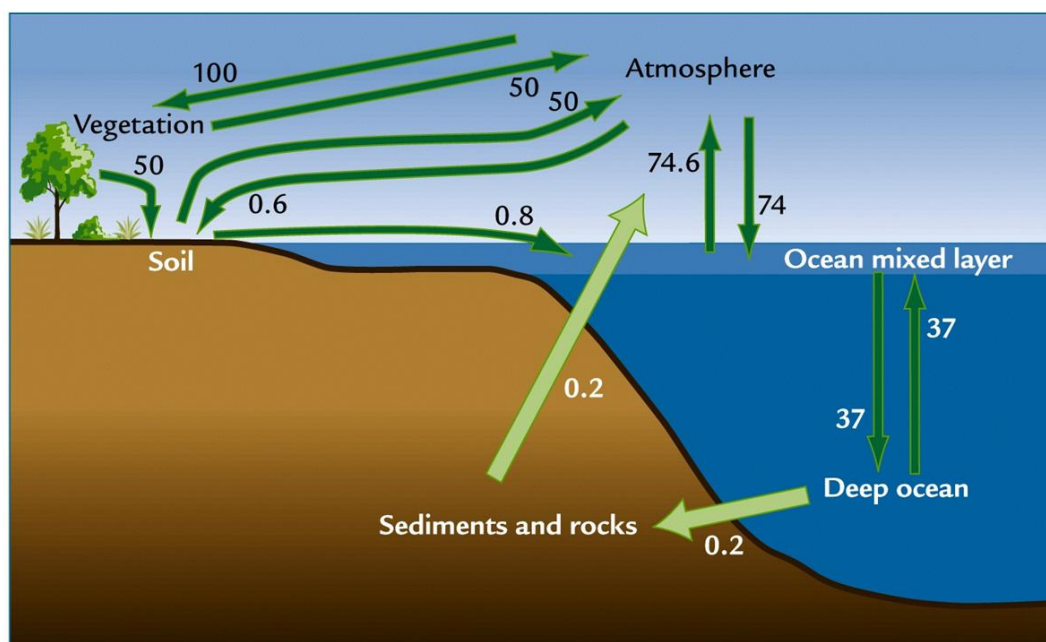
deze drie verschijnselen wordt de natuurlijke kringloop doorbroken. De onderstaande figuren (figuur 1 en 2) geven de stromen van koolstof in de vorm van een kringloop weer en de daarbij behorende hoeveelheden. De pijlen geven de transportroute weer en de getallen de hoeveelheid koolstof in Gigaton koolstof/jaar. In het figuur is alleen de hoeveelheid koolstof in aardse lagen niet weergegeven. Dit bedraagt ongeveer 66.000.000 Gigaton koolstof (*bron: Universiteit Utrecht*)

Korte koolstofkringloop

De uitwisseling van koolstof in de korte koolstofkringloop vindt plaats tussen opslagsystemen die direct met elkaar in contact staan. Bijvoorbeeld van de bodem direct naar de atmosfeer. De processen in de korte koolstofkringloop vinden plaats in een tijdsbestek tot hooguit enkele decennia. De belangrijkste korte kringlopen zijn:

vegetatie ↔ atmosfeer ↔ bodem
 rivieren en oceaan oppervlak ↔ atmosfeer
 zeeleven ↔ rivieren en oceaan oppervlak
 rivieren en oceaan oppervlak ↔ diepe oceaan

Zie figuur 2 en 3 voor de schematische weergave van de koolstof stromen. Daarnaast vinden er nog verplaatsingen plaats naar onder andere sedimenten, zeeleven, opgeloste organische stof en atmosfeer. Verder is er een extra pijl in de kringloop die niet natuurlijk is, dit is de pijl van fossiele brandstoffen en cementproductie naar de atmosfeer. Dit is de breuk in de natuurlijke kringloop. Processen in de korte koolstofkringloop zijn (bijna) altijd biologische processen.



B Carbon exchange rates (gigatons/year)

(figuur 1, korte koolstofkringloop. Bron: Universiteit Utrecht)

Lange koolstofkringloop

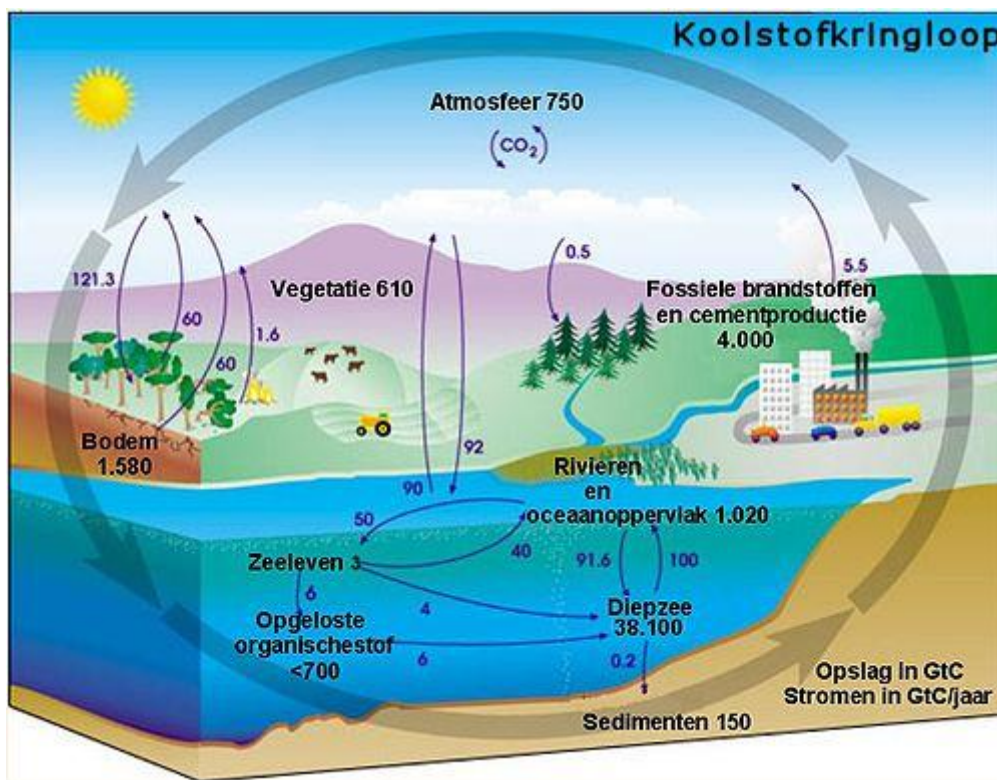
De langdurige processen vallen onder de lange koolstofkringloop. De uitwisseling tussen verschillende opslagsystemen verloopt traag. De overgang van koolstof in de lange kringloop duurt

