

Toekomstige mogelijkheden hergebruik reststromen uit de agrarische sector

Delft University of Technology

(figuur voorpagina: board geperst van rietstro)

Toekomstige mogelijkheden van hergebruik van reststromen uit de agrarische sector

Door:

ir. J.-H. Welink



Inleiding	6
A. Scan van de belangrijkste agrarische reststromen	7
A.1. Inleiding.....	7
A.2. Tomaten	7
A.3. Knoflook.....	7
A.4. Loof uit de glastuinbouw	7
A.5. Doordraai bloemenveiling Aalsmeer	8
A.6. Zaden	8
A.7. Reststroom opengrond teelt.....	9
A.8. Restmateriaal uit de bolgewassen.....	9
A.9. Restmateriaal uit de sierteelt.....	10
A.10. Reststromen uit de fruitteelt.....	10
A.11. Reststromen van pootaardappelen.....	10
A.12. Bermgras	11
A.13. Natuurgras	11
A.14. Reststromen uit de visserij en visverwerkende industrie	11
A.15. Materiaal uit teelt van veenweidegebieden	11
A.16. Riet uit natuurbeheer	11
A.17. Vlas en hennep	11
B. Onderzoek naar de mogelijkheden voor hoogwaardiger hergebruik.....	13
B.1. Inleiding.....	13
B.2. Directe humane voeding.....	13
B.3. Smaakstoffenproductie door de Maillard-reactie.....	14
B.4. Lycoppeen uit tomaten.....	14
B.5. Allicine uit knoflook	14
B.6. Vezels uit loof, gras en andere planten	14
B.7. Hoogwaardige stoffen uit de sierteelt en bolgewassen	16
B.8. Hoogwaardige stoffen uit groenten.....	17
B.9. Zaden	17
B.10. Dekstro	17
B.11. Nuttige stoffen uit de visserij.....	18
B.12. Azolla en eendenkroos.....	19
B.13. Veenmos	19
B.14. Vlees- en visresten	19
C. Toekomstige afzetmogelijkheden	20
C.1. Inleiding.....	20
C.2. Voeding	20
C.3. Loof uit de glastuinbouw voor board en laminaten	20
C.4. Vezels van bolgewassen van de veiling voor kartonproductie	21
C.5. Kleurstof uit rozen.....	21
C.6. Lycoppeen uit tomaten.....	21
C.7. Groente en fruitresten als voedsel ingrediënt.....	21
C.8. Inzet van riet als dekstro	22
C.9. Bijvangst van de visserij omzetten in eiwitten.....	22
C.10. Veenmos voor CO ₂ -vrije veenvervanging	22
C.11. Strooizout uit bermgras	22

D. Uitkomsten en advies aan de provincie Noord-Holland	23
Literatuur	26

Inleiding

In Noord-Holland is de agrarische sector (agrosector) sterk vertegenwoordigd, met name in Noord-Holland-Noord. Uit conservatieve schattingen blijkt dat in de provincie Noord-Holland honderdduizenden tonnen aan restmateriaal uit de agrosector vrij komt. Dit zijn bijvoorbeeld stromen die momenteel als nevenstroom een nuttige afzet hebben, zoals veevoeder. Ook zijn er stromen die als afval worden afgevoerd, in veel gevallen naar de compostering. Verder worden bij de teelt plantaardige resten ondergeploegd voor bodembemesting.

In dit onderzoek zijn de mogelijkheden van hergebruik van reststromen uit de agrarische sector bestudeerd. De focus bij hergebruik ligt op een hoogwaardigere inzet van deze restmaterialen. Een hoogwaardiger inzet betekent in het algemeen ook een hogere economische waarde. Dit onderzoek leunt op het onderzoek "Toekomstverkenning mogelijkheden recycling reststromen uit voeding- en genotsmiddelen industrie".

A. Scan van de belangrijkste agrarische reststromen

Naast deze reststromen uit de agrosector is ook gekeken naar reststromen uit landschapsbeheer, beheer van wegen en visserij.

