



Vlaanderen
is landbouw & visserij

BACK TO BASICS?

Circulaire economie en landbouw

Rapport 2016

DEPARTEMENT
LANDBOUW & VISSERIJ

WWW.VLAANDEREN.BE/LANDBOUW



BACK TO BASICS?

Circulaire economie en landbouw



Auteurs: Eva Van Buggenhout, Anne Vuylsteke en Dirk Van Gijseghem

Deze publicatie werd door het Departement Landbouw en Visserij met de meeste zorg en nauwkeurigheid opgesteld. Er wordt evenwel geen enkele garantie gegeven omtrent de juistheid of de volledigheid van de informatie in deze publicatie. De gebruiker van deze publicatie ziet af van elke klacht tegen het Departement Landbouw en Visserij of zijn ambtenaren, van welke aard ook, met betrekking tot het gebruik van de via deze publicatie beschikbaar gestelde informatie.

In geen geval zal het Departement Landbouw en Visserij of zijn ambtenaren aansprakelijk gesteld kunnen worden voor eventuele nadelige gevolgen die voortvloeien uit het gebruik van de via deze publicatie beschikbaar gestelde informatie.



VOORWOORD

Groene economie, bio-economie, blauwe economie, circulaire economie, ... De laatste jaren kwam de ene na de andere economie-term op ons af. Elk concept op zich legt bepaalde accenten, brengt andere nuances. Hoewel het theoretisch interessant is de verschillende begrippen tegenover elkaar af te wegen, is het onmogelijk en niet noodzakelijk om te bepalen welk concept nu het meest zaligmakend is. De toekomst is onzeker en bovendien mogen we de concepten op zich niet als einddoel bekijken. Het zijn allemaal middelen, transitiepaden die hetzelfde doel nastreven: afstappen van het paradigma van de ongebreidelde groei en overgaan naar een nieuw economisch systeem dat de ecologische en sociale grenzen respecteert met een duurzame maatschappij als ultiem doel.

Die structurele omschakeling in het productie- en consumptiesysteem zal een mix zijn van grillige transitiepaden, van succesvolle en mislukte experimenten, van technologische ontwikkeling en sociale innovatie.

Een overheid moet de vinger aan de pols houden bij al die initiatieven die ontstaan en het kader creëren waarin 1000 bloemen kunnen bloeien op weg naar die duurzame maatschappij. Voor de potentiële “zaaiers” is het van belang om voorbeelden te zien van wat mogelijk is. In dit rapport spelen we op die twee noden in. We sporen enkele zaadkiemen op van circulair denken en doen in de land- en tuinbouwsector. Het was zeker niet het doel van het rapport om de impact te becijferen van de circulaire economie voor de sector, maar meer om aanknopingspunten en inspiratie aan te reiken voor de verschillende rollen die land- en tuinbouwers kunnen spelen in een dergelijk systeem.



SAMENVATTING

Circulaire economie was (vooral) in beleidskringen het *buzzword* van 2015. Zowel de Vlaamse Regering (met haar Visie 2050) als de Europese Commissie (met het in december gelanceerd nieuwe pakket circulaire economie) droegen bij tot die toegenomen aandacht voor het concept. Bij circulaire economie staat, het woord zegt het zelf, het sluiten van kringlopen centraal in het economisch systeem in plaats van het lineair ontginnen van grondstoffen voor producten. Voor de land- en tuinbouwsector is het principe van gesloten kringlopen niet nieuw. Natuurlijke kringlopen staan er al van oudsher centraal: water, nutriënten, bodem zijn sleutelfactoren voor de productie. Echter, door de verregaande industrialisering van de landbouw van de voorbije eeuw is ook deze sector geëvolueerd naar een efficiënt, maar lineair systeem van ontginning en uitputting. Gezien de huidige beleidscontext en de uitdagingen waar de land- en tuinbouwsector voor staat, was het moment rijp om te verkennen wat de mogelijkheden zijn van circulaire economie voor de (Vlaamse) land- en tuinbouwsector en te kijken waar het vernieuwende zit ten opzichte van bestaande landbouwpraktijken.

Er zijn drie modellen waarbij er een rol weggelegd is voor de landbouwer in een circulaire economie, waarbij deels wordt teruggerepen naar de vroegere basis.

We structureerden het rapport door een indeling te maken in drie modellen waaraan een landbouwer invulling kan geven in een circulaire economie. Bij het eerste model, het kringloopbedrijfsmodel, wordt getracht zoveel mogelijk de kringloop te sluiten op het landbouwbedrijf (of hoogstens met enkele naburige landbouwers). De focus blijft hierbij liggen op voedselproductie. Het tweede model is het verwaardingsmodel, waarbij het landbouwbedrijf nog steeds focust op voedselproductie, maar waarbij het een schakel wordt in sectoroverschrijdende ketens als leverancier van grondstoffen. Bij dit model belanden we in het verhaal van de bio-economie. Een derde en laatste model is het multi-actor- en multifunctioneel landbouwmodel, waarbij het landbouwbedrijf een schakel wordt in een circulaire (verstedelijkte) omgeving en verschillende functies vervult naast voedselproductie. Bovendien wordt er samengewerkt met verschillende actoren (burgers, ngo's, lokale besturen, ...), ook voor voedselproductie.

Bij alle modellen grijpt de landbouwer deels terug naar de basis: bij model 1 en (in mindere mate bij model 3) wordt teruggerepen naar de filosofie van het gemengde bedrijf, bij model 2 gaat de landbouw grondstoffen leveren voor andere sectoren (wat het vroeger al deed voor bv. textiel en bouw), bij model 3 wordt de landbouw opnieuw dichterbij de consument gebracht. Het nieuwe zit in eerste instantie in het sterke innovatieve en technologische karakter van de circulaire economie. Maar daarnaast ook in complexe ketens en samenwerkingen met een veelheid aan sectoren en actoren. Zeker bij model 2 en 3 vervaagt de grens tussen landbouw en andere sectoren en tussen landbouw, stad en platteland.

We zien hier en daar kiemen voor circulair denken en handelen in de land- en tuinbouw, meestal nog in embryonale fase

We stelden vast dat het huidige discours in de land- en tuinbouwsector zich vooral concentreert rond efficiëntie en lage kosten. De weg naar een volwaardige rol van de land- en tuinbouw in een circulaire economie is nog lang. We vonden wel enkele ontluikende kiemen van circulair denken en handelen in de land- en tuinbouw: een agro-ecologisch biobedrijf, valorisatie van reststromen uit de tomaten- en paprikateelt richting verpakkingen, een bruisende stad vol stadslandbouwinitiatieven, enz. De gevonden voorbeelden waren een mengeling van bestaande initiatieven of projecten en van toekomstbeelden (in

////////////////////////////////////

inclusieve en duurzame economie. In het *Gemeenschappelijk Landbouwbeleid* is er eveneens aandacht voor een efficiënt gebruik van hulpbronnen en voor de omslag naar een koolstofarme en klimaatbestendige economie in de landbouw, de voedsel- en de bosbouwsector (als een van de zes prioriteiten bepaald voor Europese plattelandsontwikkeling). Binnen het *Europees Innovatiepartnerschap "Productieve en duurzame landbouw"* wordt er volop ingezet op een competitieve en duurzame landbouw (en bosbouw) die meer en beter bereikt met minder. Verder zijn er het *Europees Innovatiepartnerschap "Grondstoffen"* en (binnen Horizon 2020) ook de *KIC (Knowledge and Innovation Community) Grondstoffen*. Ondertussen wordt ook de transitie naar hernieuwbare grondstoffen ondersteund door de *bio-economie strategie* en het bijhorend actieplan van de Europese Commissie, die begin 2012 gepubliceerd werden. Horizon 2020, het langetermijnonderzoeksprogramma van de Commissie, schenkt met de maatschappelijke uitdagingen "5: Klimaat, Milieu, Hulpbronnen-efficiëntie en Grondstoffen" en "2: Voedselzekerheid, duurzame landbouw, marien en maritiem onderzoek en bio-economie" eveneens aandacht aan de grondstoffenproblematiek.

Vlaanderen heeft al geruime tijd een voortrekkersrol in het materialenbeheer. In 2012 werd het publiek-private *Vlaams materialenprogramma* gelanceerd, dat steunt op drie pijlers: visievorming (Plan C), beleidsrelevant onderzoek (Steunpunt Duurzaam Materialenbeheer) en actie op het terrein (Vlaams Materialenprogramma Agenda 2020 met 9 actiedomeinen). Verder publiceerde de Vlaamse overheid in 2013 haar *visie en strategie voor een duurzame en competitieve bio-economie* in 2030. Een andere belangrijke mijlpaal in het Vlaamse (beleids-)landschap rond grondstoffen is de *ketenroadmap voedselverliezen 2020*, ondertekend door de Vlaamse regering en de ketenpartners (o.a. Boerenbond, FEVIA Vlaanderen, ...). Met dit publiek-privaat actieplan engageren de partners zich om gezamenlijk de voedselverliezen tegen 2020 te verminderen met 15%.

... Naar aandacht voor een circulaire economie

De aandacht voor grondstoffenefficiëntie is sinds 2015 voor een groot deel verschoven richting **circulaire economie**. Bij circulaire economie staat, het woord zegt het zelf, het sluiten van kringlopen centraal in het economisch systeem i.p.v. het lineair ontginnen van grondstoffen voor producten.

Een rapport van 2015 van de Ellen MacArthur Foundation, het McKinsey Center for Business and Environment en SUN (Stiftungsfonds für Umweltökonomie und Nachhaltigkeit) becijferde enkele voordelen van de circulaire economie in Europa t.o.v. het huidige lineaire ontwikkelingspad. Zo zou het bbp tegen 2030 met 11% kunnen stijgen en de uitstoot van CO2 halveren. De primaire consumptie van materialen (auto- en bouwmaterialen, kunstmest, bouwgrond, pesticiden, watergebruik in de landbouw, brandstoffen en niet-hernieuwbare elektriciteit) zou kunnen dalen met 32% tegen 2030 en 53% tegen 2050 t.o.v. vandaag.

Gezien de beloftevolle positieve impact van circulaire economie publiceerde de Europese Commissie op 2 december 2015 een voorstel voor een circulaire-economiepakket (COM(2015) 614 final), inclusief een actieplan met een aantal maatregelen en voorstellen tot wijziging in de Europese afvalregelgeving (bv. Kaderrichtlijn Afval 2008/98/EU). Zo zijn er nieuwe EU streefdoelen op vlak van hergebruik, recyclage en storten¹:

- 65% recyclage van stedelijk afval tegen 2030;
- 75% recyclage van geheel verpakkingsafval tegen 2030;
- maximaal 10% storten van het huishoudelijk afval tegen 2030.

Andere punten in het actieplan zijn o.a. economische incentives, geharmoniseerde berekeningsmethoden voor recyclage in de hele EU, het ontwikkelen van een gemeenschappelijke methode om voedselverlies te meten en verbeterde definities van bv. bijproducten, bio-waste, Het actieplan focust eerder op

¹ Een aantal lidstaten hebben de mogelijkheid om 5 jaar uitstel te bekomen.



recyclage en afvalbeheer (zaken waar Vlaanderen al sterk in staat), dan op de opbouw van een Europese circulaire economie met een shift in productie- en consumptiesystemen. De kritiek is dan ook dat het pakket onvoldoende ambitieus is en dat het te veel focust op technische materialen en onvoldoende op voeding en biologische hulpbronnen. Het doel is om onder Nederlands Voorzitterschap Raadsconclusies over het actieplan goed te keuren op de Raad Leefmilieu van 20 juni 2016.

Ook de Vlaamse Regering zet volop in op de transitie naar een circulaire economie, meer bepaald in haar "Visie 2050", waar circulaire economie een van de zeven transitieprioriteiten is: "In de circulaire economie gaan we efficiënter om met grondstoffen, materialen, energie, water, ruimte en voedsel door kringlopen slim te sluiten. Natuurlijke hulpbronnen worden zo veel mogelijk hergebruikt (...) De circulaire economie brengt nieuwe innovatiekansen met zich mee, onder meer in het productontwerp, de maakindustrie, de dienstverlening en de businessmodellen, maar ook in de landbouw en voeding en de waterintensieve sectoren. Het biedt veel kansen voor ondernemers door meer ketensamenwerking, minder grondstoffenverbruik en afval, toegang tot nieuwe grondstoffen uit afval en het internationaal valoriseren van Vlaamse expertise".

Landbouw en circulaire economie?

Voor de land- en tuinbouwsector is het principe van gesloten kringlopen natuurlijk niet nieuw. Natuurlijke kringlopen staan er al van oudsher centraal: water, nutriënten, bodem zijn sleutelfactoren voor de productie. Met behulp van deze kringlopen tracht de landbouw de meeste opbrengst te krijgen uit een beperkt aantal inputs (Copa Cogeca). Echter, door de verregaande industrialisering van de landbouw van de voorbije eeuw is ook deze sector geëvolueerd naar een efficiënt, maar lineair systeem van ontginning en uitputting. Consumptie- en productieprocessen zijn bovendien van elkaar losgekoppeld (Marsden, 2012). Door uitstoot van verzurende en vermestende stoffen (o.a. ammoniak, stikstof en fosfaten), gebruik van bestrijdingsmiddelen, uitstoot van andere stoffen naar lucht en water (o.a. broeikasgassen, fijn stof), gebruik van schaarse ruimte en gebruik van water en energie zet de landbouw veel druk op het milieu (Milieurapport, 2015).

Gezien de huidige beleidscontext en de uitdagingen waar de land- en tuinbouwsector voor staat, is het doel van dit rapport na te gaan wat circulaire economie juist is, waar het vernieuwende zit ten opzichte van bestaande praktijken in de land- en tuinbouwsector en wat circulaire economie voor de land- en tuinbouw dan kan betekenen en vice versa. Is de circulaire economie voor de landbouw opnieuw een stap vooruit (en terug) naar de bron? Op deze vragen geven we in dit rapport een verkennend antwoord.

Verdere inhoud van het rapport

In hoofdstuk 2 nemen we het concept "circulaire economie" verder onder de loep en vergelijken we het ook met dat andere populaire concept "bio-economie". Met een duidelijk zicht op circulaire economie, verkennen we in hoofdstuk 3 wat dit concept voor de land- en tuinbouw betekent. Waar mogelijk geven we al enkele bestaande voorbeelden mee uit België en de buurlanden. Afsluiten doen we in hoofdstuk 4 met enkele reflecties en randvoorwaarden als aanknopingspunten voor de transitie naar een circulaire economie vanuit de land- en tuinbouwsector.