miljoenen jaren. De lange koolstofkringloop wordt in het onderstaande figuur aangegeven met de grijze dikke pijl. De verplaatsing van koolstof in de lange koolstofkringloop vindt plaats tussen:

Atmosfeer $\leftrightarrow$ Lithosfeer $\leftrightarrow$ Hydrosfeer

Hierin staat de Atmosfeer voor de lucht, de Lithosfeer is de bodem en aardlagen en de Hydrosfeer voor het aanwezige water op de aarde. Veruit de meeste koolstof is opgeslagen in de Lithosfeer, ongeveer 99,8%. Uitwisseling vanuit de Lithosfeer naar andere opslagelementen is een uiterst traag proces. Koolstof die opslagen is in de Lithosfeer blijft dus ook voor lange tijden opgeslagen. In de Lithosfeer is koolstof opgeslagen in de vorm van sedimenten (carbonaat vormige structuren), fossiele brandstoffen (aardolie, aardgas, steenkool etc.), humus (turf, veen etc.) en grafiet. De Atmosfeer is het minst stabiele opslagsysteem. Van hieruit wordt gemakkelijk koolstof van de korte naar de lange koolstofkringloop doorgevoerd. In de Atmosfeer is koolstof meestal opgeslagen in de vorm van CO_2 , maar er zijn ook stoffen, weliswaar in uiterst kleine hoeveelheden, als methaan (CH_4), koolstofmonoxide (CO), chloorfluorkoolstofverbindingen (CFK's) en tetrachloormethaan (CCl_4) moleculen aanwezig. Processen in de lange koolstofkringloop zijn in het algemeen geologische processen.

(bron: Hier.nu)



(figuur 2, de koolstofkringloop kort en lang. Bron: wikipedia.org)

6. De Bio Based Economy in relatie tot de bodem

Er is volop discussie over de transitie van een zogenaamde “fossil fuel based economy”, een economie draaiend op het gebruik van fossiele brandstoffen, naar een “Bio based economy”. De Bio based economy is een economie die draait op het verwerken van biomassa en groene grondstoffen tot onder andere brandstoffen en chemische producten. Kortom het opwaarderen van biomassa tot producten en materialen. Hiervoor worden (rest)producten uit de gehele productiecyclus gebruikt, zoals uit de agro- en voedingsindustrie. Door het gebruik van biomassa en andere organische producten voor het opwekken van energie kunnen fossiele brandstoffen vervangen worden. Maar is de ontwikkeling naar een dergelijke economie wel haalbaar?

Niet alle biomassa zou ingezet moeten worden voor energieopwekking. Biomassa moet geselecteerd worden op hoogwaardigheid in kwaliteit, en daarbij moet als eerste worden gekeken naar het effect van het gewas op de bodem. Biomassa kan ook gecomposteerd worden, en zo als bodemverbeteraar worden toegepast. Dat is belangrijk, want men kan immers alleen goede kwaliteit producten verbouwen op goede grond.

We zouden geen biomassa moeten telen op gronden waar ook goede kwaliteit voedsel geproduceerd kan worden. Dan concurreert het produceren van energie met de voedselproductie. Grond moet hoogwaardig worden benut en voedselproductie is een hoogwaardiger toepassing dan het produceren van energie.

Biomassa die ingezet kan worden voor het behoud van een goede kwaliteit bodem moet daarvoor gebruikt worden, om nieuwe gewassen te kunnen produceren. Zo houdt men de kringloop in stand. Biomassa die hier geschikt voor is, zijn bijvoorbeeld restproducten die direct vrijkomen bij het oogsten, hout en maaisel uit bossen.