A.1. Inleiding

De scan van de belangrijkste (top 10) agrarische reststromen in Noord-Holland met het oog op inzet in de biobased chemie of in de circulaire economie, is uitgevoerd aan de hand van openbare literatuur en de verschillende contacten die door de Provincie Noord-Holland zijn aangeleverd, verschillende contacten opgedaan in het onderzoek "Toekomstverkenning mogelijkheden recycling reststromen uit voeding- en genotsmiddelen industrie", en verschillende contacten in het netwerk. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de beschrijving van de reststroom, de hoeveelheid (ton per jaar), variatie in de massastroom (seizoengebondenheid, incidentele continue stroom) en de productspecificaties (indien aanwezig).

A.2. Tomaten

In Noord-Holland worden op minstens 300 hectare tomaten gekweekt, waarbij zo'n 4.000 ton per jaar tomaten afgevoerd naar de compostering. Deze tomaten zijn verschimmeld, zwartgeblakerd doordat ze tegen verwarmingsbuizen lagen, visueel niet aantrekkelijk (vlekjes) of passen door een rare vorm niet in de verpakking. In de laatste twee gevallen zijn de tomaten nog wel eetbaar. Deze tomaten komen vrijwel het hele jaar door vrij, de grotere hoeveelheden in de zomer.

A.3. Knoflook

In Noord-Holland komt jaarlijks orde grootte 100 ton knoflook schillen vrij en orde grootte 10-tallen tonnen knoflookbollen die visueel niet aantrekkelijk zijn. Ze hebben een iets andere kleur of hebben vlekjes, maar zijn wel eetbaar. De knoflook komt het hele jaar door vrij. Momenteel wordt het gecomposteerd.

A.4. Loof uit de glastuinbouw

Loof uit de glastuinbouw zijn met name de tomatenplanten, paprikaplanten en aubergineplanten. Deze planten komen vrij bij de teeltwissel in oktober en november en in de lente.

Aan restmateriaal komt bij tomaten en paprika's zo'n 30 tot 50 ton per hectare per jaar vrij. In Noord-Holland minstens ligt minstens 12.000 ton/jaar tomatenloof en 4.000 ton/jaar aan paprikaalof. Onderstaande tabel (Galama et al., 2014) geeft weer wat er verder in de Wieringermeer vrij komt aan loof. Het loof wordt gecomposteerd.

Loof uit de glastuinbouw in de Wieringermeer		
Gewas	Ton/jaar	Ton droge stof/jaar
Tomaten	6270	941
Paprika	4527	679

A.5. Doordraai bloemenveiling Aalsmeer

Op de bloemenveiling Aalsmeer worden jaarlijks in de orde grootte 5.000 ton aan bloemen 'doorgedraaid'. Doordraaien betekent dat een partij goederen niet voor de door de verkoper vastgestelde minimumprijs is verkocht. Deze partij wordt dan uit de handel gehaald en meestal vernietigd. Dit is ongeveer 0,5% van de verhandelde bloemen en planten. De bloemen zijn soms verpakt in cellofaan en dozen. De bloemen worden het gehele jaar doorgedraaid en worden nu gecomposteerd.



Doorgedraaide bloemen in de veiling van Aalsmeer (foto uit 2006)

A.6. Zaden

Bij zadenkwekers worden zaden afgevoerd die over de datum zijn. Het is belangrijk voor de kwekers dat de zaden worden afgevoerd en niet meer op de markt komen. Het gaat om enkele 1000-den tonnen per jaar. De zaden komen gedurende het hele jaar vrij. Ze zijn qua afvoer te verdelen in:

- Ongecoat zaad. Dit wordt in veel gevallen afgevoerd als vogelzaad, veevoer en in sommige gevallen gecomposteerd.
- Gecoat zaad: de coating is een fungicide of pesticide. Dit wordt afgevoerd als brandbaar en/of licht chemisch afval.
- Gepileerd zaad (zaad in pilvorm), voor de verzaaibaarheid van erg klein zaad, tegen wegwaaien op het land. Dit wordt afgevoerd naar de afvalverbranding.