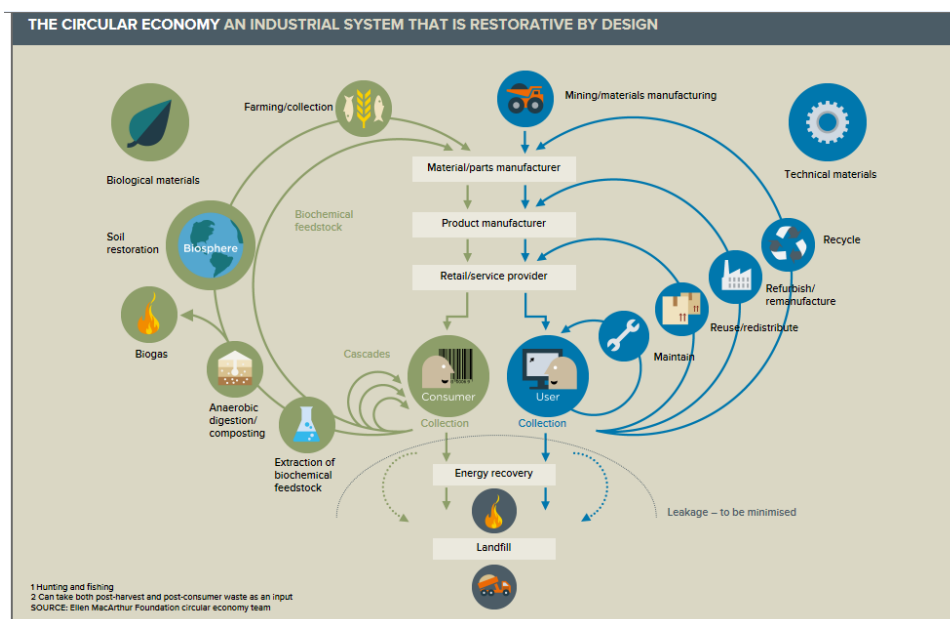
2 WAT IS CIRCULAIRE ECONOMIE?

2.1 CONCEPT

In het vorige hoofdstuk schetsten we al een beknopt beeld van wat circulaire economie omvat. Meer uitgebreid kunnen we de circulaire economie omschrijven als een economisch systeem dat in eerste instantie streeft naar een zo laag en **efficiënt** mogelijk gebruik van grondstoffen, energie, materialen en ruimte en **een zo beperkt mogelijke impact op het leefmilieu** (OVAM, 2014a), via efficiënt beheer en recyclage. Daarenboven focust circulaire economie op een **maximale herbruikbaarheid** van producten en grondstoffen en een minimale waardevernietiging (MVO Nederland) via een slim ontwerp (eco-design). **Afval** wordt geminimaliseerd of wordt, waar het blijft bestaan, **als grondstof** gebruikt voor nieuwe producten. Diensten en delen nemen een belangrijke plek in de economie in, in plaats van producten en eigendom. Grondstoffen en producten blijven op die manier in gesloten kringlopen die idealiter enkel energie als input vergen (en dan liefst nog enkel **hernieuwbare energie**). Het circulaire model staat in sterk contrast met de lineaire economie die draait om 'ontginning, maken, weggooien' met eindige grondstoffen (Biobasedeconomy.nl). In een circulaire economie draait het om de multi-R-aanpak: "rethink, redesign, reduce, reuse, recycle, recover resources" (Copa Cogeca).

De Ellen MacArthur Foundation (2013) maakt een onderscheid tussen twee kringlopen: de biologische kringloop en de technische kringloop. In de biologische kringloop (organische/biologische materialen) vloeien reststoffen na gebruik terug naar de natuur waar zij dienen als grondstof voor biologische processen. In de technische kringloop (anorganische/technische producten) worden producten na hun eerste levenscyclus zonder kwaliteitsverlies omgezet in grondstof voor nieuwe producten in de technosfeer (i.e. kringloop van de industrie, bv. staal kan verschillende malen hergebruikt worden zonder verlies van kwaliteit). Beide kringlopen moeten van elkaar gescheiden worden voor een effectieve circulatie van grondstoffen zonder besmetting tussen beide kringlopen (McDonough & Braungart, 2002). Figuur 2 illustreert beide kringlopen.

Figuur 2: De technische en biologische kringloop



Bron: Ellen MacArthur Foundation, McKinsey, SUN, 2015.

////////////////////////////////////

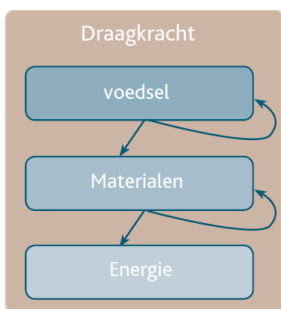
2.2 RAAKVLAKKEN MET BIO-ECONOMIE

Bio-economie gaat net als circulaire economie over een transitie en tracht een antwoord te bieden op gelijkaardige uitdagingen (voor raakvlakken met andere concepten, zie kaderstuk 1). Meer bepaald omvat een bio-economie het inzetten van hernieuwbare biologische hulpbronnen (biomassa i.p.v. fossiele grondstoffen) voor een waaier aan food- en non-foodtoepassingen, zoals textiel, plastics, bouwmaterialen, energie, etc. Biomassa kan betrekking hebben op primaire biomassastromen of organische reststromen vanuit allerlei sectoren (OVAM, 2014a). Terwijl circulaire economie dus focust op herbruikbaarheid van producten en grondstoffen (eindfase), focust bio-economie op hernieuwbaarheid van biologische grondstoffen (beginfase). Indien de bio-economie verder zal groeien en meer producten biogebaseerd zijn, zal dit de vraag naar biomassa doen toenemen. Enkel een circulaire bio-economie, met een radicale shift in het productie- en consumptiesysteem, zal daarom op een duurzame manier fossiele grondstoffen kunnen vervangen door hernieuwbare, met voedselzekerheid als prioriteit. Dat wordt ook erkend in de Visie 2050 van de Vlaamse Regering. Twee principes zijn van belang voor een duurzame circulaire bio-economie (en zijn ook onderling gelinkt met elkaar): de **kringloop wordt zoveel mogelijk gesloten** en de grondstoffen worden **zo hoogwaardig mogelijk** ingezet via de **cascade**.

Hoe ziet de **kringloop** eruit in de bio-economie? Als we teruggrijpen naar figuur 2, kunnen we het als volgt omschrijven: de biosfeer levert de grondstoffen voor de biogebaseerde producten in de technische kringloop of voor biologisch afbreekbare producten in de biologische kringloop. De biomassa(rest)stromen worden zo lang mogelijk in de productie- en gebruiksketen gehouden via raffinage, recyclage, hergebruik, Waarom horen biogebaseerde producten, anders dan hun naam doet vermoeden, niet uitsluitend thuis in de biologische kringloop? De biologische kringloop sluiten, vergt biologische afbreekbaarheid en/of composteerbaarheid. Echter, biogebaseerde producten zijn niet per definitie biologisch afbreekbaar of composteerbaar².

Een tweede cruciaal principe is de **cascade**: biomassa dient te worden ingezet in toepassingen die de hoogste (economische, ecologische en sociale) "waarde" bieden. Meestal is dat achtereenvolgens voeding, voeder, chemie & materialen en ten slotte energie (met verbranding als laatste trap binnen energie). Figuur 3 illustreert dat. Bioraffinage is een belangrijke technologie voor het realiseren van de cascade. Door het toepassen van bioraffinage kunnen verschillende componenten van de biomassa worden vrijgemaakt met een minimale afvalproductie. Na de raffinage krijgen de verschillende componenten een eigen toepassing en dus een eigen waarde, verspreid over de verschillende treden van de waardepiramide. Hierdoor kan biomassa een hogere waarde krijgen dan zonder deze scheiding in componenten (Biobasedeconomy.nl).

Figuur 3: Cascade volgens de visie van de Vlaamse overheid



Bron: Vlaamse overheid, 2013

² Bovendien is ook niet elk product dat op natuurlijke wijze afgebroken kan worden door schimmels en bacteriën, composteerbaar. Zo zijn kurk, katoen en stukken hout allemaal biologisch afbreekbaar, maar de afbraak duurt te lang. Te lang om composteerbaar genoemd te mogen worden. Een product is composteerbaar als het binnen 12 weken voor minstens 95 procent afgebroken kan worden op een industrieel composteerbedrijf.

////////////////////////////////////

Kaderstuk 1: Raakvlakken met andere concepten

Er zijn veel raakvlakken tussen het concept circulaire economie en andere concepten zoals cradle to cradle (C2C) en eco-innovatie. **C2C** en circulaire economie worden zelfs vaak gelijkgesteld. Ook hierbij is “afval is grondstof” en is het (oneindig) circuleren van materialen in biologische en technische kringlopen het kernidee. **Eco-innovatie** is iedere vorm van innovatie die bijdraagt tot of gericht is op een significante en aantoonbare vooruitgang bij het realiseren van het doel van een milieuvriendelijke duurzame ontwikkeling door milieueffecten te beperken, de weerstand tegen milieudruk te versterken of de natuurlijke hulpbronnen efficiënter en verantwoordelijker te gebruiken (EC, 2015b). Eco-innovatie draagt dus bij tot een circulaire economie.



3 CIRCULAIRE ECONOMIE EN LAND- EN TUINBOUW

3.1 AFBAKENING SCOPE

Inhoudelijke scope

Zoals reeds benadrukt is het principe van het sluiten van kringlopen niet nieuw in de land- en tuinbouwsector. In figuur 2 werd al duidelijk dat de landbouw een prominente plaats inneemt in de biologische kringloop en dus een onmisbare schakel is in een circulaire economie als leverancier van grondstoffen, maar ook als gebruiker. Als we de eigenschappen van een circulaire economie, zoals beschreven in hoofdstuk 2, toepassen op de land- en tuinbouwsector, betekent dit dat de sector (al dan niet in samenwerking met andere sectoren) dient over te gaan van afval naar grondstoffen en van uitputtend naar regenererend om te evolueren naar een circulaire economie. Dat betekent efficiënter omgaan met inputs (energie, water, nutriënten, bodem, ...), het sluiten van kringlopen, het beperken van verliezen en afval, de valorisatie van reststromen en het gebruik van hernieuwbare energie. Synergie, recyclage en symbiose zijn kernwoorden. Dat kan zowel in de eigen sector of daarbuiten gebeuren. Kaderstuk 2 bevat nog een bijkomende invulling van circulaire economie vanuit landbouw.

Ruimtelijke scope

Kringlopen sluiten kan op verschillende niveaus: **op het bedrijf zelf, in nieuwe cross-sectorale ketens, in de omgeving** en in Europa/de wereld. **Wij focussen ons in het rapport op de eerste drie niveaus.**

Drie modellen voor circulaire economie en landbouw

Op basis van de inhoudelijke en ruimtelijke scope stellen we drie circulaire modellen voor waarin landbouw een rol speelt. Deze modellen hebben als doel om het rapport en de discussie te structureren, maar het spreekt voor zich dat er in de praktijk ook mengvormen van de drie modellen (zullen) voorkomen. Het eerste en het derde model grijpen meer verregaand in op de bedrijfsvoering en zullen niet voor alle land- en tuinbouwbedrijven weggelegd zijn. Bij het **kringloopbedrijfsmodel** wordt het circulaire principe als leidraad gehanteerd op het landbouwbedrijf en worden kringlopen op bedrijfsniveau (of heel lokaal met enkele collega-landbouwers) gesloten voor voedselproductie. Bij het **verwaardingsmodel** is landbouw een schakel in gesloten cross-sectorale kringlopen. De hoofdfunctie blijft nog wel voedselproductie, maar daarnaast krijgt landbouw ook nog andere functies in de economie. Bij het **multi-actor- en multifunctionele landbouwwmodel** is landbouw een schakel in een circulaire omgeving en neemt de landbouw verschillende functies op, waaronder ook het aanbieden van verschillende diensten. We gaan in het verder verloop van dit hoofdstuk dieper in op de drie modellen. Waar mogelijk geven we al enkele praktijkvoorbeelden mee. Let op: die voorbeelden zijn meestal nog geen schoolvoorbeelden van volledig circulaire modellen, maar zijn veelal bedrijven/onderzoeksprojecten die bezig zijn met één of een beperkt aantal activiteit(en) binnen de circulaire economie. De voorbeelden komen zowel uit België als uit onze buurlanden. We hebben getracht waar mogelijk voorbeelden te selecteren die al enkele jaren concreet bezig zijn. Hier en daar vermelden we ook voorbeelden die een bepaalde visie hebben, maar die nog niet geïmplementeerd zijn. Dat is eigen aan het innovatieve, disruptieve karakter van het circulaire economiemodel: dergelijke experimenten en visieontwikkeling zijn nodig op weg naar een circulaire economie.

//

Kaderstuk 2: Diensten en delen in een circulaire economie

Een interessant aspect van circulaire economie is de overgang naar **diensten en delen i.p.v. producten en eigendom**. In de land- en tuinbouw zou dat o.a. kunnen inhouden dat de landbouwer gaat samenwerken om allerlei productiefactoren te delen, maar ook dat hij zelf meer diensten zal aanbieden of aankopen. Men kan hierbij bv. denken aan het leveren van diensten zoals zorg, thuisbezorging van groentepakketten, etc. Daarnaast heeft ook de deeleconomie een plaats in de land- en tuinbouw. Een bekend voorbeeld is het delen van machines via coöperaties. Maar ook CSA is een vorm van delen (met consumenten): gedeelde investering, gedeelde oogst, gedeelde risico's (en sommigen zeggen ook "gedeelde vreugde"). **In het vervolg van het rapport komen diensten en delen in beperkte mate aan bod.**

3.2 KRINGLOOPBEDRIJFSMODEL: HET CIRCULAIRE PRINCIPE ALS LEIDRAAD OP HET LANDBOUWBEDRIJF

3.2.1 Algemene principes

3.2.1.1 Omschrijving kringloopbedrijf

Een kringloopbedrijf kan als volgt worden omschreven (Hees, Otto & van der Schans, 2009): "een bedrijfsvoering die optimaal is afgestemd op het gebruik van de op het bedrijf aanwezige en geproduceerde hulpbronnen en voorraden (zonlicht, organische stof, mineralen, arbeid, water, energie, landschap, ervaring, kennis, etc.) en zo selectief mogelijk gebruik maakt van externe input, met realisatie van een inkomen over lange termijn en met respect voor natuurlijke systemen." De essentie van het kringloopbedrijfsmodel is het optimaliseren van de productie met minder externe input op basis van een visie over een langere periode, waarbij alle kringlopen zoveel mogelijk in balans zijn (N, P, koolstof, energie, water, etc.). Bij dit model blijft de focus volledig liggen op voedselproductie. Wat voorheen afgevoerd werd als afval of als emissie werd gezien, wordt nu intern gebruikt, bv. als voeder, compost, bodemverbeteraar of als bron van hernieuwbare energie, met het oog op voedselproductie. Volgens een recent rapport (Smits & Linderhof, 2015) ontbreekt in de voorstelling van de circulaire economie door de Ellen MacArthur Foundation precies dat aspect: het intern sluiten van kringlopen in de landbouw inclusief emissies. Niet alle stoffen kan men even makkelijk opslaan en vervoeren, bv. warmte. Daarom kan het efficiënter zijn om hergebruik binnen een bedrijf te organiseren.