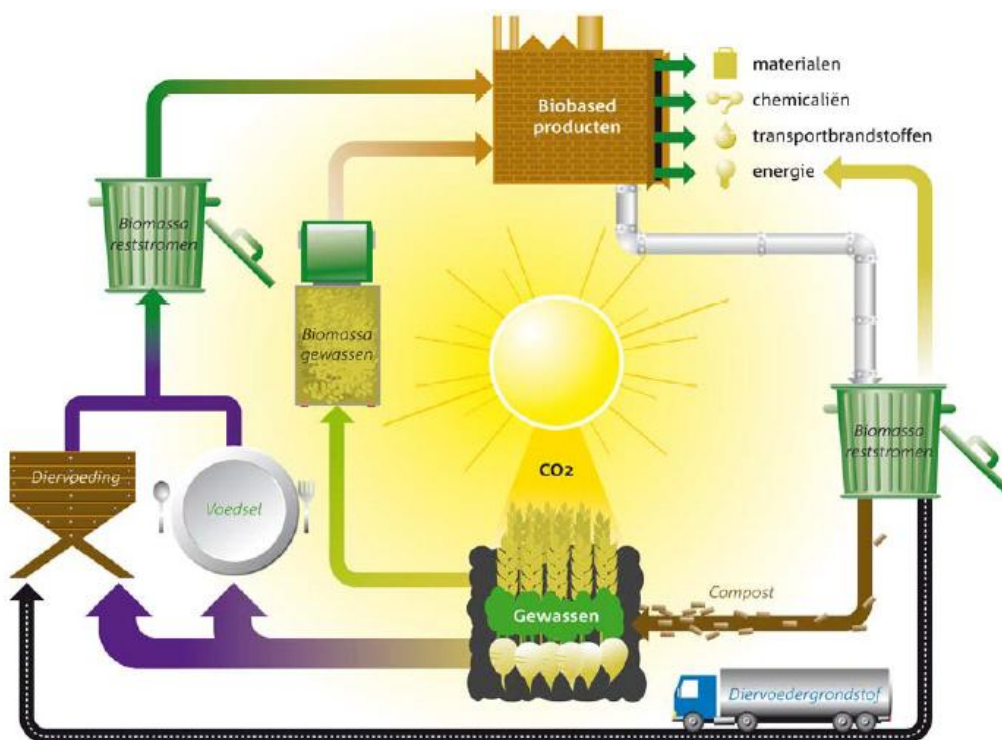
Andere reststromen, uit de agro- en voedingsindustrie, zijn juist wel geschikt om energie uit te halen. Aan deze stromen zijn vaak al een hoop stoffen toegevoegd. Deze stoffen kunnen schadelijk zijn voor de bodem. Om deze reden is het aantrekkelijk om deze stoffen juist in te zetten als energie bron of in te zetten om nieuwe producten of materialen te maken, bijvoorbeeld bio-plastics.

Eén ding is zeker, we moeten af van de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen. Het is belangrijk om alle ogen open te houden en kansen aan te grijpen om duurzame energie op te wekken en het gebruik van fossiele energie te verminderen. Echter wel met het oog op het behoud van een goede bodemkwaliteit. (Artikel Bodemacademie nieuwsbrief maart 2012. Auteurs: Freek Morel, Piet Rombouts)

6.1 Huidige visie overheid Bio Based Economy

Het ministerie van VROM heeft de volgende definitieomschrijving van de Bio Based Economy ontwikkeld: “De Bio Based economy is een economie waarin bedrijven – nationaal en internationaal – non-food toepassingen vervaardigen uit groene grondstoffen, dat wil zeggen biomassa. Deze non-food toepassingen zijn bijvoorbeeld transportbrandstoffen, chemicaliën, materialen en energie (elektriciteit en warmte).” (bron: overheidsvisie Bio Based Economy). Aan de hand van deze visie heeft het PGG (platform groene grondstoffen) het volgende model ontwikkeld, zie figuur 3. In dit

figuur is de kringloop van reststromen en materialen in de Bio Based Economy schematisch weergegeven. Het figuur laat zien hoe de overheid denkt alle onderdelen van de plant optimaal te kunnen benutten in de gehele productieketen, dus ook reststromen uit veevoer en voedingsmiddelenindustrie. Wanneer dit model werkelijkheid zou zijn, zou er geen concurrentie plaatsvinden tussen voedselproductie en het toepassen van biomassa in de Bio Based Economy. Het idee is dat gewassen worden geteeld. Van deze gewassen wordt ten eerste voedsel gemaakt. Van de resten die vrijkomen bij het maken van voedsel komen reststromen vrij, hiervan wordt veevoer gemaakt. Van de resten die bij de oogst vrijkomen, gewasresten, worden Bio Based producten gemaakt, zoals materialen, chemicaliën, brandstoffen en energie. Na het gebruik van voedsel en veevoer komen reststromen vrij (mest, GFT etc.) dit wordt ook ingezet om Bio Based producten te maken. Bij het maken van de Bio Based producten komen ook weer reststromen vrij. Van deze reststromen wordt voor een deel energie gemaakt, voor een deel diervoeder en een deel wordt gecomposteerd en op het land aangebracht. Vervolgens begint de kringloop weer van voor af aan.