A.7. Reststroom opengrond teelt

Bij de teelt op opengrond worden loofresten en overschot ondergeploegd als voeding voor de bodem. Deze reststromen kunnen van het land worden gehaald, maar hier zal dan een opbrengst voor moeten gelden, om het werk en extra meststoffen te vergoeden. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de reststromen van de reststromen van open teelt in Noord-Holland (Korthout en van der Meulen, 2012).

Restmateriaal van opengrond teelt (in 2011).	
Gewas	Ton per jaar
Uien	4.692
Peren	19
Kool	117.074
Prei	37
Sla	13.857
Spruitkool	2.480
Witlof	10.185
Bloemkool	52.785

Korthout en van der Meulen (2012) melden dat er in Noord-Holland ook circa 10.000 ton aan restmaterialen van teelt van open grond vrijkomt bij de veiling en verwerking. In de studie naar de mogelijkheden van recycling van reststromen uit de voeding- en genotsmiddelenindustrie zijn verwerkers gevraagd naar hun reststromen. Het blijkt dat 55.500 ton per jaar groente en fruitresten vrij komen, waaronder materiaal niet afkomstig van opengrond teelt. Deze hoeveelheid is voornamelijk afkomstig van groente- en fruit snijders en retourstromen van supermarkten (overdatum producten). Een gedeelte wordt in de veevoeding afgezet, een gedeelte wordt vergist.

A.8. Restmateriaal uit de bolgewassen

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de reststromen van de bolgewassen in Noord-Holland (Roelofs en Gude, 2013).

Restmateriaal	Tulp			Lelie			Hyacint			Narcis		
	periode	ton/j (d.s.)	%	periode	ton/j (d.s.)	%	periode	ton/j (d.s.)	%	periode	ton/j (d.s.)	%
Afval plantgoed schonen en sorteren	nvt	0		Jan	17	<1%	nvt	0	0%	nvt	0	0%
Reststant plantmateriaal	Okt-nov	646	1%	Mrt	15	<1%	Okt-nov	33	<1%	Okt-nov	40	<1%
Strodek	Feb-mrt	31.790	56%	Nvt	0	0%	Jan	6.611	81%	Feb	11.598	89%
Weggehaald bij ziekzoeken	Mrt-apr	198	<1%	Nvt	0	0%	nvt	0	0%	Mrt-apr	51	<1%
Bloemresten na koppen	Apr-mei	3.889	7%	Juli	640	22%	Apr	256	4%	nvt	0	0%
Afgestorven loof (blijft op veld)	Jun-jul	12.812	23%	Nov	1.737	60%	Juni	1.001	12%	Juli	982	7%
Verwerkingsafval (pellen/schonen/shaven)	Juli	6.513	12%	Dec	468	16%	Juli	207	3%	Aug	305	2%
Uitschot	Okt	454	1%	nvt	0	0%	Sept	103	1%	Aug	122	1%
Totaal		56.303	100%		2.878	100%		8.210	100%		13.099	100%

Uit bovenstaande tabel blijkt dat er bij de tulp veel bloem-materiaal overblijft bij het koppen en bij het pellen/schonen/shaven. Bij de lelie blijft het meeste (60%) achter op het land. Bij de hyacint en de narcis is het meeste restmateriaal het strodek (rep. 81% en 89%). Van de plant zelf blijft het meeste achter op het land (resp. 12% en 7%).

A.9. Restmateriaal uit de sierteelt

Bij de teelt en veiling van sierteeltgewassen komen reststromen vrij. Bij de sierteelt zijn dit snoei- en rooiresten, en bij de veiling de doordraai. Een overzicht van de hoeveelheden worden door onderstaande tabel gegeven (Korthout en van der Meulen, 2012). Hierbij zijn de hoeveelheden veilingafval voor Noord-Holland afgeschat door de verhouding totale veilingafval in Noord-Holland en van heel Nederland. Deze reststromen worden gecomposteerd.