Een kringlooplandbouwbedrijf laat zich verder ook kenmerken door een combinatie van (Hees, Otto & van der Schans, 2009):

- een holistische systeembenadering (de schaal van het systeem kan variëren);
- afstand nemen van de 'ratrace' tegen de beperkingen, door te kiezen voor een doelgerichte benadering van duurzame landbouw in zijn omgeving;
- een langeretermijnvisie, waarbij continuïteit eerder komt dan rendement;
- geduld in de bedrijfsvoering ('slow farming'), de natuur de tijd geven;
- economies of scope in plaats van economies of scale;
- behoud van bodem(variatie) door gebalanceerd nutriëntenbeheer en -gebruik;
- een meerzijdige kennisbasis: wetenschap, ervaring, intuïtie.

////////////////////////////////////

Er zijn *verschillende modellen* mogelijk naargelang:

- de schaal (hoe groot is het systeem: bedrijf, bedrijven, regio, etc.);
- de lengte van de kringloopketen (welke schakels maken er deel van uit: bv. ook de verwerking, de consument);
- de integratie van energiestromen (gaat het louter om het biologische aspect en fysische stromen of maken ook energiestromen deel uit van de kringloop?);
- de integratie in en met de omgeving (maken natuur, landschap en biodiversiteit deel uit van de kringloop?).

Dat laatste model leunt aan bij wat wij in dit rapport onder model 3 verstaan (landbouw als schakel in een circulaire omgeving).

3.2.1.2 Voordelen

Intern kringlopen sluiten leidt tot een directe reductie van externe (milieu-) effecten door hergebruik van emissies en reststromen. Bovendien is er geen transport nodig voor afvoer of verwerking van reststromen, wat ook de druk op het milieu verlaagt (Smits & Linderhof, 2015). Voor de bedrijfsleider zelf betekent het dat hij de regie op zijn bedrijf in eigen handen neemt en zich op die manier weerbaarder en onafhankelijker maakt van andere externe schakels en de grillen van de wereldmarkt. Hoewel een circulair bedrijfsmodel niet rechtstreeks tot een betere economische situatie voor de landbouwer zal leiden, kan het dat wel onrechtstreeks doen bv. door de afhankelijkheid van inputs en inputleveranciers te verminderen, de kostprijs te verlagen (o.a. via een efficiënter gebruik van hulpbronnen) en een duurzame bedrijfsvoering te bewijzen aan de consument (die dan eerder bereid kan zijn om een meerprijs te betalen). Kortom: de focus ligt op milieu- en sociale voordelen, die (idealerweise) uiteindelijk voor de land- en tuinbouwer ook een gunstiger economisch plaatje met zich meebrengen en het bedrijf in zijn geheel veerkrachtiger maken.

3.2.1.3 Link met agro-ecologie

Het zojuist geschetste beeld van kringlooplandbouw leunt heel nauw aan bij het concept van agro-ecologie, waarbij deze laatste wel ruimer gaat: het gaat zowel om een landbouwpraktijk als om een wetenschappelijke discipline als een politieke en sociale beweging (Bergen, 2013). Agro-ecologie positioneert zich op het kruispunt van economische performantie, respectvolle omgang met het leefmilieu en sociale ontwikkeling. De agro-ecologische landbouw richt zich op een circulair systeem (i.p.v. het gangbare lineaire systeem) en op het herstel van relaties, zowel fysiek (zoals mineralenkringlopen) als maatschappelijk (zoals de wisselwerking tussen consument en producent) (Brabantse Milieufederatie, 2015).

Agro-ecologie hanteert o.a. volgende principes (Watté, 2011 in: Bergen, 2013; Brabantse Milieufederatie, 2015):

- Kringlopen sluiten, biomassa recycleren, de beschikbaarheid van voedingsstoffen optimaliseren en de nutriëntenkringloop in evenwicht brengen, het minimaliseren van externe input zoals kunstmest, antibiotica en voerimport;
- verliezen minimaliseren van wat zonlicht, water en bodem te bieden hebben door microklimaatbeheer, wateropvang, bodembeheer door middel van groenbedekking en territoriale complementariteit tussen veeteelt en gewasteelt;
- goedaardige interacties en biologische synergieën versterken tussen verschillende elementen van de agrobiodiversiteit om sleutelprocessen en ecosysteemdiensten (zoals wateropslag, luchtzuivering, vastlegging CO2, houtproductie, recreatie) vooruit te helpen;
- de draagkracht van de natuur en de weerbaarheid van het productiesysteem centraal zetten, waarbij de productie wordt geoptimaliseerd en er maximaal gebruik wordt gemaakt van natuurlijke processen;

////////////////////////////////////

- actief zoeken naar verbinding met de maatschappij en betrokkenheid bij de omgeving, bijvoorbeeld via transparantie naar buiten toe en werken met korte ketens. Dat laatste punt hangt ook sterk samen met model 3.

3.2.2 Landbouwpraktijk

In de praktijk uit zich kringlooplandbouw meestal als volgt. Centraal staat het **combineren van plantaardige en dierlijke productie** waarbij (rest)producten uit de dierlijke productie gebruikt worden voor plantaardige productie en omgekeerd. Dieren hebben vaak meerdere functies in deze cyclus. Ze leveren voeding (mest) voor een vruchtbare bodem, met begrazing verwijderen ze ongewenste planten, ze produceren melk en vlees om de boer in zijn bestaan te voorzien, Bij een gesloten kringloop hoort ook lokale productie van veevoeder. Dat lijkt op het grondgebonden gemengde bedrijf, maar het wordt nu verder geoptimaliseerd met andere combinaties van activiteiten (bv. rundvee, algen, eendenkroos, zie voorbeeld 3.2.3.1). Bovendien past het zoals gezegd in een ruimere visie op landbouw. Op die manier wordt de relatie plant-dier hersteld, dat wil zeggen: (een deel van) de plant gaat naar het dier (als veevoer) en afval van het dier (lees: mest) gaat naar de plant (Smits & Linderhof, 2015). In de praktijk betekent dat bijvoorbeeld (Hees, Otto & van der Schans, 2009; Enerpedia, 2015):

- composteren van eigen mest;
- eiwitarmere voeren;
- verrijken van bodemstructuur en –samenstelling;
- optimale mestaanwending;
- zelf telen en mengen van krachtvoer;
- gemiddeld oudere veestapel/minder jongvee opfokken;
- stro in de stal i.p.v. zaagsel;
- minder gestreste bedrijfsvoering;
- rendement over langere termijn;
- oogstresten (al dan niet van naburige land- en tuinbouwers) valoriseren door compostering of via verwerking tot veevoeder;
- slim ontwerp van stallen om kringlopen te sluiten (bv. slimme stalvloer om mest te verzamelen);
- pocketvergisting (kleine eenvoudige biogasinstallaties op basis van eigen biomassa) en andere hernieuwbare energiebronnen aanboren op het bedrijf (bv. zonne-energie).

Een bekende toepassing van kringlooplandbouw is de **biologische landbouw**: een productiewijze waarbij de natuurlijke cycli gerespecteerd worden en de menselijke invloed op milieu geminimaliseerd wordt (Europese Commissie, 2015). Of volgens de omschrijving van het departement Landbouw en Visserij (2015): “De biologische productie is een alomvattend systeem van landbouwbeheer en levensmiddelenproductie waarbij de beste praktijken op milieugebied worden gecombineerd met een hoog niveau van biodiversiteit, de instandhouding van natuurlijke hulpbronnen, de toepassing van strenge normen op het gebied van dierenwelzijn en een productie die is afgestemd op de voorkeur van bepaalde consumenten voor producten die worden vervaardigd met natuurlijke stoffen en procedés.”

De link met de circulaire economie zit in o.a. in deze principes (Europese Commissie, 2015):

- gewasrotatie zodat de aanwezige hulpbronnen zo efficiënt mogelijk gebruikt worden;
- chemische pesticiden, kunstmest, antibiotica en andere substanties worden zeer sterk gelimiteerd (minder externe input);
- op het bedrijf aanwezige hulpbronnen worden zo goed mogelijk benut, zoals mest, voeder,

Bijzonder aan biologische landbouw is dat het deel uitmaakt van een duidelijke gecertificeerde keten inclusief verwerking, distributie en retail. De voorwaarden voor certificering zijn wettelijk bepaald op

////////////////////////////////////

Europees niveau. Het voorbeeld van het landbouwbedrijf De Zwaluw (3.2.3.3) toont hoe agro-ecologie in de biologische landbouwpraktijk geïmplementeerd kan worden.

De biologische landbouw hanteert niet enkel circulaire principes op het bedrijf zelf, biologische landbouwers zouden ook zelf reststromen kunnen gebruiken uit de voedingsindustrie, wat nog onvoldoende gebeurt. Dat leunt aan bij model 2 en toont aan dat een strikte scheiding tussen de modellen niet mogelijk of wenselijk is. In een circulaire economie moet elke opportuniteit om kringlopen te sluiten benut worden. Zo komen bijproducten van biologische herkomst, afkomstig van bierbrouwerijen, melk- en suikerproducenten en de aardappelindustrie in aanmerking als veevoer. Maar ook onverkochte biologische landbouwproducten die niet voldoen aan de kwaliteitseisen. Certificering, scheiding aan de bron en onbekendheid met andere schakels van de keten zijn de belangrijkste knelpunten.

3.2.3 Voorbeelden

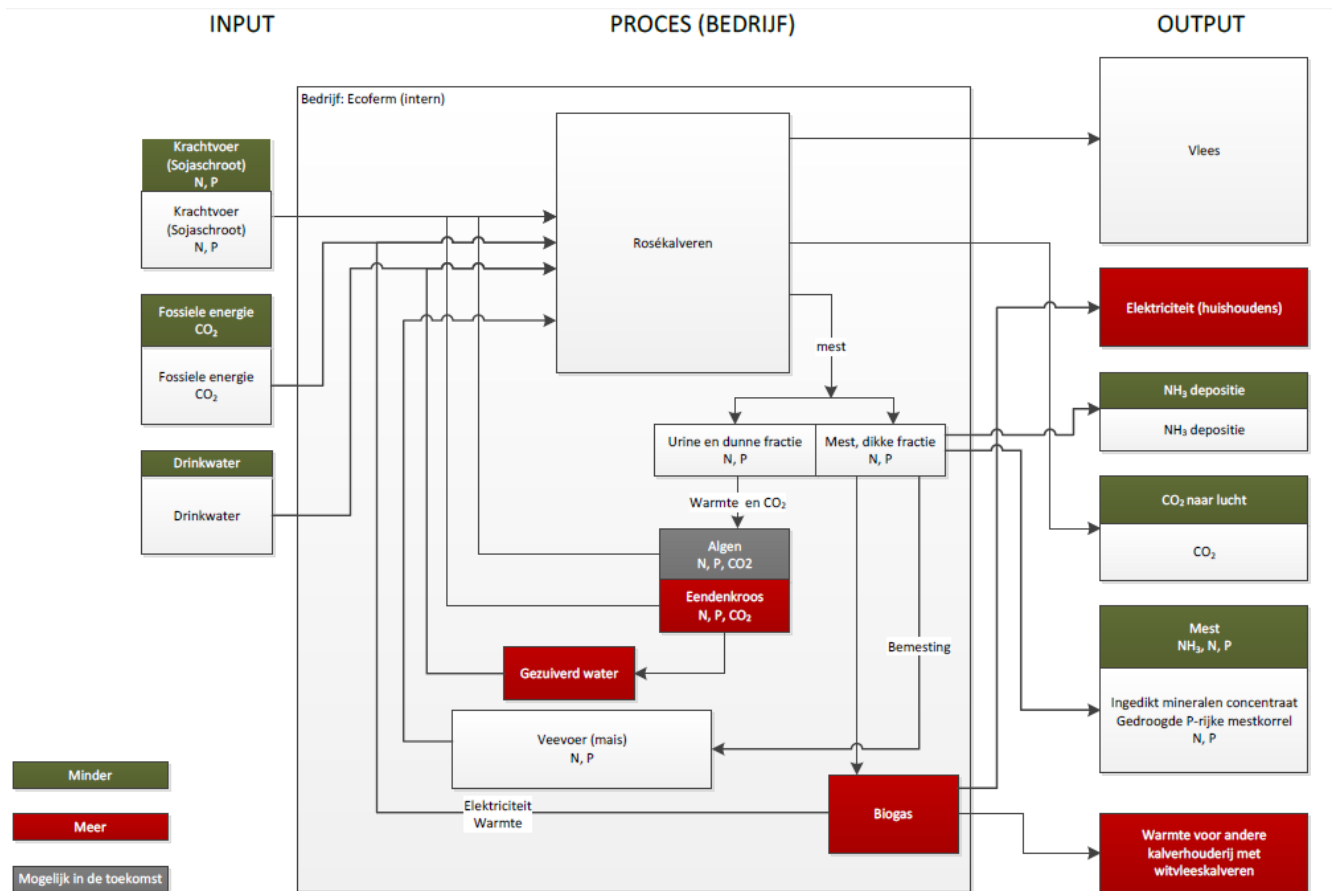
We hebben gekozen voor twee voorbeelden van operationele landbouwbedrijven die “kringlopen sluiten op het bedrijf” in de kern van hun bedrijfsmodel geplaatst hebben. Daarnaast presenteren we ook een voorbeeld van een tuinbouwbedrijf dat via samenwerking met een naburige kweker (aquacultuur) kringlopen tracht te sluiten, maar hierbij niet volledig onafhankelijk is van externe inputs.

3.2.3.1 Ecoferm (NL): een kringloopboerderij met vleesvee, algen en eendenkroos

Ecoferm is een voorbeeld van een kringloopboerderij die innovatief te werk gaat met algen en eendenkroos. Meer bepaald heeft Ecoferm 3600 rosé vleeskalveren waarbij mest, CO2 en warmte van de dieren wordt ingezet voor de kweek van algen en eendenkroos, die uiteindelijk worden gebruikt om de dieren te voederen (zie figuur 4, waar de inputs en emissies van het bedrijf worden vergeleken met de gangbare situatie). Naast de vleeskalveren heeft het bedrijf ongeveer 100 ha eigen teelt gras en snijmaïs, een biogasinstallatie, een pilot algenreactor, een innovatieve stal met rubberen toplaag (gericht op dierenwelzijn), primaire mestscheiding onder de dieren en een biofilter voor ammoniakverwijdering, en een krooszolder (kas op stal). De pilot algenreactor bevindt zich boven in de stal en maakt gebruik van de dunne fractie van het digestaat. De algen worden niet geoogst, maar gevoederd aan de dieren als verrijkt drinkwater. De algen zouden ook in de toekomst toepassingen kunnen vinden in humane voeding. Net als algen heeft ook eendenkroos een hoog potentieel. De veevoerkundige waarde van eendenkroos leunt aan bij die van raapschroot. Er zijn echter nog problemen met economische rendabiliteit. De biogasinstallatie maakt gebruik van dagverse en oudere drijfmest. Naast gas, levert de installatie ook warmte aan een buurman en elektriciteit voor het eigen bedrijf en het net (Innovatiesteunpunt (2015) en Smits & Linderhof (2015)).



Figuur 4: Ecoferm: stroomschema van inputs, processen en output (incl. emissies)



Bron: Smits & Linderhof, 2015

3.2.3.2 Aquapark Stokstorm (BE): de kringloop sluiten tussen een glastuinbouwbedrijf en een aquacultuurbedrijf

Een bedrijf kan ook de kringloop sluiten in nauwe samenwerking met een naburig bedrijf. Zo is er de bijzondere samenwerking in de glastuinbouwcluster in de regio Deinze tussen aquacultuur en glastuinbouw in het Aquapark Stokstorm, waarbij een gesloten kringloop wordt nagestreefd.