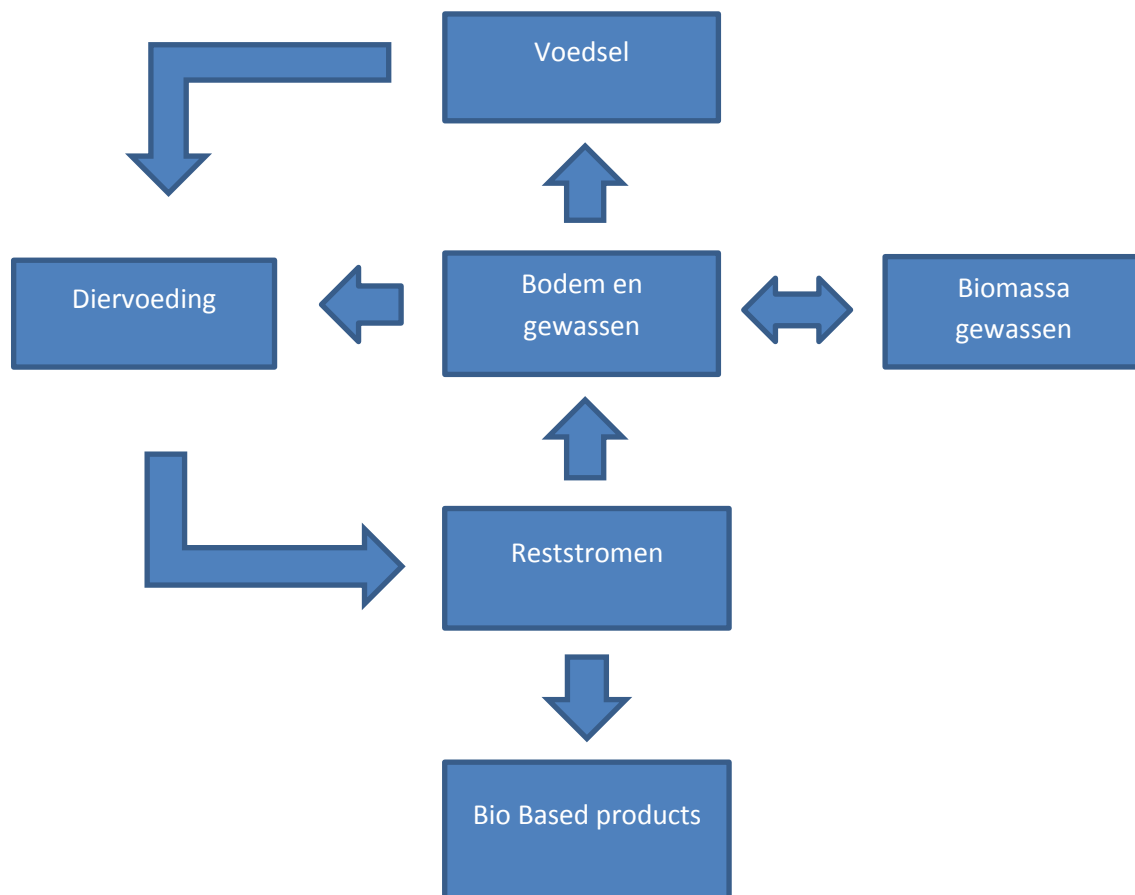


(figuur 3: de kringloop van de Bio Based Economy. Bron: PGG)

Aangezien iedere reststroom volgens dit model op een zo hoog mogelijke toepassing wordt ingezet, zal na iedere stap in het productieproces de reststroom een deel van zijn waarde verliezen. Het gevolg hiervan is dat uiteindelijk het minst goede deel van de reststromen worden benut om te composteren; aangezien dit de laatste stap is in dit model. Zoals eerder in dit hoofdstuk al naar voren komt, zal juist de meest hoogwaardige toepassing het gebruik voor de bodem moeten zijn. Volgens dit model is dat dus juist niet het geval. Hierdoor zal waarschijnlijk niet de juiste reststromen ingezet worden om de bodem te verbeteren. Zoals in hoofdstuk 4 al is aangegeven heeft een bodem 2000 kilo organische stof aanvoer per hectare nodig om het organische stof gehalte op peil te houden. De vraag is of dat via dit model mogelijk is. Wanneer er voor de bodem geen goede input is, is er ook geen goede output en dus geen goede productiecyclus.

6.2 Gewenste visie Bio Based Economy

Met het oog op een duurzame Bio Based Economy en met name het behoud van een goede bodem, zou het gewenst zijn als de bodem meer centraal in het model zou staan. Op dit moment draait het model vooral om de Bio Based producten. De bodem is hierin het middel om het doel te bereiken; de Bio Based Economy. Wanneer het andersom zou zijn, dus dat de bodem het doel is en dat de Bio Based Economy een middel is om te ontwikkelen, dan zou de productiecyclus intact blijven en mogelijk verbeteren. Dit zou het volgende model opleveren; figuur 4.



(figuur 4: optimale kringloop Bio Based Economy. Auteur: Freek Morel, mrt 2012)

Dit model geeft de gewenste kringloop weer van de ontwikkeling van een Bio Based Economy, waar de bodemkwaliteit behouden blijft. Van gewassen die geoogst worden wordt ten eerste voedsel gemaakt. De reststromen die bij het oogsten vrijkomen (biomassa gewassen) worden ingezet als bodemverbeteraar, door te composteren of onder te werken in de bodem. Van de rest kan diervoeding worden gemaakt. Van reststromen uit het voedsel wordt ook diervoeding gemaakt. Het gedeelte dat niet geschikt is om diervoeding van te maken (reststromen), wordt indien mogelijk ingezet als bodemverbeteraar door te composteren. Wanneer dat niet mogelijk is, kan er Bio Based Products van gemaakt worden (materialen, chemicaliën, etc.).

7. Conclusies en aanbevelingen

7.1 Conclusies

Er zijn reststromen in verschillende categorieën. Iedere soort reststroom heeft een andere samenstelling en daarom ook een andere bestemming. Reststromen die vrijkomen bij de productie van gewassen, zogenaamd “upstream” en GFT- en groenafval oftewel “downstream” zijn goed geschikt om als bodemverbeteraar te gebruiken. Of door onderwerken in de bodem of door te composteren. De zogenaamde secondstream reststromen, reststromen vrijkomend tijdens de productie, zijn niet altijd geschikt om terug te geven aan de bodem. Een bodem heeft ongeveer 2000 kg organische stof toevoer nodig om het organische stof gehalte op peil te houden. Organische reststromen kunnen hier een belangrijke bijdrage in leveren. Tijdens de productie worden vaak kunstmatige stoffen toegevoegd die niet voor de bodem gewenst zijn. Deze restproducten zijn daarom erg geschikt om andere producten, materialen en eventueel brandstoffen van te maken; zogenaamde Bio Based products. Met het oog op duurzaamheid en het behoud van een goede bodem, is het gewenst om goed om te gaan met reststromen en de bodem in de Bio Based Economy centraal te stellen, zie hiervoor figuur 4. Echter is het niet altijd mogelijk om een juiste bestemming te geven voor de betreffende reststroom. Door knelpunten in de regelgeving kan bijvoorbeeld bermgras niet optimaal worden benut en wordt het vaak verbrand (zie hoofdstuk 3 knelpunten analyse).