Gewas	Bij teelt	Bij veiling
Chrysant	415	1902
Roos	1140	1529
Orchidee	630	112
Lelie	670	410
Gerberae	200	1193
Fresia	110	410
Anthurium	67	93
Alstroemeria	150	280
Anjer	80	75

A.10. Reststromen uit de fruitteelt

In Noord-Holland ligt meer dan 700 hectare fruitteelt. De provincie is daarmee het 3e fruitteeltgebied van Nederland. De appelteelt geeft meer snoei- en rooihout dan de perenteelt. Voor een conservatieve schatting voor snoei- en rooihout wordt daarom van perenteelt uitgegaan. Met 700 hectare komt dan 3100 ton snoeihout en 2500 ton rooihout vrij (Bondt et al., 2010).

Veel hout wordt ter plaatse versnipperd. Ongeveer elke 20 jaar wordt een perceel met fruitteelt geroid. Het vele rooihout wordt dan afgevoerd. Een gedeelte wordt afgevoerd door afvalinzamelaars en een gedeelte wordt als hout voor open haardhout en dergelijke geleverd aan particulieren. Het verbranden van het rooihout op eigen locatie is niet toegestaan.

A.11. Reststromen van pootaardappelen

In Noord-Holland worden pootgoedaardappelen geteeld op 7.000 hectare. Reststromen hierbij zijn het loof, aardappelschillen, primair en secundair zuiveringsslib en granulaat afval. Granulaat is materiaal in korrelvorm. [Het granulaatafval is afkomstig van moleculaire zeven in de waterzuivering bij de aardappel- en aardappelmeelverwerking.](#) Het aardappelloof wordt ondergeploegd. Aardappelschillen wordt ingezet als veevoeder, het zuiveringsslib en granulaatafval wordt (voor zover bekend) vergist en/of verbrand. Op basis van een vergelijkbaar oppervlak in Oost-Brabant wordt geschat dat er in de orde grootte 25.000 ton aardappelschillen, 5.000 ton primair zuiveringsslib, 5.000 – 10.000 ton secundair zuiveringsslib en 1.000 ton granulaatafval vrij komt. Bij pootgoed komt circa 20 ton per hectare aan aardappelloof vrij (Thijmesen et al., 2002). Dat zou dan op 140.000 ton per jaar komen in Noord-Holland.

A.12. Bermgras

De hoeveelheid bermgras dat in Noord-Holland vrij komt wordt geschat op 58.000 ton per jaar (De Jong en Draaistra, 2011). Momenteel wordt bermgras gecomposteerd.

A.13. Natuurgras

Witteveld et al (2013) berekenden de hoeveelheid natuurgras uit de natuur- en landschapsbeheer in de regio Spaarnwoude op 434 tot 842 ton droge stof per jaar. Dit is bij een droge stof gehalte van 40% circa 1.000 tot 2.000 ton per jaar. Natuurgras gaat als los gras naar de akkers, men maakt er balen van voor de opslag van bijvoorbeeld suikerbieten of het wordt soms als veevoeder ingezet. Inzet van veevoeder is niet mogelijk als het natuurgras het Jacobskruiskruid bevat. Dit kruid kan voor ernstige problemen zorgen bij paarden en koeien.

A.14. Reststromen uit de visserij en visverwerkende industrie

Reststromen uit de visserij zijn:

1. Fileerresten, 1.000-ton per jaar.
2. Ondermaatse garnalen en vis van de visafslag.
3. Gepelde garnalen (resten).
4. Mogelijke bijvangst (in 2016).

De meeste van deze reststromen gaan naar de diervoeder. Dit geldt ook voor de mogelijke bijvangst in 2016. Dit kan een invloed hebben op de afzetmarkt van deze reststromen.

A.15. Materiaal uit teelt van veenweidegebieden

Momenteel wordt nagedacht over materiaal uit teelt van veenweide gebieden. Door veenoxidatie daalt de bodem. Men probeert dit tegen te gaan door andere planten in het veenweide gebied te telen door melkveehouders. Momenteel is men bezig met het opzetten van proeven in het IPV (Innovatie Programma Veen). Dit programma duurt 5 jaar en omvat ook een marktverkenning van het materiaal. De planten die men voor de teelt wil inzetten zijn zoal:

- Lisdodde
- Azolla en eendenkroos
- Veenmos

In de eerste 5 jaar van het IPV wordt een kleine hoeveelheid van deze planten als pilot aangeplant.