Tomato Masters werkt daar samen met Aqua4C in een MIP-project (Milieu- en energietechnologie Innovatie Platform) aan de integratie van glastuinbouw (tomaten) en aquacultuur (omegabaars) waarbij optimaal gebruik wordt gemaakt van energie en nutriënten: restenergie van de serres verwarmt de bassins voor de warmwatervis en het nutriëntenrijke kweekwater wordt dan hergebruikt in de tomatenteelt (EIP Agri, 2015).

3.2.3.3 De Zwaluw (BE): een agro-ecologisch bedrijfsmodel

Het biolandbouwbedrijf De Zwaluw is een veelzijdig bedrijf met eigen zuivelverwerking, verschillende teelten, koeien en schapen. Vanuit een duidelijke bedrijfsvisie en op een innovatieve en efficiënte manier werken zij aan een gesloten cyclus op het bedrijf. Meer bepaald telt het familiebedrijf 50 melkkoeien, 50 stuks jongvee en 250 schapen voor natuurbegrazing en beschikt het over zo'n 75 hectare grond.

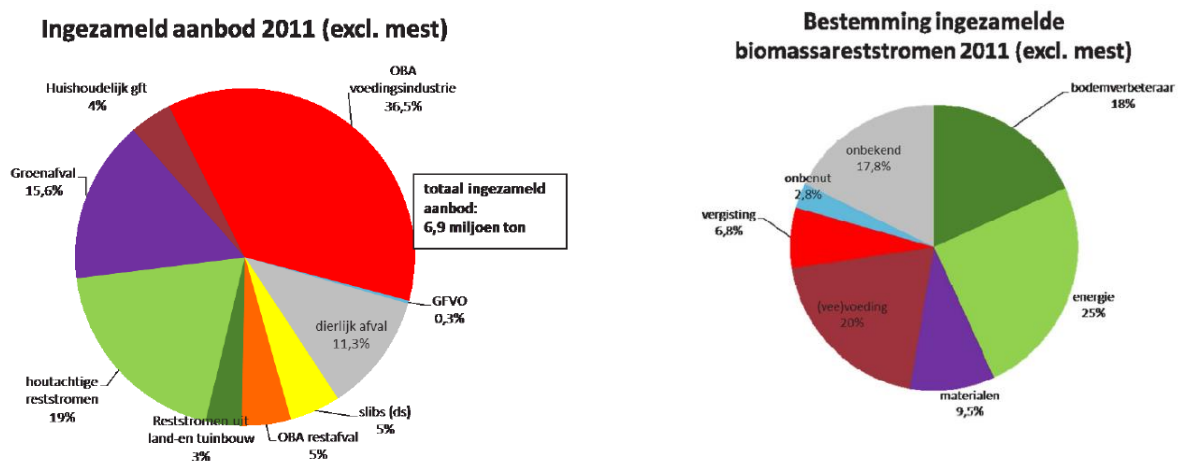
Het bedrijf streeft ernaar om 100 % zelfvoorzienend te zijn in veevoeder, nu is al 98% bereikt. Op tien hectare telen ze een mengeling van zomertriticale, haver en veldbonen die het nodige krachtvoer

////////////////////////////////////

voedselverliezen. Bij nevenstromen gaat het om alle niet-eetbare biomassa van voedselgrondstoffen en -producten. Bij voedselverliezen gaat het om alle eetbare biomassa van voedselgrondstoffen en voedselproducten die verloren gaat voor menselijke consumptie (OVAM, 2012). We kunnen hierbij denken aan landbouwproducten die niet voldoen aan marktstandaarden of andere vormen van verliezen (bv. overschotten op de veilingen).

De reststromen uit de land- en tuinbouw (exclusief mest) zijn beperkt, zoals blijkt uit figuur 5 die het aandeel reststromen uit land- en tuinbouw in het totaal ingezameld aanbod biomassa(rest)stromen toont (namelijk 3%). Uit diezelfde figuur blijkt bovendien dat van alle ingezamelde biomassa(rest)stromen in 2011 slechts 9,5% naar materialen en chemie ging. De hoofdbrok ging naar energie, bodemverbeteraars en (vee)voeding. Het verwaardingsmodel vanuit de landbouw richting andere sectoren is dus vandaag de dag beperkt (voor gedetailleerde cijfers over de reststromen in de Vlaamse land- en tuinbouw, zie OVAM (2014a) en (2014b)). Mogelijk interessante reststromen van gewassen zijn bladeren, loof, stengels, stro. In de dierlijke sector vormt mest natuurlijk een belangrijke reststroom. Nuttige componenten van reststromen uit de landbouw zijn suiker, zetmeel, eiwitten, vetten/oliën en vezels. Een deel van het landbouwfval moet natuurlijk wel op het land blijven, om de nodige bodemvruchtbaarheid te behouden (organische stofgehalte van de bodem). Anderzijds moet een deel van de oogstresten weggehaald worden, om verstikking of nutriëntenverliezen/uitspoeling te voorkomen.

Figuur 5: Ingezameld aanbod en bestemming biomassa-reststromen (excl. mest), Vlaanderen, 2011



Bron: OVAM (2014b)

3.3.1.3 Voordelen

Het verwaardingsmodel streeft naar (Copa Cogeca, 2015; EIP Agri Workshop, 2015):

- het best mogelijke gebruik van productieve gronden;
- sterke waardeketens die een maximale waarde per eenheid grondstof realiseren, dalende productiekosten en risico's en verhoogde weerstand tegen uitdagingen zoals klimaatverandering en prijsvolatiliteit;
- verhoogde veerkracht van de landbouw;

//

- toegang tot nieuwe markten en nieuwe afzetmogelijkheden voor reststromen en bijproducten met als gevolg toegang tot nieuwe inkomensstromen en jobs;
- diversificatie van praktijken en links met nieuwe sectoren en business.

3.3.2 Voorbeelden

We bespreken nu een aantal voorbeelden van het verwaardingsmodel. We volgen hierbij de cascade en stellen per trede bepaalde toepassingen voor. We starten met een aantal voorbeelden die betrekking hebben op de productie van nieuwe grondstoffen voor een circulaire bio-economie. Vervolgens overlopen we mogelijke valorisatietrajecten van reststromen uit de groente- en fruitteelt. De voorbeelden zijn veelal eerder theoretische verkenningen van het potentieel van reststromen of zaken die nog in onderzoeksfase zitten.

3.3.2.1 Primaire stromen voor de circulaire economie

Figuur 6 biedt een overzicht van een aantal typische bio-economie gewassen (vlas, hennep, miscanthus, maïs, aardappelen) en hun mogelijke toepassingen. We beperken ons hier tot de mogelijkheden van vlas, hennep, miscanthus en gras, omdat zij niet rechtstreeks in competitie gaan met voeding. In kaderstuk 3 presenteren we nog de case van raffinage van suikerbieten, wel onder de voorwaarde dat voedselzekerheid wordt gegarandeerd.

Figuur 6: Mogelijke paden van landbouwstromen in een bio-economie

Product	Toepassing	Component	Gewas
Lijmen	Plastics, papier, hotmelts	Gluten, zetmeel, inuline	Tarwe, aardappel, cichorei
Chemische additieven	Crosslinkers (verf), weekmakers	Olie, vetzuren, gluten, zetmeel	Olievlas, calendula, aardappel, tarwe
Coatings	Papier, textiel, plastics, voedsel	Zetmeel, bloem, gluten, vetzuren	Aardappel, tarwe, oliezaden
Composieten	Automobiel, bouwmaterialen, windturbines, vormdelen	Vezels	Vlas, hennep, stro
Vezels	Papier, non-wovens, textiel, geotextielen, bouwmaterialen, isolatiematerialen	Vezels	Vlas, hennep, olifantsgras
Films	Verpakkingen, land- en tuinbouw	Zetmeel, gluten, keratine	Aardappel, tarwe, kippenveren
Fijnchemicaliën en medicijnen	Emulsifiers, smeermiddelen, complexanten, detergentia, kiemremmers, ziekte bestrijding	Olie, vetzuren, inuline, limoneen, carvon	Oliezaden, cichorei, crambe, karwij, bollen, heesters
Plastics en rubber	Verpakkingen, vormdelen, schuimen, etc.	Zetmeel, olie, melkzuur	Aardappel, olievlas, maïs

<http://www.biobasedeconomy.nl/routekaart/>

Bron: Presentatie Biobased zoekt boer, Kamer van Koophandel, Rotterdam, 2014

3.3.2.1.1 Gras: diervoeder en karton

Grassa! wil duurzaam graseiwit produceren voor de diervoedersector met als doel sojaschroot te vervangen. Daarnaast levert het een nieuwe, duurzame vezel voor de papier- en kartonindustrie. Eerst bouwden de partners van het 'Grassa!'-project een proefraffinaderij, om vervolgens op een melkveebedrijf de eerste mobiele grasraffinaderij in gebruik te nemen. Grasraffinage is het scheiden van de verschillende componenten van gras. In essentie komen daarbij twee producten vrij: grassap en grasvezel. Eiwitten uit het grassap kunnen worden verwerkt tot hoogwaardig veevoer, niet alleen voor koeien, maar ook voor varkens en kippen. Het overgebleven grasvezel kan worden gebruikt voor de kartonindustrie. Het basisproduct gras is volop beschikbaar en door de verbeterende technologie

////////////////////////////////////

kunnen steeds meer componenten van gras tot economische waarde worden gebracht. Er ontstaat zo een nieuwe manier van veehouderij waarbij méér uit gras wordt gehaald dan alleen voer voor koeien (Grassa.nl, 2015).

3.3.2.1.2 Hennep en vlas: niet enkel een textielgewas

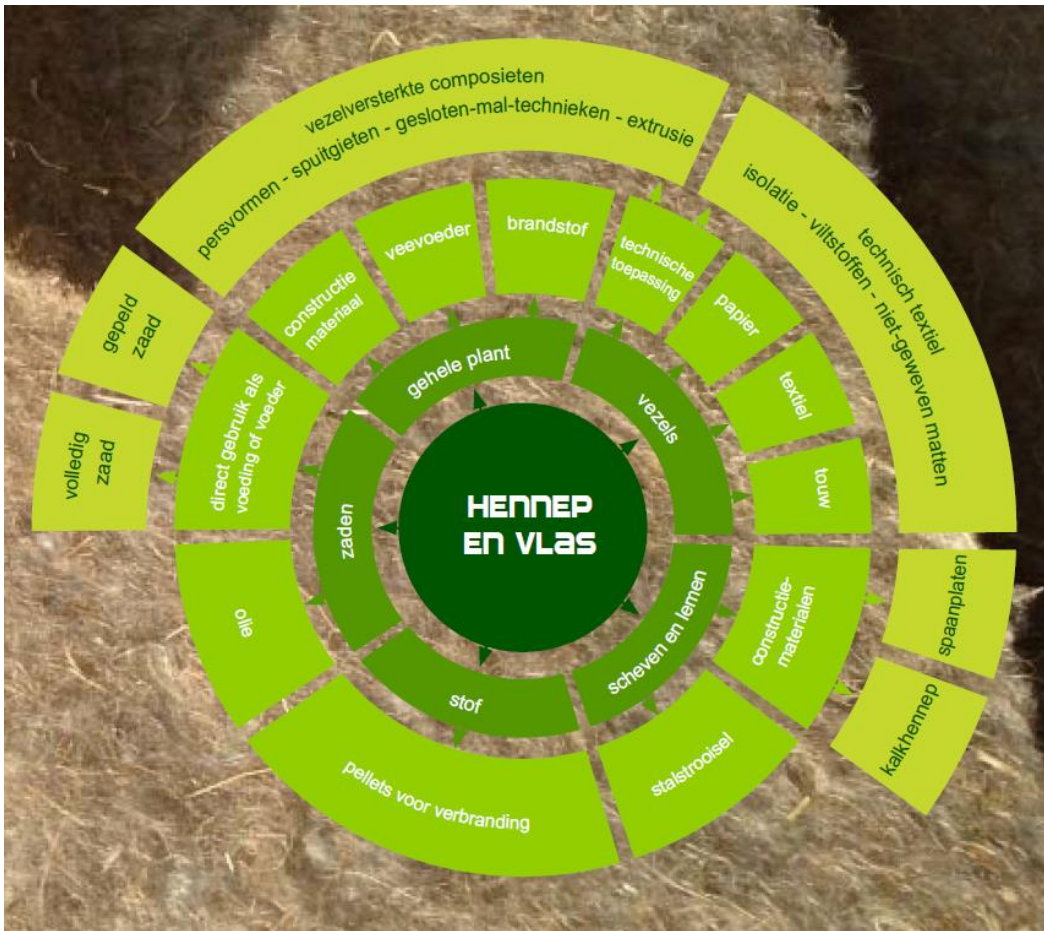
Van oudsher is de vlasteelt een belangrijke teelt in onze contreien. Samen met Frankrijk en Nederland voorziet België in zo'n 80 procent van de wereldproductie. In Vlaanderen gaat het om zo'n 4.000 ha, in België zo'n 12.000 ha (Vilt, 2014). De vezels worden vooral gebruikt in de textielindustrie, maar er zijn ook nieuwe toepassingen mogelijk in de bouw- en composietsector. Hetzelfde geldt voor hennep, een gewas dat opnieuw zijn intrede doet. In België stond er in 2014 ongeveer 300 ha vezelhennep, waarvan 250 ha in Wallonië en 50 ha in Vlaanderen. Hennep en vlas bestaan uit verschillende delen: vezels, scheven (de houtachtige kern van de stengel) en het zaad. Elk hebben ze specifieke toepassingen, zoals ook figuur 7 illustreert.

De papierindustrie is de grootste afnemer van industriële hennepvezel. Vlas gaat voornamelijk naar de textielindustrie in China. Kleinere hoeveelheden zijn bestemd voor de isolatiesector en de auto-industrie waar ze gebruikt worden als grondstof voor het maken van composietmaterialen. Kunststoffen versterkt met natuurlijke vezels hebben een groot potentieel ter vervanging van traditionele kunststoffen of ter vervanging van metaal of hout. In de bouwsector kennen vezelversterkte kunststoffen (composieten) veel mogelijkheden zoals dakleien, terrasplanken, vloer- of wandtegels en (sanitaire) meubels. Dergelijke producten zijn op dit moment echter nog niet courant beschikbaar in de winkel. De scheven dienen voornamelijk als stalstrooisel, aangezien het sterk geur- en vochtabsorberend is. Een interessantere toepassing voor de scheven is het bouw materiaal kalkhennep.

Het zaad en de olie ten slotte worden gebruikt in dierlijke en menselijke voeding. Doordat hennep zeer snel groeit en een hoge drogestofproductie kent, is de plant ook geschikt als energiegewas. Als lignocellulosegewas kan hennep gebruikt worden als biobrandstof. Hennep als grondstof voor energie is echter duur in vergelijking met meerjarige gewassen zoals miscanthus, wilg, enz. omdat het (iets) minder opbrengt en alle teeltmaatregelen ieder jaar terugkeren (Enerpedia, 2015).