Het is erg moeilijk om het aantal reststromen exact in kaart te brengen. Van de agrarische reststromen is in bijlage 4 het potentieel van het aantal gewasresten in Noord-Brabant weergegeven *bron: CBS en Alterra*). Door het areaal per gewas te vermenigvuldigen met het gemiddeld aantal gewasresten per gewas, is het potentieel gewasresten (agrarische reststromen) in de provincie Noord-Brabant berekend. Van het aantal reststromen in de agro- en voedingsmiddelen industrie is minder bekend. Een aantal bedrijven heeft relevante gegevens kunnen geven waardoor een indicatie kan worden weergegeven. Echter veel bedrijven willen of kunnen geen gegevens vrijgeven over de vrijkomende reststromen tijdens het productieproces. Waarschijnlijk bedraagt de orde van grote van deze reststromen enkele miljoenen tonnen per jaar.

Het is erg moeilijk om te kwantificeren hoeveel organische stof er is opgebouwd na het de toediening van organisch materiaal (zowel mest als reststromen). Doordat het bodemleven organische stof verteert of doordat er een deel van de mest uitspoelt breekt er continue organische stof af. Per bodem is de afbraaksnelheid van organische stof verschillend en verschilt de biofysische, en chemische samenstelling per bodem. Jonge organische stof wordt eerder afgebroken dan oude organische stof. Het CLM, LBI en Alterra hebben een tweejarig onderzoek gestart of het mogelijk is om koolstof op te slaan in de bodem. Het doel is om methoden te onderzoeken hoe CO₂ kan worden vastgelegd in landbouwbodem, hoe dat vervolgens kan worden gekwantificeerd en welke waarde daaraan gekoppeld is (financieel). De financiering kan mogelijk geregeld worden via Carbon credits (emissierechten) of het Europees landbouwbeleid.

7.2 Aanbevelingen

1. De Hogeschool Has Den Bosch heeft samen met andere scholen en de WUR een “centre for Bio Based Economy” opgezet. Hier wordt Bio Based gerelateerd onderzoek uitgevoerd. Daarbij wordt het bedrijfsleven intensief betrokken. De BMF zou hier wellicht ook een rol in kunnen spelen om het belang van de bodem in het verwerken van reststromen te benadrukken;
2. bij het pachten van grond worden op dit moment geen eisen gesteld aan onder andere organische stof management. Hierdoor voelt de pachter totaal geen verantwoordelijkheid voor het goed beheren van de grond en komt het voor dat bodems totaal worden leeg getrokken, waardoor de bodemkwaliteit afneemt. Het is aan te raden om te sturen op strikte eisen op het bodembeheer voor de pachter om een goede bodemkwaliteit te behouden;
3. er is al veel onderzoek gedaan op het effect van duurzaam bodembeheer op de bodem. Echter is er nog geen kosten en baten analyse voor het uitvoeren van de maatregelen om een goede bodem te behouden/verkrijgen. Om de agrariër te overtuigen om deze maatregelen uit te voeren is dit essentieel;
4. het CLM, LBI en Alterra voeren gezamenlijk een tweejarig project uit over koolstofvastlegging in organische stof en gaan daarbij ook een financieringsmodel ontwikkelen. Start een samenwerking in de ontwikkeling van het model;
5. start een samenwerking met supermarkt- en horecabranches om een indicatie te krijgen van de hoeveelheid organisch afval er in deze sectoren worden geproduceerd, waar deze reststromen voor ingezet kunnen worden en hoe de hoeveelheid afval gereduceerd kan worden;
6. ontwikkel een “organische stof richtlijn”, waarin richtlijnen staat hoe een bodem moet voldoen aan een stabiel organische stof niveau en presenteer dit aan ministeries.
7. zorg ervoor dat in de Lader van Moerman of Ladder van Lansink de bodem meer naar voren komt als nuttige toepassing; liefst als hoogste toepassing;
8. de Bio Based Economy heeft een grote invloed op de bodem, het huidige model van de overheid vergeet de bodem en loodst alle afvalstoffen van de Bio Based Economy naar de landbouw. Maak een model waarin eerst wordt gekeken naar de bruikbaarheid van de reststromen voor de bodem alvorens het ingezet wordt voor producten en materialen in de Bio Based Economy;
9. onderzoek het effect van vergisten met na-compostering op de bodem, in een rapport van CLM staat dat dit ten opzichte van composteren een beter effect heeft op het opslaan van koolstof in de bodem. Compost is echter beter voor de bodemvruchtbaarheid en het bodemleven. Maar het werkelijke effect van vergisten met na-composteren op de productie en bodemvruchtbaarheid is niet bekend.

Literatuur

Rapportages

Afval Overleg Orgaan. (2002). *Milieueffectrapport Landelijk Afvalbeheersplan (Achtergrond document A 14)*.

Annevelink, E., Broeze, J., Ree, R. van, Reith, J.H., Uil, H. den. (2009). *Opportunities for Dutch Biorifineries (WUR report 1022)*. Wageningen

Atkind, R., Bakker, B., Belgers, T., Berg, M. van den, Berkepas, S., Bosch, R. uit den, Buijs, C., Gloudemans, M., Jansen, J., Langedijk, R., Lodder, A., Luitewieler, M., Teule, C., Verstegen, G., Visschers, M. (2008). *Notitie Helder groene biomassa*. Utrecht

Bavaria BV. (2011). *Duurzaam ondernemen, jaarverslag 2010*. Lieshout

Berge, H. ten, Postma, J. (2010). *Duurzaam bodembeheer in de Nederlandse landbouw (PRI)*. Wageningen

Corre, W.J. (2008). *Biomassastromen voor bioraffinage in Nederland (PRI rapport 200)*. Wageningen

Damkot, P. (2011). *Bodemstructuur in relatie tot watervraagstukken*. Velp

Dekker, P.H.M., Bus, C.B., Geel, W.C.A. van. (2009). *Reststromen van organische stof en nutriënten naar de biologische landbouw (PPO nr. 32 501098 08)*. Wageningen

Dijk, W. van, Dekker, P.H.M., Postma, R., Molenaar, S.W. (2007). *Bodembeheer op akkerbouwbedrijven in relatie tot het mineralenbeleid (PPO nr. 32 500617 00)*. Wageningen

Elbersen, W., Janssens, B., Koppejan, J. (2011). *De beschikbaarheid van biomassa voor energie in de agro-industrie (report 1200)*. Wageningen

Elferink, E., Vlaar, L. (2010). *Compost, carbon en credits; een verkennende discussienota (CLM 720 – 2010)*. Culemborg

Ener2 Energy Consult. (2010). *Benutting reststromen West-Brabant Oost*. Amersfoort

Faber, J.H., Jagers op Akkerhuis, G.A.J.M., Bloem, J., Lahr, J., Diemont, W.H., Braat, L.C. (2009). *Ecosysteemdiensten en bodembeheer (Alterra-rapport 1813)*. Wageningen

Koppejan, J., Elbersen, W., Meeusen, M., Bindraban, P. (2009). *Beschikbaarheid van Nederlandse biomassa voor elektriciteit en warmte in 2020*.

Meulen, S. van der, Brils, J., Hoog, J. de. (2011). *Ecosysteemdiensten als verbindende taal in gebiedsontwikkeling (Deltares 1202272-003)*.

Ministeries van VROM, EZ, V&W. (2007). *Overheidsvisie op de Bio-Based Economy in de energietransitie, de keten sluiten*. Den Haag

REWIn, prov. Noord-Brabant, prov. Zeeland, BOM, Kwartiermaker COCI, DHV. (2011). *Zuid-west-Nederland op de kaart; Biobased innovations*.

Schöll, L. van, Haas, M.J.G. de, Postma, R. (2010). *Mogelijkheden van de verwerking van bermmaaisel en de effecten op bodemkwaliteit (NMI rapport 1359.N.09)*. Wageningen

Suiker Unie. (2011). *Natuurlijk duurzaam; duurzaamheidsverslag 2010*. Dinteloord

Voort, M. van de, Klooster, A. van der, Wekker, J. van der, Kemp, H., Dekker, P. (2006). *Covergisting van gewasresten. Een verkennende studie naar praktische en economische haalbaarheid (PPO nr. 530030)*. Wageningen

Waarts, Y., Eppink, M., Oosterkamp, E., Hiller, S., Sluis, A. van der, Timmermans, T. (2011). *Verminderen van voedselverspilling; ervaren belemmeringen rond wet- en regelgeving (LEI-rapport 2011-043)*. Wageningen

Waterschap Aa en Maas. (2011). *Jaarverslag RWZI's 2010*. 's-Hertogenbosch

Documenten

ASG, NMI en LBI. (jaartal z.d.). *Werkblad organische stof balans, trendanalyse organische stof*.

Ministerie van VROM. (2005). *Informatiedocument Vrijstellingsregeling groenafval en tarragrond. Een handreiking voor handhavers*. Den Haag

Royal Haskoning. (2011). *Presentatie: Onze kansen in Bio-energie; regio Noord-Oost Brabant*.

STOWA. (jaartal z.d.) *Studiemiddag: Bodemstructuur en de invloed op regionale watersystemen*.

Universiteit van Utrecht, faculteit Betawetenschappen. (jaartal z.d.). *Met Paleoklimaatonderzoekers op expeditie naar de broeikaswereld van de toekomst (PowerPoint presentatie)*. Utrecht

Wageningen UR, Food & Biobased Research. (jaartal z.d.). *Biobased Economy info sheet, monitoring Biobased Economy*. Wageningen

Persoonlijke bronnen

Wilfried Aarsen, Heineken Den Bosch
Pieter Brooijmans, Suiker Unie
Jack Faber, Alterra
Olaf Fennis, Royal Haskoning
Han van Happen, waterschap de Dommel
Frank van Hedel, Staatsbosbeheer
Michel Jongenelen, Afstuderende student Hogeschool HAS Den Bosch
Martijn Jonkerburg, Bavaria BV
Dirk van der Kroef, provincie Noord-Brabant
Sietz Leeftang, de 13 ambachten
Edwin Schokker, vereniging afvalbedrijven

Bijlage 1. Tabel inventarisatie organische reststromen

		Soort organische reststroom													
		Productie reststromen									verwerken restromen				
Bedrijf	locatie	aardappelresten	bieten	Hout	RWZI slib	filterkoek	moutstof	gist	maaisel	bierbostel	Bio-Energie	verbranden	vergisten	vergassen	GFT
Bavaria Biomassa centrale	Lieshout									50.000 ton (1)	1mil m3 bio-gas		4.690 ton		
Biomassa centrale	Schijndel											14.000 ton			
Biomassa centrale	Cuijk											270.000 ton			
Essent centrale	Geertruidenberg											750.000 ton			
Suiker Unie	Dinteloord		100.000 ton												
Brabant Water Attero	Den Bosch			600 ton											
Attero Waterschap Brabantse delta	Moerdijk Tilburg														68.000 ton
															6.800 ton (groenafval)
Rijkswaterstaat Suiker Unie					61455 ton					2200 ton					
Energie pellets	Roosendaal														
Lamb Weston	Bergen op zoom			95.000 ton											
Cosun	Breda	150.000 ton (veevoer)													
Heineken	Den Bosch	130.000 ton (2)				78 ton (vergisten)	120 ton (3)	8400 ton (4)		91.000 ton (5)					
Biomassa vergister	Waalwijk												50.000 ton (6)		
Waalwijk															
RWZI Den Bosch	Den Bosch				3200 ton ds (8)										
												420.000 ton			
SNB Moerdijk	Moerdijk											slibkoek			
RWZI Aarle Rixtel					5300 ton ds. (9)							24% ds. (7)			
RWZI Dinther					6200 ton ds. (10)										
RWZI Land v Cuijk					2150 ton ds. (11)										
RWZI Oijen					4300 ton ds. (12)										
RWZI Biest					120 ton ds. (13)										
Houtakker					656 ton ds. (14)										
RWZI Boxtel															