Figuur 7: Toepassingen hennep en vlas



Bron: Enerpedia, 2015

3.3.2.13 Miscanthus: niet enkel een energiegewas

Miscanthus is een meerjarig gras dat met zijn hoog opbrengstpotentieel ideaal is voor gebruik als bio-energiegewas. Miscanthus is net als maïs een C4-plant: het gras is in staat om zonlicht op een efficiënte manier om te zetten in biomassa bij hoge temperatuur en met een minimum aan water. De jaarlijkse oogst geeft de teler een vast inkomen, in tegenstelling tot houtachtige gewassen die slechts om de twee tot vier jaar geoogst kunnen worden. Als energiegewas kan miscanthus gebruikt worden als brandstof voor verbranding of vergassing voor productie van warmte of elektriciteit. Dat kan in de vorm van briketten, pellets of snippers aangeleverd worden. Miscanthus kan ook gebruikt worden voor de productie van bio-ethanol of biodiesel. De sterkte van de vezel en de isolerende werking ervan maakt miscanthus ook geschikt als grondstof van bouw- of constructiematerialen (schaapplaten, isolatieblokken, binnenwanden). Miscanthus kan bovendien, net zoals hennep en vlas, als vezelversterkend materiaal toegepast worden in composieten. Ook bloempotten worden reeds uit miscanthussnippers gemaakt. Deze bloempotten zijn biologisch afbreekbaar. Net als hennepscheven kan miscanthus als strooisel in stallen gebruikt worden. Miscanthussnippers hebben een sterk absorberend vermogen, het materiaal droogt snel en klit niet aan elkaar. Dit zorgt ervoor dat minder snippers nodig zijn in vergelijking met houtsnippers of stro (Enerpedia, 2015).



Kaderstuk 3: Suikerbietenteelt (en suikerverwerking): biobrandstof, vergisting en bio-plastics

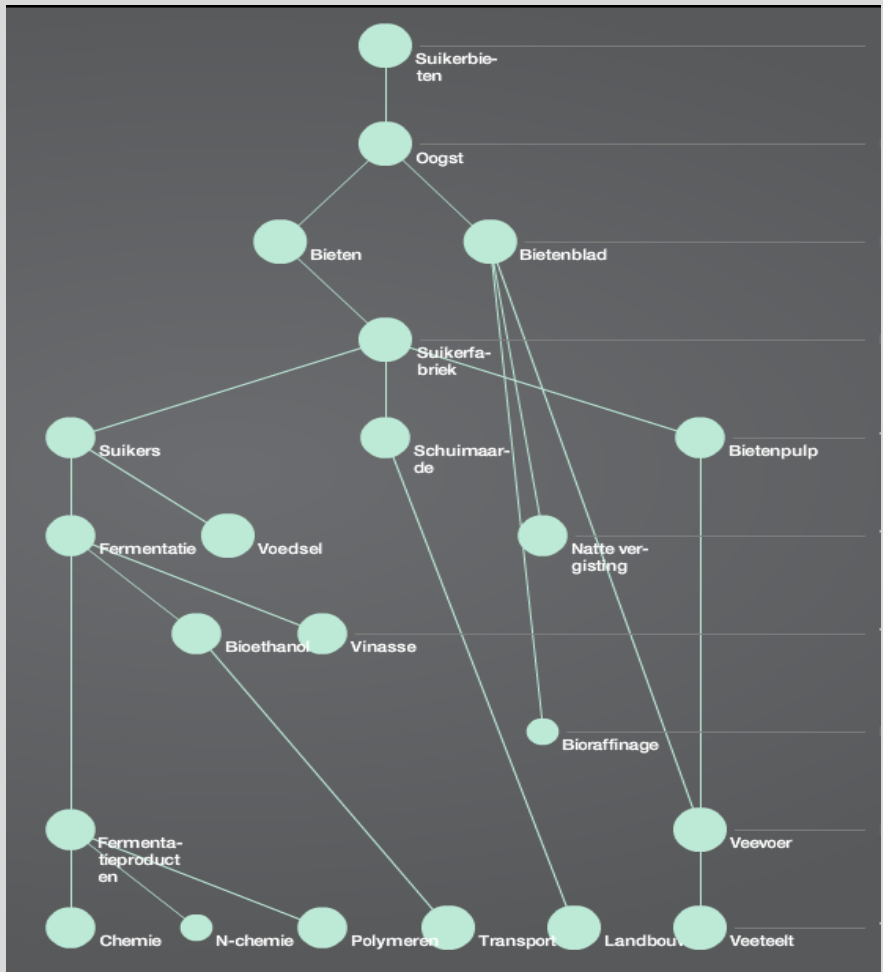
Suikerbieten zijn multifunctionele gewassen, die via raffinage de cascade kunnen doorlopen. Ze kunnen dienen voor voedsel (consumptiesuiker, alcohol), diervoeder, chemie/materialen, bemesting en energie. Figuur 8 toont de verschillende nevenproducten bij de raffinage van suiker en hun toepassingen. De 1 820 720 ton Vlaamse suikerbieten (2011) worden hoofdzakelijk verwerkt tot suiker. Tijdens dit proces ontstaan nevenproducten: bietenstaartjes, bietenpulp, diksap en schuimaarde. De eerste drie worden hoofdzakelijk gebruikt voor veevoeder, schuimaarde is een bodemverbeteraar. Diksap kan ook gebruikt worden voor de productie van bio-ethanol.

Tijdens de productie van bio-ethanol worden de suikers gefermenteerd. Per hectare kan zo'n 5000 à 6000 liter bio-ethanol per jaar geproduceerd worden. In 2010 ging 1,3% van de suikerbietenproductie naar bio-ethanol. Suikers worden ook gezien als belangrijke bron voor de productie van polymeren: via fermentatie wordt melkzuur bekomen, de basis voor een interessant polymeer: polymelkzuur (PLA). PLA vindt toepassingen in de textiel, maar ook in de verpakkingindustrie (bv. bakjes voor aardbeien). PLA is bioafbreekbaar (PLA vergaat na een aantal jaren en als het juist verzameld en gescheiden wordt, is het industrieel composteerbaar en recycleerbaar). Ook uit maïs kan trouwens PLA gewonnen worden. Momenteel zijn bioplastics nog niet concurrentieel t.o.v. hun fossiele tegenhangers.

Naast de producten in het raffinageproces is er natuurlijk ook nog het bietenbladloof, zo'n 68 500 ton in Vlaanderen in 2011. Dat loof blijft versnipperd achter op het veld, waarbij een groot deel van de aanwezige nutriënten terug in de bodem terecht komt. Het bietenloof kan ook afgevoerd worden voor vergisting. Grootschalige vergisting van bietenloof gaat gepaard met belangrijke logistieke uitdagingen. Er bestaat vermoedelijk een aanzienlijk potentieel voor lokale (co)vergisting van bietenloof als interne bedrijfsstroom (OVAM, 2014b). Dat laatste brengt ons bij model 1.

Figuur 8: Toepassingen van suikerbieten in een bio-economie





Bron: Biobased Economy Routekaart



3.3.2.2 Valorisatie van reststromen uit groente- en fruitteelt

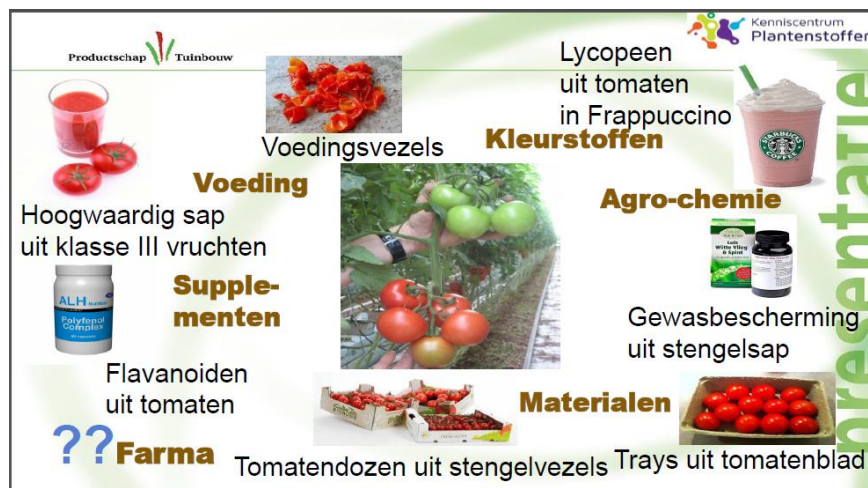
Als we de cascade toepassen op reststromen uit groenten- en fruitteelt, zien we de volgende toepassingen. Figuur 9 en 10 tonen de verschillende mogelijkheden voor tomaten en voor paprika's.

- **In voeding:** volledige verwerking in sappen of poeder of specifieke toepassing van componenten (vezels, eiwitten, secundaire metaboliëten) omwille van nutritionele of gezondheidsbevorderende kenmerken of ook wegens technische functionaliteiten (bv. vezels als verdikkingsmiddel).
 - Voorbeeld 1: Preiaval wordt na het schonen van de geogste prei teruggereden op het land. Meestal worden de gewasresten ondergewerkt in de grond, waardoor deze kunnen verteren. Uit onderzoek blijkt echter dat het groene gedeelte van prei een belangrijke bron is van nutriënten en antioxidanten, zoals polyfenolen, vitamine C en organosulfiden. Men kan van het groene gedeelte van prei bv. preipoeder maken (Proefcentrum Kruishoutem, 2013 en OVAM, 2014b).
 - Voorbeeld 2: In de strijd tegen voedselverspilling onderzocht BioForum samen met Vives Hogeschool hoe oogstresten verwerkt kunnen worden tot nieuwe, rendabele producten. Een van de onderzochte opties was courgettepesto, omdat de oogstresten bij courgetten het grootste bleken te zijn (voldoen niet aan de uniforme vormvereisten en/of kunnen niet verkocht worden in piekperiodes). Toch resulteerde het onderzoek niet in een marktrijp product (Vilt, 2015a).
 - Voorbeeld 3: Van Dam *et al.* (2014) onderzochten theoretische valorisatie- en scheidingsmogelijkheden bij de teelt van chrysanten. Chrysantenteelt onder glas levert een diverse biomassareststroom, namelijk blad, stengels, wortels en bloemen. Een aantal ondervraagde chrysantentelers bleek interesse te hebben in alternatieve toepassingen van de chrysant en van het restmateriaal, zoals de extractie van natuurlijke geur- en/of kleurstoffen. De teelt zelf staat onder druk en zeker in periodes waarin de prijs per steel laag is, is het hebben van een alternatieve afzet interessant.
- **In veevoeding:** toepassing als ruwvoeder ofwel als additieven voor veevoeder (bv. antioxidanten) Uit het Interreg-project ARBOR werd bv. geconcludeerd dat spruitkoolstokken perfect geschikt zijn als veevoeder. Aangezien er in Vlaanderen maar twee machines de stokken mee oogsten (wat een extra investering vraagt van 25.000 euro) blijft op zowat 2.000 hectare zo'n 22 ton per hectare aan verse oogstresten onbenut liggen (Vilt, 2015b).
- **In farma/cosmetica:** essentiële oliën, secundaire metaboliëten (voedingssupplementen), eiwitten (als enzymen)
- **Materialen/chemie:** extractie van vezels uit lignocelluloserijke stromen zoals stengels en bladeren. Het verse materiaal zou ofwel op het bedrijf ofwel op een "biomassawerf" geperst kunnen worden. Het sap kan dan per tankwagen worden afgevoerd naar een extractie- of fermenteerbedrijf. Het vezelige materiaal kan na drogen veel langer worden bewaard. De stengels kunnen worden afgevoerd naar een spaanplaat-, MDF- of kartonbedrijf (Van Dam *et al.*, 2014). Reststromen uit tuinbouw kunnen ook worden ingezet voor de productie van biopolymeren, hoewel het momenteel vooral gewasresten uit de akkerbouw zijn die hiervoor gebruikt worden (bv. aardappelzetmeel).
 - Voorbeeld: er bestaan al commerciële toepassingen van reststromen, veelal van tomaten en paprika's, in de wereld van papier, karton en verpakkingen. Smurfit Kappa (een wereldspeler in de papierwereld) gebruikt tomatenstengels voor productie van karton (Productschap Tuinbouw, 2011). Ook Schut Papier, een bijna 400 jaar oude Nederlandse



papierfabriek, werkt met reststromen van tomaten- en paprikaplanten en heeft op basis daarvan een nieuw concept van papier vermarkt, dat zich goed laat verwerken in alle gangbare print- en drukprocessen. Onderzoekers aan de universiteit van Wageningen hebben ten slotte de mogelijkheid om tomaten te verpakken in een bakje van de eigen tomatenbladeren (meer bepaald de vezelpulp) succesvol aangetoond.

Figuur 9: Valorisatiemogelijkheden van tomaten en hun oogstresten



Bron: Bio Base Westland

Figuur 10: Voorgesteld scheidingsschema paprika

Paprika				
ongescheiden	grote scheiding	fijne scheiding	fijnere scheiding	Toepassing
oogstafval	vrucht	metabolieten	capsaicinoides capsinoides caroteen	antioxidantia, biocide, kleur-, geur- smaakstof
		vruchtrestenstroom		
groen blad	koolhydraten	eiwitten	pectines rubisco rest eiwitten	geleer- of bindmiddel veevoer veevoer
		metabolieten	quercitine luteoline chrysoeriol	antioxidantia, biocide, kleur-, geur- smaakstof
		stengel	cellulose / hemicellulose vezel (44.5%) stengel reststroom (55.5%)	extractives (58%) pectine (16%) lignine (26%)

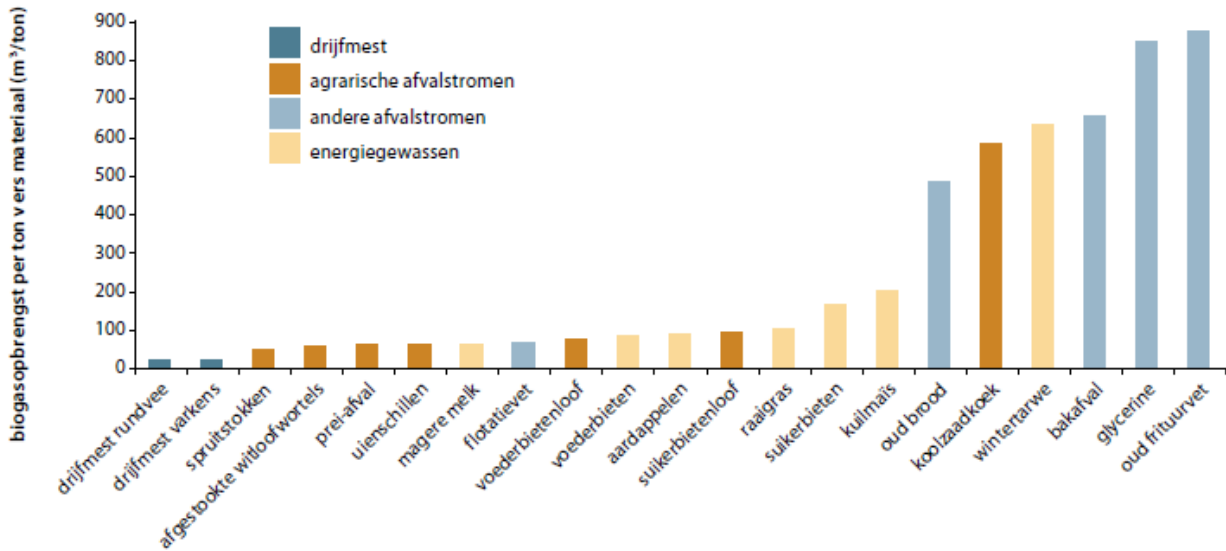
Bron: Van Dam et al. (2014)

- **Gebruik als meststof of voor duurzame energie:** momenteel worden oogstresten vaak ondergeploegd op het land als bemesting, wat deels problematisch is, omdat dit aanleiding geeft tot nutriëntenuitspoeling en een voedingsbodem voor pathogenen. Alternatieven voor bemesting zijn (industriële) compostering en vergisting. Bij vergisting worden de reststromen omgezet in duurzame energie en digestaat. Het vergisten van oogstresten is momenteel volop in ontwikkeling. Hierbij zijn elementen als organisch stofgehalte en extra benodigde werkgangen om het materiaal te verzamelen cruciaal voor de finale haalbaarheid. Het energetisch gehalte

////////////////////////////////////

van de tuinbouwreststromen is beperkt als gevolg van hun hoge vochtinhoud, dus de energieopbrengst is relatief gering (Inagro, 2007 en ILVO, 2014 a en b). Dat toont figuur 11 ook aan.