RWZI Eindhoven		15600 ton ds. (15)	
RWZI Haaren		740 ton ds. (16)	
RWZI Hapert		978 ton ds. (17)	
RWZI Sint- Oedenrode		1100 ton ds. (18)	
RWZI Soerendonk		12000 m3 (19)	
RWZI Tilburg		6500 ton ds. (20)	

- (1) veevoer
- (2) waarvan 65.000 van suikerunie suiker, aardappel, GF, ook Aviko, Sensus, SVZ
- (3, 5) veevoer
- Bonda
- (4) medicijnen
- (6) gras, putvetten en industriële reststromen
- (7) 14.000 m3, verwerking SNB Moerdijk
- (8) 99.000 ton ds. 64.000 ton OS. 60.000 ton CO2 (60% vd rook kort cyclis) --> Omya kalkproducten (CaCo)
- (9) 24600 m3, verwerking SNB Moerdijk
- (10) 27400 m3, verwerking SNB Moerdijk
- (11) 8900 m3, verwerking SNB Moerdijk
- (12) 18200 m3, verwerking SNB moerdijk
- (13) 1115 m3,verwerking SNB Moerdijk
- (14) 8299 m3, verwerking SNB Moerdijk
- (15) 60000 m3, verwerking SNB Moerdijk
- (16) 10300 m3, verwerking SNB Moerdijk
- (17) 16300 m3, verwerking SNB Moerdijk
- (18) 22150 m3, verwerking SNB Moerdijk
- (19) verwerking SNB Moerdijk
- (20) 31000 m3, verwerking SNB Moerdijk

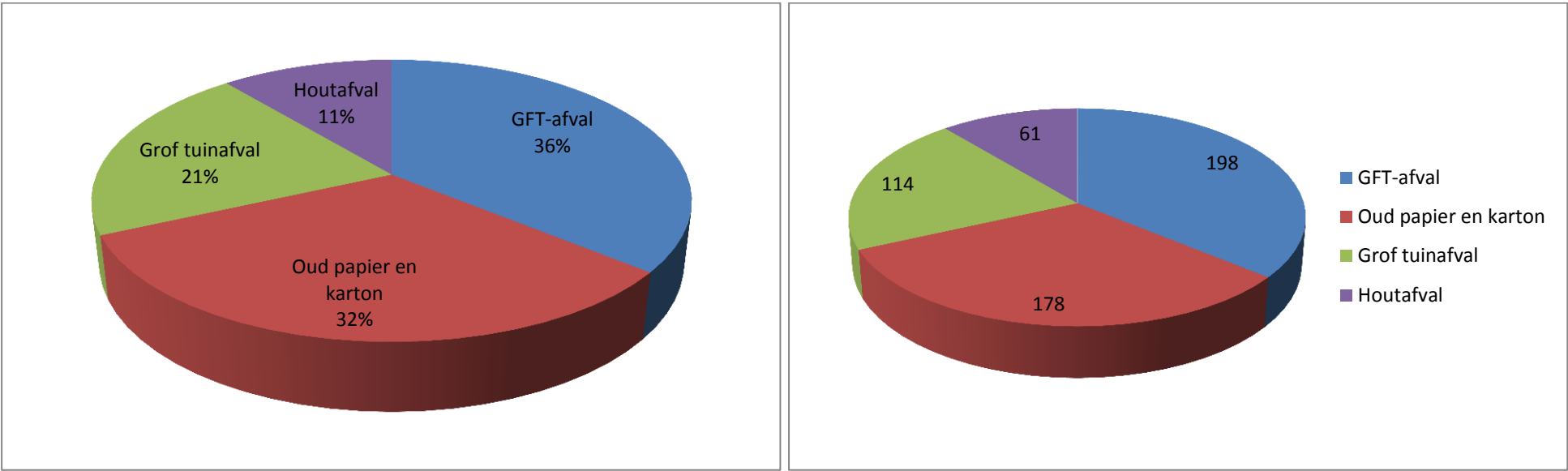
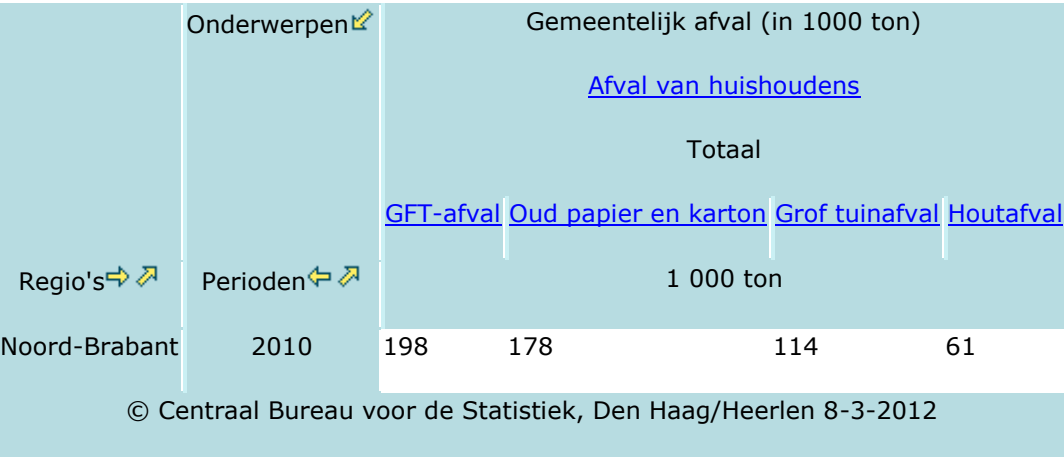
Bijlage 2. GFT- en groenafval per gemeente