Figuur 11: Biogasopbrengst naar type stroom



Bron: Inagro, 2007

• **Uitdagingen:**

- Het ontbreken van een aanvoerketen: dat is ook het probleem waar Inagro binnen het Interreg IVb-project “Arbor” en Biobase Europe Pilot Plant binnen het IWT-project “Visions” op botsten. De grootste uitdaging is het nog niet op elkaar afgestemde vraag en aanbod. Hiervoor dienen alle schakels in de keten (landbouwer – oogst – logistiek – opslag – afzet) georganiseerd te worden (FISCH). Omdat veel oogstresten nu nog op het veld blijven liggen, zijn bv. aangepaste oogstmachines nodig op het landbouwbedrijf. Verder bleek bv. bij de case van biologische courgetten het niet evident te zijn om de courgetten kostenefficiënt bij de verwerker te krijgen, die ook onvoldoende kennis en capaciteit had voor verwerking in piekperiodes.
- Houdbaarheid en beschikbaarheid: een aantal problemen bij het valoriseren van reststromen uit de tuinbouw zijn het seizoensgebonden karakter van de reststroom, de slechte bewaring en de plastic clips en touwen die verwijderd moeten worden (Productschap Tuinbouw, 2011). De reststromen moeten zo snel mogelijk worden verwerkt, als er waardevolle inhoudsstoffen uit geëxtraheerd moeten worden. Het verse materiaal kan namelijk niet heel lang worden bewaard (wegens fermentatie- & compostingsprocessen die vanzelf opstarten). Voor de case van biologische courgetten bleek het moeilijk om het product de gewenste houdbaarheid te geven en jaarrond beschikbaar te laten zijn (wat het commercieel aantrekkelijker zou maken). Voor bv. tomatenstengels kunnen aangepaste stabilisatietechnieken en extractiemethodes er wel voor zorgen dat de houdbaarheid en de kwaliteit van de uit de reststromen afgeleide grondstoffen kan worden gegarandeerd (ILVO, 2014a).



- Geschiktheid: de geschiktheid van biomassa voor alternatieve valorisatie via verschillende verwerkingsroutes tot materialen of energie wordt bepaald door het droge stof gehalte en de samenstelling van de biomassa. Een belangrijke vraag is hoe het groene gedeelte van de reststroom (blad, zachte stengels en merg) gescheiden kan worden van het houtige gedeelte (stengels). Doorslaggevende eigenschappen voor een valorisatietraject zijn bv. de calorische waarde (energieproductie), de energetische waarde (veevoeding), het biogaspotentieel (vergisting), de composteerbaarheid, de aanwezigheid van niet-organisch afval zoals aarde en stenen (vergisting) en het droge stof gehalte (stabiliteit) (OVAM, 2014b).
- Schaal: oogstresten bij individuele landbouwers kennen een beperkte schaal en lonen meestal niet de moeite om een valorisatietraject uit te bouwen. Samenwerking tussen verschillende landbouwers of coöperaties kunnen hiervoor een oplossing betekenen.
- Veiligheid: er bestaat een gevaar voor contaminatie met bv. pesticiden en aarde, wat de chemische en microbiële veiligheid en verwerking kan belemmeren.
- Financiële meerwaarde: of reststromen valoriseren interessant is, hangt af van de grote financiële meerwaarde die de valorisatie met zich meebrengt om bv. het verlies aan organisch materiaal en de meerkosten voor verwerking te compenseren (Proefcentrum Kruishoutem, 2013). Bij de courgettencase was de onzekere marge een belangrijk knelpunt.

3.4 MULTI-ACTOR- EN MULTIFUNCTIONEEL LANDBOUWMODEL: LANDBOUW ALS SCHAKEL IN EEN CIRCULAIRE (VERSTEDELIJKTE) OMGEVING

3.4.1 Algemene principes

In dit model gaat het om een multi-actor invulling van voedselproductie en om een multifunctionele invulling van landbouw, waardoor kringlopen gesloten worden in het landschap, dat met het oog daarop ook zo wordt ontworpen. In dit model is er ook een belangrijke rol weggelegd voor steden.

3.4.1.1 Multi-actor, multifunctioneel en kringlopen sluiten in het landschap

Centraal staat een shift van een grotendeels internationale focus naar bio-regionale clusters van integrale voedselproductie, voedselverwerking en bio-verwerking waarbij stromen van nutriënten en water efficiënt in kringlopen gehouden worden, reststromen gevaloriseerd en afval geëlimineerd. Inputs zoals energie, water en bemesting worden lokaal voorzien vanuit hernieuwbare hulpbronnen en waar mogelijk verminderd. Binnen dit model kunnen verschillende verdienstrategieën gehanteerd worden: (1) differentiatie (vers, etnisch, directe verkoop), (2) diversificatie (voedsel, zorg, educatie, kinderopvang, landschap, recreatie, klimaatbeheersing, gebiedsontwikkeling, ...) en (3) lage kosten (restwarmte, stedelijk afval als compost, substraat, ...) (Metaal, 2013; ILVO, 2014a). Het gaat hier dus om een multifunctionele landbouw die allerlei diensten en producten levert aan het landschap en omgekeerd.

Duurzaam ruimtegebruik, gebiedsontwikkeling en het ontwerpen van de ruimte zijn hierbij van belang. Verschillende actoren uit de regio werken samen om optimaal aan de lokale vraag te voldoen via kortere en meer transparante ketens, om het lokaal aanbod optimaal te benutten en een veerkrachtige economie te creëren. Een voorbeeld van een dergelijke samenwerking zijn agroparken (zie kaderstuk)

////////////////////////////////////

3.4.1.2 Een bijzondere relatie tussen landbouw en de stad

In het circulaire denken rond landbouw en omgeving nemen *steden* een belangrijke plaats in. Steden kunnen gezien worden als ecosystemen met continue stromen van energie, mensen, voedsel, afval, water, lucht en mobiliteit. In de circulaire stad worden lineaire processen in consumptie en productie, van winning tot afval, (deels) vervangen door circulaire processen en worden er duurzame verbindingen gelegd tussen die stromen in de stad, waarbij ook economische, ecologische en sociaal-culturele doelen verbonden worden (RUIJTEVOLK, 2015).

Omdat dicht bij steden de gronden vaak duurder zijn en de percelen kleiner, is het van belang voor landbouwers om samen te werken (m.b.t. ruimte, machines, grondstoffen, verwerking, distributie) en zo claims te doen op de schaarse ruimte rond de stad (Vlaamse Bouwmeester, 2015). Landbouw die dicht bij of in steden plaatsvindt, noemen we stadslandbouw. Het gaat over de productie van plantaardige en dierlijke landbouwproducten in een urbane of peri-urbane context, veelal bedoeld voor lokale consumptie. Er zijn verschillende vormen van peri-urbane landbouw met verschillende functies en verschillende actoren (Danckaert *et al.*, 2010):

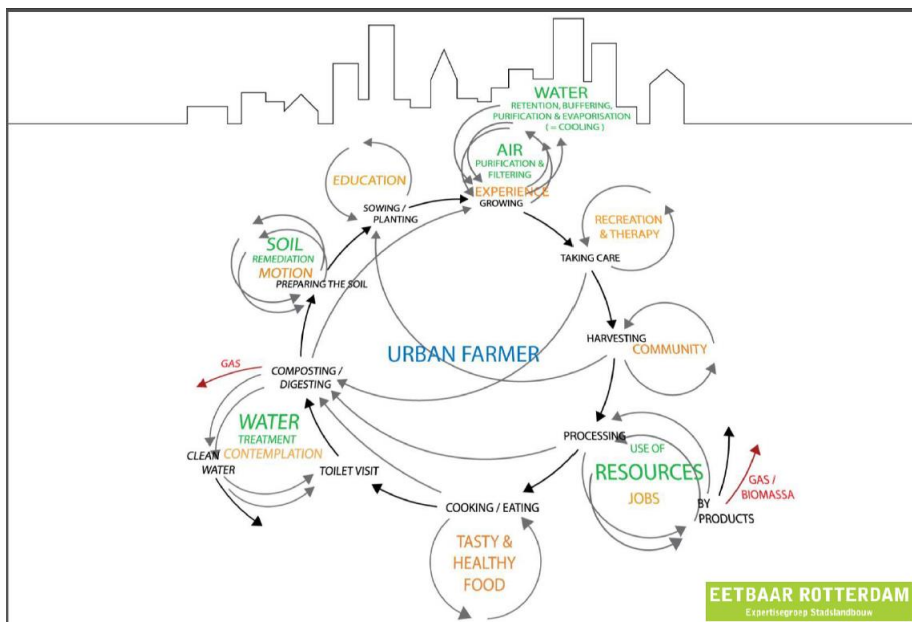
- Niet-commerciële stadslandbouw: socio-culturele verenigingen en actieve burgers ontwikkelen moestuinprojecten en gebruiken voedselproductie als sociaal bindmiddel. Bijvoorbeeld: dakterrassen, volkstuinen,
- Marktgeoriënteerde stadslandbouw: architecten en projectontwikkelaars creëren (hoog)technologische productievormen voor innovatieve voedselproductie (bv. gespecialiseerde productie (paddenstoelen, insecten...), hoogtechnologische productie (aquaponics, vertical farming)). Onder 3.4.2.2. bespreken we een aantal voorbeelden die hierbij aansluiten. Een tweede actor zijn natuurlijk landbouwers zelf die de ruimte in de stad voor lokale afzet gebruiken. De relatie met de consument is een onderdeel van hun afzetstrategie (korte keten). Bijvoorbeeld: boerenmarkt, hoevewinkel, automaat. 3.4.2.1. bespreekt een voorbeeld waarbij landbouwbedrijven in een circulair model aan elkaar gekoppeld worden en rechtstreeks aan de consument leveren.
- Multifunctionele stadslandbouw: landbouwers die de landbouwactiviteit combineren met een ecologische, educatieve, recreatieve en/of zorgfunctie.

Bovenstaande invulling van stadslandbouw kan nog ruimer worden opengetrokken richting circulaire economie. Immers, de verstedelijking en industrialisatie zijn de oorzaak van de scheiding van voedselproductie en verwerking van het organisch afval en het openbreken van kringlopen. Stads(gebonden)landbouw kan echter die kringloop opnieuw helpen sluiten. Volgens het UNDP (1996) bestaat stads(gebonden)landbouw precies uit het sluiten van lokale kringlopen in en rond de stad, gebruik makend van stedelijke hulpbronnen. Of meer uitgebreid gesteld: “stadsgebonden landbouw produceert, verwerkt en verkoopt voedsel en brandstof, voornamelijk als antwoord op de dagelijkse vraag van consumenten in een stad of stedelijke agglomeratie, op land en water verspreid door het stedelijke en stads nabije gebied, waarbij intensieve productiemethoden worden toegepast, met gebruikmaking van natuurlijke hulpbronnen en stedelijk afval, om een diversiteit aan gewassen en veehouderijen te kunnen realiseren (Baeten *et al.*, 2014)”.

Figuur 12 toont de verschillende verbindingen en kringlopen die vanuit de landbouwer mogelijk zijn naar zijn omgeving toe.

////////////////////////////////////

Figuur 12: Kringlopen tussen landbouw en stad



Bron: Metaal, 2013

Zo kan stads(gebonden)landbouw een schakel zijn in de verwerking van gezuiverd stedelijk afvalwater en meststoffen uit gebruikt stedelijk en organisch afval. De stedelijke context biedt ook kansen voor wisselwerking tussen landbouw en stedelijk wonen: restwarmte kan afgevoerd worden naar woningen of opgeslagen worden in de bodem, het grijs water kan terugstromen als meststof voor landbouw. In Nederland is er het voorbeeld van de Hoogeland-wijk waarbij er energie-uitwisseling plaats vindt tussen wonen en tuinbouw. De telersvereniging levert het overschot aan warmte uit de serres aan de woningen en overige voorzieningen. De warmte wordt eerst opgeslagen in grondwater, dat via het lauwwaternet in de wijk en via een warmtepomp in de woningen vervolgens zorgt voor warm water en voor vloerverwarming. De kou die hierbij ontstaat, wordt opgeslagen in een andere grondwaterbron. Zowel de woningen als de serres onttrekken hiervan koelte in de zomer. De serre gebruikt dus in feite zijn eigen warmteoverschot om zich te koelen (ILVO, 2014a).

In een visie-oefening rond de stad Rotterdam, genaamd “Eetbaar Rotterdam”, spreekt men zelfs over de stad als een gemengd bedrijf met samenwerking in een open systeem tussen stadslandbouwers, randstedelijke landbouwers en een waaier aan lokale stedelijke partijen: van nutriëntenboeren, afvalverwerkers en energieproducenten tot horeca en andere voedselverwerkers en coöperaties van burgers (Lay-out 18, 2011). Voor de regio rond het Franse Nantes is er een gelijkaardige denkoefening gebeurd (Ekovores, zie www.lesekovores.com). Dergelijke denkoefeningen blijven in de eerste plaats theoretisch en worden geïnitieerd vanuit ontwerp- en studie bureaus. Dichter bij huis, in Gent, is het Spilvarken een bottom-up initiatief dat vertrekt vanuit concrete actie om vanuit een voedsellab een Circulair Gent vorm te geven (zie voorbeeld 3.4.2.3). Verder, opnieuw bij onze noorderburen, blijkt Almere (3.4.2.4) een broedplaats te zijn voor stadsgebonden landbouw.

3.4.1.3 Voordelen

De hierna opgesomde voordelen overstijgen de grenzen van het landbouwbedrijf (gedeeltelijk gebaseerd op RUIJTEVOLK, 2015).

- Dit model leidt tot een efficiënter gebruik van het aanwezige menselijk kapitaal, technologie en natuurlijke hulpbronnen in een bepaalde (stedelijke) regio.



- Op die manier wordt de regio veerkrachtiger en onafhankelijker: het aanpassings- en absorptievermogen vergroot t.o.v. allerlei schokken (bv. in de economie of de samenleving)
- Met een lokale focus kunnen kleinere, lokale systemen of kringlopen worden ontworpen die flexibeler zijn en minder vervuilend.
- Er wordt meer maatschappelijke waarde gecreëerd. Door bijvoorbeeld werkgelegenheid te realiseren, maar ook door bij te dragen aan waarden als gezondheid, geluk, gemeenschap, autonomie en verantwoordelijkheid.
- Grotendeels zelfvoorzienende, inclusieve woonwijken met een sterke lokale economie en een zeer betrokken gemeenschap houden de woonkosten relatief laag.
- De circulaire regio benut de in de maatschappij aanwezige creativiteit en innovatiekracht van burgers en bedrijven. In de circulaire stad staan stedelijke partijen en overheden open voor elkaar.

Het kan van belang zijn voor een landbouwer, zeker een peri-urbane landbouwer, om de verbinding met de stad of de omgeving te zoeken en zo een deel van de schaarse, versnipperde ruimte op te eisen. Kortere ketens betekenen meer autonomie, betere prijzen, trouwere consumenten (zowel particulieren als bv. horeca, ziekenhuizen, ...), meer voldoening en een beter imago voor het bedrijf en de landbouwsector in het algemeen (Van Buggenhout *et al.*, 2015). Voor bedrijven die intern de kringloop niet kunnen sluiten en de stap naar andere sectoren te groot is, is de stap naar de samenleving en het stedelijk ecosysteem misschien een valabele piste. Aangezien het hier gaat om een multifunctionele landbouwer die actief is in de lokale gemeenschap, waar verschillende actoren actief zijn en verschillende stromen circuleren, levert dat een gedifferentieerd inkomen op, sociale contacten, waardering en kennis en informatie.

Kaderstuk 4: Agroparken

In agroparken vinden allerlei vormen van hoogwaardige landbouwproductie plaats en worden allerlei functies (voedselproductie, sluiten van nutriëntenkringlopen, valorisatie van reststromen, ...) op grote schaal in de regio geclusterd. Glastuinbouw en dierlijke productie (bv. van vlees en melk) worden er gekoppeld aan de industriële verwerking van landbouwproducten. De kringlopen van water, mineralen en gassen worden gesloten en het gebruik van fossiele energie wordt geminimaliseerd door verwerking van verschillende stromen rest- en bijproducten. Ook niet-landbouwfuncties zoals energieproductie en afval- en watermanagement worden geïntegreerd in de bedrijfsvoering van deze parken (Smeets, 2011). Men kan agroparken zien als aan elkaar gekoppelde hooggespecialiseerde bedrijven, waardoor als het ware een gemengd bedrijf op grote schaal ontstaat. Het is het ruimtelijk doorgedreven model van model 1 (of bv. de Stokstromcase, zie 3.2.3.2). De vestiging van toeleverings- en verwerkingsbedrijven op een dergelijk agropark, geïntegreerd in de natuurlijke omgeving met een aangename verweving met stedelijke functies (wonen, werken en leven) maakt de verticale keten van landbouwer tot verkooppunt compleet.

3.4.2 Voorbeelden

We bespreken hier een aantal voorbeelden die betrekking hebben op een bepaalde dynamiek die in de voorbije jaren vanuit steden is ontstaan. Het is een mix van visieontwikkeling en kleinschalige bottom-up initiatieven in steden waarbij verschillende actoren betrokken zijn. De meeste voorbeelden die we hier bespreken, vertrekken niet vanuit de landbouwers zelf (behalve 3.4.2.1). Natuurlijk zijn er

////////////////////////////////////

landbouwers die zelf initiatief nemen en de verbinding zoeken met de omgeving, bv. door hoevertoerisme, educatie, automaten, groene en blauwe diensten, boerenmarkten, Model 3 gaat echter verder dan dat: het gangbare landbouwsysteem gericht op voedselproductie wordt opengetrokken naar nieuwe functies en nieuwe actoren, die aan elkaar gekoppeld worden, vanuit een nieuwe dynamiek en innovatiekracht. We zijn dus op zoek gegaan naar initiatieven die daaraan (in meer of mindere mate) voldoen.

3.4.2.1 Avani (BE/NL): een visie voor een circulair landbouwmodel: convenience voeding geleverd door gekoppelde landbouwbedrijven

Avani is een recente Vlaamse start-up met Nederlandse roots, opgericht door een akkerbouwer. Avani gaat volop voor een circulair landbouwmodel, waarbij ook de keten van productie, over verwerking tot de consument in eigen handen wordt genomen. Landbouwers in een bepaald geografisch gebied worden aan elkaar gekoppeld. De productie (volgens bepaalde duurzaamheidsvereisten) wordt samengebracht in een hub waar de verwerking plaats vindt tot bijna-klaar-maaltijden, zuivel en charcuterie. Die maaltijdboxen worden dan gratis aan huis geleverd. Reststromen worden uitgewisseld tussen en benut op de betrokken landbouwbedrijven.

In hun missie hebben ze aandacht voor:

- het gebruik van afval als grondstof (bv. hooi als veevoeder, stro als zachte ondergrond voor koeien, mest als biobrandstof of bemesting van gewassen) met het oog op het verminderen van afhankelijkheid van externe inputs en het verkleinen van de afvalberg;
- een gezonde productieve bodem via een doordachte keuze van gewassen en teeltrotatie;
- het samen aankopen en gebruiken van machines en materiaal;
- eerlijke prijzen;
- transparantie.

Avani zit momenteel nog in de testfase. Door reststromen uit te wisselen (en een gemengd bedrijf te vormen op regionale schaal) en de verbinding te zoeken met de stad en convenience food aan te bieden, bevindt deze case zich op de grens tussen model 1 en model 3.

3.4.2.2 Afval lokale horeca inzetten voor stadslandbouw: van paddenstoelen op koffiegruis tot insecten op horeca-afval

3.4.2.2.1 PermaFungi (BE): paddenstoelen kweken op koffiegruis

Het kweken van paddenstoelen op koffiegruis is een van de bekendste cases die Blue Economy-uitdrager Gunter Pauli vooropstelt als een manier om verschillende inkomstenstromen te genereren en een kwaliteitsvol product af te leveren tegen lage kostprijs. In België en Nederland ontstonden al verschillende bedrijven die zich hebben laten inspireren door Gunter Pauli. In Brussel kweekt het bedrijf PermaFungi in de kelders van Thurn & Taxis oesterzwammen op koffiedik dat ze ophalen met (gerecycleerde) bakfietsen bij een horecaketten in de stad. Na de laatste oogst doet het substraat nog dienst als meststof (niets gaat verloren). Er is ook een sociale dimensie aan het project. De onderneming biedt opleidingen en jobs voor laaggeschoolden aan en wil mensen warm maken voor duurzaamheid. Ze verkoopt ook zelfkwekkitten en organiseert educatieve workshops. PermaFungi staat voor "landbouw die geïnspireerd is op patronen in de natuur zelf" en maakt duidelijk de link met permacultuur. Het potentieel voor het kweken van paddenstoelen is groot. In totaal produceert Brussel zo'n 7.000 ton koffieafval (Brusselnieuws, 2014).

3.4.2.2.2 Jagran (NL) en Little Food (BE): insecten kweken als schakel om lokale kringlopen te sluiten

Jagran werd in 1992 opgericht en heeft door de jaren heen verschillende innovatieve vormen van diervoeder ontwikkeld. Na o.a. algen te hebben ontwikkeld, richt het bedrijf zich nu op insecten. Niet zozeer het zelf kweken van insecten, maar het ontwikkelen van concepten over hoe insecten gekweekt

////////////////////////////////////

kunnen worden. Zij leveren dus voornamelijk kweekunits met handleiding en vooral in ontwikkelingslanden. Sinds een tijdje richt het bedrijf zich ook op toepassingen in de humane consumptie. Met een aantal grote partijen heeft Jagran een project opgezet waar insecten worden gekweekt op afvalstromen uit restaurants. De insecten dienen vervolgens weer als voedsel voor kippen en vissen die men in de restaurants gebruikt. De reststroom van compost gaat naar de tuinbouw, die weer groente en fruit aan de restaurants levert (Circulaire economie ambassadeurs, 2015).

Little Food is een Brussels bedrijf dat krekels kweekt en inzet op stadslandbouw, korte keten en circulaire economie. Het bedrijf gebruikt (lokale) restproducten zoals voedsel (oud brood, draf van een bio-brouwerij en groen van bio-groenten), recupereert warmte en gebruikt de uitwerpselen van de krekels als meststof. Little Food zet ook in op korte ketens: verkoop ter plaatse, bezoek aan de kwekerij en verkoop via voedselpakketten. De producten zullen ook via bestaande korteketennetwerken worden aangeboden.

3.4.2.3 Het voedsellab van het Spilvarken in Gent (BE): kweekvijver voor nieuwe voedselsystemen

Het Spilvarken neemt initiatieven rond voeding in de stad: bottom-up en vanuit de concrete actie. Het zet Gents afval in de praktijk om tot voedsel en bouwt samen met bewoners en stakeholders aan de stad als ecosysteem. Ze richtten een voedsellab op dat lokale kringlopen en korte keten in de stad opzet en ondersteunt. In dit voedsellab willen ze de opgedane kennis en het uitgebouwde netwerk tijdens de acties bewaren en omvormen tot een kweekvijver. Het doel is om burgers, lokale actoren, middenstandsorganisaties en besturen bewust te maken van wat co-creatie en duurzaamheid in nieuwe voedselsystemen voor een stad kan betekenen. Meer bepaald zoeken ze een antwoord op de vraag: welke rol voedselkringlopen spelen in stadsontwikkeling, landbouw, korte keten, sociale cohesie, afvalverwerking, lokale tewerkstelling en economische duurzaamheid. Nieuwe ontwerpuitdagingen kunnen in dit netwerk onder de loep worden genomen, internationaal afgetoetst en lokaal geïmplementeerd. Het Spilvarken schuift als consulent mee aan tafel en nodigt anderen uit.

Een concreet project was het houden van stadsvarkens op de Bijlokesite in Gent, niet alleen om lokaal afval te verwerken, maar ook om opnieuw bewuster te worden van de voedingskringlopen. Meer dan 40 burens zetten zich in als hulpboer om drie varkens te onderhouden. Lokale voedselafvalstromen werden in kaart gebracht en gebruikt als varkensvoer. In zes maanden tijd werd 1000 kilo lokaal voedselafval verwerkt. Ongebruikte ruimte werd tijdelijk ingevuld en de varkens brachten meer natuur in de stad. Uiteindelijk werd er ook 250 kilo ecologisch verantwoord vlees geproduceerd (website Het Spilvarken).

3.4.2.4 Stadslandbouw en Almere 2.0

Dekking (2015) beschrijft stadslandbouw in Almere. Almere behoort tot de tien grootste gemeentes van Nederland en zal de komende decennia uitgroeien tot een stad van 400.000 inwoners, de vijfde stad van Nederland. Via de Schaalsprong, Almere 2.0 wil Almere een stad worden met een duurzame identiteit. De Almere Principes zijn de volgende:

1. Koester diversiteit (diversiteit als een bepalend kenmerk van robuuste ecologische, sociale en economische systemen).
2. Verbind plaats en context (vanuit eigen kracht en tot wederzijds voordeel actieve relaties onderhouden met de haar omringende gemeenschappen in breedste zin).
3. Combineer stad en natuur (unieke en bestendige combinaties van het stedelijke en het natuurlijke weefsel).
4. Anticipeer op verandering (flexibiliteit in plannen en programma's opnemen, en daarmee onvoorspelbare kansen voor toekomstige generaties mogelijk helpen maken).

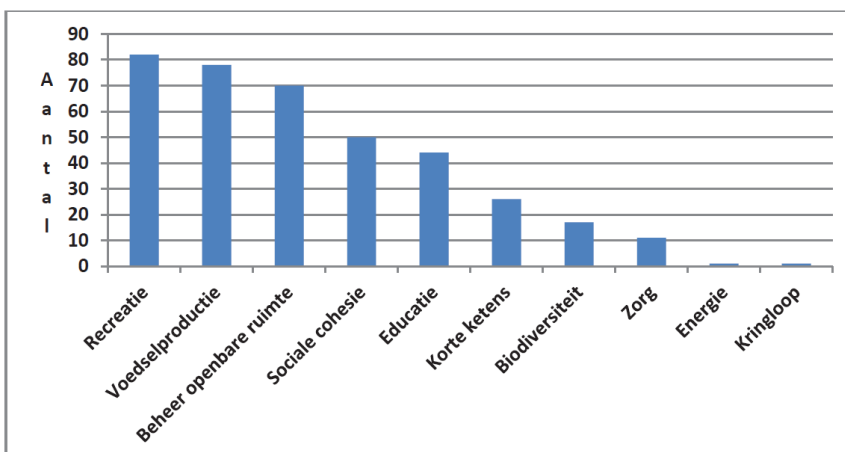
////////////////////////////////////

5. Blijf innoveren (nieuwe en verbeterde processen, technologieën en infrastructures aanmoedigen en experimenten en kennisuitwisseling ondersteunen).
6. Ontwerp gezonde systemen ('cradle-to-cradle'-oplossingen benutten, in het besef van de onderlinge afhankelijkheid van ecologische, sociale en economische gezondheid op ieder schaalniveau).
Mensen maken de stad (burgers zijn de drijvende kracht in het maken, behouden en verduurzamen van de stad).

De sterkte is dat deze jonge, groene stad door landbouwkundigen ontworpen is met veel ruimte voor groen en blauw. Er is gewerkt met doordachte gebiedsontwikkeling en een ondersteunend beleid via de Rijksstructuurvisie Regio Almere-Amsterdam-Markermeer, Nieuwe natuur in Flevoland, de nota Kleur aan Groen, het coalitieakkoord Almere 2014-2018, de Agenda Stadslandbouw en Almere Oosterwold. Oosterwold is een gebied van 4.300 hectare aan de oostkant van Almere met ruimte voor 15.000 nieuwe woningen en gebiedsontwikkeling, maar met behoud van het groene en landbouw karakter. Het unieke is dat de ontwikkeling niet gebeurt volgens een gedetailleerd uitbreidingsplan zoals dat in de Nederlandse stedenbouw gebruikelijk is. Het biedt daarentegen enkel een eenvoudig raamwerk met een set van spelregels die een veelheid van bottom-up initiatieven mogelijk maakt die het gebied zelf inrichten met groen, landbouw en wegen. Behalve beleidsinitiatieven en initiatieven rond gebiedsontwikkeling, zijn er ook een aantal ondersteunende netwerken en organisaties actief in Almere, o.a. het Ontwikkelcentrum Stadslandbouw Almere (OSA), de Kenniskring Buurtmoestuinen en Stadsboerderij Almere.