		<u>Huishoudelijk afval naar soort afval</u>				
	<u>Onderwerpen</u>	<u>GFT-afval</u>	<u>Oud papier en karton</u>	<u>Grof tuinafval</u>	<u>Houtafval (A- en B-hout)</u>	<u>Houtafval (C-hout)</u>
		kg per inwoner				
Regio's	Perioden					
Aalburg	2010	.	.	.	.	.
Alphen-Chaam	2010	137	84	17	12	1
Asten	2010	51	.	34	20	-
Baarle-Nassau	2010	138	67	35	17	1
Bergeijk	2010	45	81	20	17	3
Bergen op Zoom	2010	84	67	35	35	8
Bernheze	2010	36	88	89	20	4
Best	2010	117	60	27	16	2
Bladel	2010	48	84	49	12	1
Boekel	2010	164	96	79	30	-
Boxmeer	2010	166	77	80	30	-
Boxtel	2010	82	76	55	32	-
Breda	2010	63	80	29	35	3
Cranendonck	2010	48	92	74	25	4
Cuijk	2010	165	40	80	30	-
Deurne	2010	55	93	9	7	1
Dongen	2010	144	69	58	36	4
Drimmelen	2010	93	73	80	8	2
Eersel	2010	49	82	30	19	2
Eindhoven	2010	80	61	.	27	1
Etten-Leur	2010	81	71	33	14	-
Geertruidenberg	2010	98	55	41	20	2
Geldrop	2010	.	.	.	.	.
Geldrop-Mierlo	2010	53	86	31	21	2
Gemert-Bakel	2010	170	90	37	33	4
Gilze en Rijen	2010	71	64	126	28	3
Goirle	2010	98	71	23	20	2
Grave	2010	164	103	79	30	-
Haaren	2010	23	64	103	9	-
Halderberge	2010	144	74	36	36	6
Heeze-Leende	2010	.	.	.	.	.
Helmond	2010	99	67	14	24	3
's-Hertogenbosch	2010	11	64	106	28	-
Heusden	2010	69	75	103	13	2
Hilvarenbeek	2010	40	73	113	9	3
Laarbeek	2010	64	95	43	27	4
Landerd	2010	149	83	67	20	2
Lith	2010	80	88	87	31	2

Loon op Zand	2010	114	69	22	38	3
Maasdonk	2010	20	89	90	15 -	
Mierlo	2010					
Mill en Sint Hubert	2010	166	95	80	30 -	
Moerdijk	2010	75	88	51	43	6
Nuenen, Gerwen en Nederwetten	2010	78	107	48	29	3
Oirschot	2010	41	70	80	22	3
Oisterwijk	2010	101	70	19	22	2
Oosterhout	2010	98	76	57	32	4
Oss	2010	104	70	89	31	2
Ravenstein	2010					
Reusel-De Mierden	2010	38	84	57	12	1
Roosendaal	2010	107	74	34	33	6
Rucphen	2010	160	68	21	20	4
Schijndel	2010	157	77	32	22 -	
Sint Anthonis	2010	165	88	80	30 -	
Sint-Michielsgestel	2010	36	78	120	12 -	
Sint-Oedenrode	2010	39	77	68	14	2
Somerens	2010	53	79	36	22 -	
Son en Breugel	2010	151	78	29	24	4
Steenbergen	2010	134	63	31	27 -	
Tilburg	2010	47	55	17	22	2
Uden	2010	115	65	3	30 -	
Valkenswaard	2010	55	81	63	33	4
Veghel	2010	42	85	85	13	1
Veldhoven	2010	104	70	9	22 -	
Vught	2010	69	80	33	10	1
Waalre	2010	124	62	61	19	2
Waalwijk	2010	24	75	75	6 -	
Werkendam	2010	70	73	36	13	1
Woensdrecht	2010					
Woudrichem	2010	58	87	30	16	2
Zundert	2010	172	80	94	27	4

© Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag/Heerlen 8-2-2012

Bijlage 3. Totaal gemeentelijk afval provincie Noord-Brabant



Bijlage 4. Potentieel gewasresten Noord-Brabant

Gewas	areaal Noord-Brabant ha (1)	Gewasresten ton/ha	Toevoer OS kg/ha	Toevoer EOS kg/ha/jaar	totaal gewasresten (ton)
Snijmais	56.363	25	1.500	660	1409075
Consumptieaardappelen	16.198	10	2.816	875	161980
Pootaardappelen	2.022	37	3.800	875	74814
Wintertarwe	10.381	4,4	3.564	1.640 (2)	45676,4
Suikerbieten	8.864	32,3	4.361	1.275 (3)	286307,2
korrelmais	5.616	25	5.625	2200	140400
zomertarwe	3.951	3,6	2.961	1.630 (4)	14223,6
zaai-uien	2.083	3,1	nb	300 (5)	6457,3
zomergerst	1.399	3,2	2.592	1.310 (6)	4476,8
cichorei	931	4,3	2.333	700	4003,3
wintergerst	155	nb	nb	1.570 (7)	nb
rogge	138	nb	nb	nb	nb
haver	151	nb	nb	1.570 (8)	nb
triticale	372	nb	nb	1.600 (9)	nb
bruine bonen	20	2,9	2286	660 (10)	58
koolzaad	76	nb	nb	975	nb
vezelvas	91	0,14	111	100	12,74
lijnzaad	91	2,6	2036	nb	236,6
Hennep	139	nb	nb	660	nb

- (1) beteeld oppervlakte

(2) 2630 incl. stro

(3) 375 excl. blad/kop resten

(4) 2590 incl stro

(5) 500 excl. oogstresten
- (6) 1940 incl stro

(7) 2350 incl. stro

(8) 2470 incl. stro

(9) 2530 incl. stro

(10) 170 excl. gewasresten

**Bijlage 5: Kaart organisch afval per
gemeenten in Noord-Brabant**

Bijlage 6: Kaart reststromen Noord-Brabant