Bovenstaande zorgt ervoor dat Almere een goede voedingsbodem heeft voor stadslandbouw in de ruime zin van het woord. Sinds 2010 is het aantal initiatieven er op het gebied van stadslandbouw dan ook enorm toegenomen, tot een 125-tal in 2015. Het gaat vooral om kleinschalige, niet-commerciële initiatieven (hoewel een derde toch commercieel is) met, zoals figuur 13 toont, de functie(s) recreatie, voedselproductie, beheer van de openbare ruimte, sociale cohesie en educatie. Amper één initiatief houdt zich bezig met het sluiten van kringlopen en dan nog op het bedrijf zelf (Stadboerderij Almere). Ruim 60 procent van de initiatieven in Almere is gericht op voedselproductie. Zowel de schaal als de manier waarop is echter totaal verschillend. Het kleinste initiatief is slechts 1 vierkante meter; hierbij gaat het om moestuinbakken op scholen. Bij het grootste initiatief gaat het om het tijdelijk gebruik van honderden hectares landbouwgrond in Almere.

Figuur 13: Functies van stadslandbouwinitiatieven in Almere



Bron: Dekking, 2015



landschapsniveau is eveneens vereist, wat een impuls kan geven aan verschillende actoren om initiatieven uit te werken.

Bij de drie modellen moet de landbouwer kennis en inzicht verwerven, nieuwe technologieën implementeren en investeringen doen. Bij model 1 is de drempel tot investeringen mogelijk lager, omdat het circulaire in de kern van het bedrijfsmodel zit en de investeringen m.a.w. noodzakelijk zijn. In beperkte mate bij model 3, maar vooral bij model 2 is het verwaarden van reststromen een nevenactiviteit en is het niet altijd evident voor de landbouwer om hier zwaar in te investeren i.p.v. in zijn kernactiviteit. Bij model 2 en 3 kunnen bovendien de transactiekosten en logistieke kosten oplopen bij samenwerking met andere partijen. Die samenwerking is essentieel niet alleen om kringlopen te sluiten, maar ook om ervoor te zorgen dat de voordelen van de circulaire economie ook terugvloeien naar de portefeuille van de landbouwers.

Een andere belangrijke uitdaging, die in feite door alle modellen heen snijdt, is de bewaking van de cascade. Het moeilijke hierbij is op welk niveau je die cascade nastreeft. Heeft het eigen gebruik in de landbouw (ook al is dit energie) voorrang op misschien een meer hoogwaardig gebruik in de chemie? Vanuit Vlaamse landbouwhoek (cfr. roadmap kringlooeconomie, OVAM (2014c)), maar ook vanuit de Europese landbouworganisatie Copa Cogeca wordt benadrukt dat het eigen gebruik op het landbouwbedrijf prioritair is.

Verder zien we dat de sector nog steeds veel nadruk legt op efficiëntie. In het kader van het Vlaams materialenprogramma werd de roadmap kringlooeconomie opgesteld waarin, samen met relevante stakeholders, een visie en aanpak voor het sluiten van kringlopen in vier clusters werd voorgesteld. Agro-food was een van de vier clusters en daar wordt in de visie en aanpak eerst gestreefd naar beperking van hulpbronnen en efficiëntie, dan naar valorisatie in de eigen sector en pas in laatste instantie in andere sectoren. Smits & Linderhof (2015) beargumenteren bovendien dat interne kringlopen in essentie efficiënter zijn dan externe kringlopen, omdat reststromen direct nuttig worden aangewend, zonder verlies door opslag en transport. Logistieke problemen worden dus vermeden.

Over de besproken voorbeelden bij de drie modellen

Bij elk model hebben we een aantal voorbeelden verkend voor circulaire economie in de landbouw. Deze voorbeelden waren een mengeling van bestaande initiatieven of projecten en van toekomstbeelden (in de zeer nabije of verdere toekomst). De meeste waren vooralsnog eerder kleinschalig, lokaal of in pilootvorm. Ook het economisch rendement was bij veel van de voorbeelden nog onduidelijk. De rendabiliteit hangt o.a. af van de benodigde arbeid en de nodige investeringen/technologie. Vaak waren de voorbeelden ook fragmentarisch, omdat ze slechts één of een beperkt aantal activiteiten illustreren die een circulair karakter hebben. Wat betreft opschaling, kan dit op twee verschillende manieren: een vermenigvuldiging van de initiatieven, aangepast aan lokale omstandigheden, of opschaling zodat een groter gebied wordt afgedekt of een groter aantal betrokken actoren of organisaties. Voor die laatste activiteiten zijn leiderschap, samenwerking en facilitering bv. via regionale clusters van belang. Voor de activiteiten die kleiner blijven, maar toegepast worden op verschillende gebieden, zullen kennisuitwisseling, communicatie en demonstratie waarschijnlijk een belangrijker rol spelen (EIP Agri workshop, november 2015).

Over wanneer er sprake is van een echte circulaire economie

In een echte circulaire economie moet er sprake zijn van een systeemverandering en een en-en-verhaal: én efficiënt gebruik van grondstoffen, energie, materialen en ruimte én een zo laag mogelijke impact op het leefmilieu én het minimaliseren van afval én een maximale herbruikbaarheid/valorisatie van producten en grondstoffen én een minimale waardevernietiging (via een slim ontwerp (eco-design) én het gebruik van hernieuwbare energie. Een circulaire economie vergt een hertekening van activiteiten en actoren. Verschillende productiemodellen zullen bestaan (in scope en schaal), maar de kunst is om

////////////////////////////////////

(Copa Cogeca). Agrocycle (een initiatief van Innovatiesteunpunt) komt hieraan tegemoet en biedt een overleg- en kennisplatform voor kringlooeconomie in de land- en tuinbouw. Samenhangend met het uitwisselen van kennis moet ook worden ingezet op het delen van data en het beschikbaar stellen van informatie.

- **Samenwerking faciliteren:** de circulaire economie brengt verschillende actoren op de been die het niet altijd gewoon zijn om met elkaar te spreken, laat staan om samen te werken. De overheid kan een faciliterend kader bieden waarbinnen partijen elkaar kunnen vinden. Belangrijk is om coalities van ‘the willing’ te vormen: een coalitie van partijen die zich willen engageren voor circulaire economie en die het eigenaarschap op zich kan en wil nemen.
- **Slim ruimtelijk plannen:** via slimme ruimtelijke planning en een vereenvoudigde aanvraag voor vergunningen kan de overheid het juiste kader bieden voor circulaire economie. Het inrichten van het gebied en het samenbrengen van actoren hierrond kan helpen om (lokale) kringlopen te sluiten.
- **Publieke goederen vergoeden:** de overheid kan via subsidies of fiscale maatregelen marktfalen waar nodig aanpakken. Circulaire economie levert immers publieke goederen op die niet altijd vergoed worden door de markt. Vanuit het plattelandsontwikkelingsprogramma zou specifiek ingezet kunnen worden op innovaties, investeringen en verbindingen/samenwerking in de circulaire economie.
- **Consument sensibiliseren:** circulaire economie vergt niet enkel nieuwe productiesystemen, maar ook nieuwe consumptiesystemen. De consument speelt een belangrijke rol en moet dus gesensibiliseerd worden.
- **Stad en omliggend (platte)land verbinden:** omdat het lokale of regionale niveau een bijzondere rol speelt in de circulaire economie, alsook de relatie tussen platteland/landbouw en stad, is het van belang beide te verbinden. “De tegenstelling tussen stad en platteland in beleid en politiek heeft geleid tot onnatuurlijke grenzen en verspilde kansen. Het is belangrijk dat er gekeken wordt naar oplossingen over natuurlijke en bestuurlijke grenzen heen” (RUIJTEVOLK, 2015). Daarbij is het van belang het stedelijk metabolisme in kaart te brengen en ruimte te geven aan lokale productie. Hoewel lokale initiatieven belangrijk zijn in een circulaire economie en concreter zijn dan nationale programma’s, moet er toch mee rekening worden gehouden dat zij potentieel minder impact hebben.



FIGUREN

Figuur 1: Druk op grondstoffen en materialen	8
Figuur 2: De technische en biologische kringloop.....	11
Figuur 3: Cascade volgens de visie van de Vlaamse overheid.....	12
Figuur 4: Ecoferm: stroomschema van inputs, processen en output (incl. emissies).....	19
Figuur 5: Ingezameld aanbod en bestemming biomassa-reststromen (excl. mest), Vlaanderen, 2011	21
Figuur 6: Mogelijke paden van landbouwstromen in een bio-economie	22
Figuur 7: Toepassingen hennep en vlas	24
Figuur 8: Toepassingen van suikerbieten in een bio-economie	25
Figuur 9: Valorisatiemogelijkheden van tomaten en hun oogstresten.....	28
Figuur 10: Voorgesteld scheidingsschema paprika	28
Figuur 11: Biogasopbrengst naar type stroom.....	29
Figuur 12: Kringlopen tussen landbouw en stad	32
Figuur 13: Functies van stadslandbouwinitiatieven in Almere	36

BRONNEN

- Bergen D. (2013) *Agro-ecologie – Een nieuwe kijk op landbouw*, Beleidsdomein Landbouw en Visserij, afdeling Monitoring en Studie, Brussel. <http://lv.vlaanderen.be/nl/voorlichting-info/publicaties/studies/2013/agro-ecologie-een-nieuwe-kijk-op-landbouw>
- Biobasedeconomy.nl, *Wat is BBE*, <http://www.biobasedeconomy.nl/wat-is-biobased-economy/over-bbe/>
- Biobasedeconomy.nl, *Bio-economie, biobased economy en circulaire economie*, <http://www.biobasedeconomy.nl/wat-is-biobased-economy/over-bbe/bio-economie-biobased-economy-circulaire-economie/>
- Biogas-e (2015) Persbericht ManuREsource december 2015, <http://www.biogas-e.be/sites/default/files/attachments/persberichtManuresource2015nacongresfinaal.pdf>
- BioForum (2013) *Het echte werk. Boeren vertellen zelf hoe agro-ecologische landbouw werkt*, brochure, oktober 2013, http://www.biomijnnatuur.be/sites/default/files/acro-ecologie_brochure_131018_RGB_spreads--DEF.pdf
- Brabantse Milieufederatie, dossier agro-ecologie, <http://www.brabantsemilieufederatie.nl/agro-ecologie/>
- Brusselnieuws.be (2014) *Oesterzwammen en shiitakes breken Brussels koffiedik af*, 6 december 2014, <http://www.brusselnieuws.be/nl/nieuws/oesterzwammen-en-shiitakes-breken-brussels-koffiedik-af>
- Copa Cogeca (2015) *Copa Cogeca highlights how moving towards circular economy could unlock the potential to enhance sustainable growth and increase competitiveness in the EU agriculture and forestry sectors*, Persbericht, 3 december 2015 www.copa-cogeca.be/Download.ashx?ID=1450533&fmt=pdf

////////////////////////////////////

ILVO (2014a) *Valorisatie van groente- en fruitreststromen: opportuniteiten en knelpunten*, ILVO Mededeling nr. 165, juli 2014, www.ilvo.vlaanderen.be/Portals/68/documents/Mediatheek/Mededelingen/165-genesis.pdf

ILVO (2014b) *Composterende als valorisatievorm van reststromen in de Vlaamse land- en tuinbouw: knelpunten en opportuniteiten*, ILVO Mededeling nr. 167, juli 2014

Inagro (2007) *Vergisting op boerderijschaal. Technieken, grondstoffen en eindproducten*, https://leden.inagro.be/DNN_DropZone/Publicaties/332/2007_brochure_biogas.pdf

Kamer van Koophandel Rotterdam (2014), Presentaties infosessie Biobased zoekt boer!, september 2014, www.dehoekschewaard.ltonoord.nl/sites/dehoekschewaard.ltonoord.nl/files/bijlages/nieuws/1/presentaties_biobasedzoektboer_09-09-2014.pdf

Lay-out, Ruimte voor stadslandbouw. Eetbaar Rotterdam in kaart, Lay-out 18, Platform voor recent ontwerp onderzoek, <http://boeijenga.nl/files/057-sfalayout18.pdf>

Little Food, littlefood.org

Metaal R. (2013) *Stadsboeren in Nederland*, Presentatie Alumni-netwerk, 12 november 2013, www.wageningenur.nl/upload_mm/a/b/7/0aa4921b-346a-4267-94e9-a4a4050e5f18_Stadsboeren%20in%20Nederland%20-%20Rosanne%20Metaal.pdf

MVO Nederland (2015) dossiers grondstoffen en circulaire economie, <http://mvonederland.nl/grondstoffen/nut-en-noodzaak> en <http://mvonederland.nl/circulaire-economie>

OVAM (2012) *Voedselverlies in ketenperspectief*

Ovam (2014a) *Actieplan Duurzaam beheer van biomassa(rest)stromen 2015-2020*, <http://ovam.be/sites/default/files/atoms/files/Actieplan-duurzaam-beheer-biomassareststromen-2015-2020-DEF.pdf>

Ovam (2014b) *Achtergronddocument voor het actieplan Duurzaam beheer van biomassa(rest)stromen 2015-2020*, [www.ovam.be/sites/default/files/atoms/files/Achtergronddocument-actieplan-biomassareststromen-DEF.pdf](http://ovam.be/sites/default/files/atoms/files/Achtergronddocument-actieplan-biomassareststromen-DEF.pdf)

Ovam (2014c) *Roadmap Kringlooeconomie - Agro-food*, www.vlaamsmaterialenprogramma.be/sites/default/files/atoms/files/Roadmapdiagrammas.PNG%20landbouw.pdf

Productschap Tuinbouw (2011) *Routekaart Tuinbouw in de Biobased Economy. Contouren van een innovatie- en actieplan 2011 - 2014*

Proefcentrum Kruishoutem (2013) *Prei(afval), bron van inhoudsstoffen?*, brochure, https://leden.inagro.be/DNN_DropZone/Publicaties/306/flyer_prei.pdf

Rabobank (2014) *Circle Scan: current state and future vision - Agri & Food sector*, https://www.rabobank.com/nl/images/03-07_CE_Rabobank_AgriFood_Circle_Scan.pdf

RUIMTEVOLK (2015) *Tien agendapunten voor de circulaire stad*, 13 april 2015, <http://ruimtevolk.nl/2015/04/13/de-agenda-voor-de-circulaire-stad/>

RUIMTEVOLK (2015) *Het perspectief van de circulaire stad*, <http://agendastad.nl/wp-content/uploads/2015/02/DeCirculaireStad-def010415.pdf>

Smits M.J. & Linderhof V. (2015) *Circulaire economie in de landbouw: een overzicht van concrete voorbeelden in Nederland*, juli 2015, Wageningen,

//

- biochemische of biotechnologische synthese: fermentatie of vergisting met gebruik van enzymen, gisten, schimmels, bacteriën en algenproductie
- thermochemische synthese: vergassen, hydrothermal upgrading, torrefactie en pyrolyse
- scheidingstechnologie: extractie, persen, filtratie, centrifugeren, pervaporatie, etc.