A.16. Riet uit natuurbeheer

In het onderhoud van veenweidegebieden wordt riet en lisdodde genoemd als een gewas dat mogelijk wordt ingezet. Witteveld et al. (2013) berekenden de hoeveelheid riet uit de natuur- en landschapsbeheer in de regio Spaarnwoude op 54 tot 298 ton droge stof per jaar. Dit is bij een droge stof gehalte van 50% circa 100 tot 600 ton per jaar. Momenteel wordt riet gecomposteerd.

A.17. Vlas en hennep

Waternet is bezig met de mogelijke ontwikkeling van enkele braak liggende hectares voor de aanleg van vlas en hennep. Dit doen zij in samenwerking met de haven Amsterdam, die ook overweegt om vlas en hennep op enkele hectaren aan te planten. De jaarlijkse opbrengst van vlas

per hectare was in de jaren 2013 tot 2015 rond de 5 tot 6 ton. Hennep schommelde in die jaren tussen de 6 tot 8 ton per hectare. Er kan dan enkele tientallen tonnen per jaar worden geproduceerd. Vlas is grondstof voor linnen en lijnzaadolie. Hennep wordt van oudsher gebruikt om touw van te maken. Tegenwoordig is het landbouwgewas ook grondstof voor composietmaterialen en vloeipapier.

B. Onderzoek naar de mogelijkheden voor hoogwaardiger hergebruik

B.1. Inleiding

Voor het onderzoek naar de mogelijkheden voor hoogwaardiger hergebruik van agrarische reststromen wordt:

- gebruik gemaakt van informatie voortkomende uit de toekomstverkenning naar de mogelijkheden van de recycling van reststromen uit de voedings- en genotsmiddelen industrie (VGI), die momenteel door de TU Delft wordt uitgevoerd;
- informatie verzameld over verschillende nieuwe en toekomstige technieken die agro-reststromen kunnen opwerken, naar aanleiding van de eerste indicaties gegeven uit punt 1., bij verschillende onderzoekinstellingen, via openbare informatie op het internet en door middel van de wetenschappelijke literatuur, contacten met laboratoria en specialisten. Focus hierbij zijn de toepassingsmogelijkheden, het stadium van ontwikkeling en of het te bezichtigen is (contact informatie laboratorium of bedrijf).

Onder hoogwaardig hergebruik wordt verstaan hoger op de Ladder van Moerman. De Ladder van Moerman is gerangschikt van hoge voorkeur naar lage voorkeur:

1. Preventie (voorkomen van voedselverliezen)
2. Toepassing voor humane voeding (bijv. voedselbanken)
3. Converteerbaar voor humane voeding (be-, ver- en herbewerking van voedsel)
4. Toepassing in diervoeder
5. Grondstoffen voor de industrie (biobased economy)
6. Verwerken tot meststof door vergisting (met energieopwekking)
7. Verwerken tot meststof door composteren
8. Toepassing voor duurzame energie (doel is energieopwekking)
9. Verbranden als afval (doel is vernietiging, waarbij tevens energie kan worden opgewekt)
10. Storten van GFT (storten van voedselresten is verboden)

De mogelijkheden voor hoogwaardiger hergebruik hebben betrekking op bedrijven in Noord-Holland, met het doel om nieuwe bedrijvigheid te stimuleren in Noord-Holland. Indien er geen afzetmogelijkheden gevonden zijn in Noord-Holland, wordt er naar mogelijkheden gezocht die zo dichtbij mogelijk liggen.

Naast deze reststromen uit de agrosector is ook gekeken naar reststromen uit landschapsbeheer, beheer van wegen en visserij.

B.2. Directe humane voeding

De hoogste vorm van verwerking volgens de Ladder van Moerman is humane voeding. Afgekeurde knoflook en tomaten, die niet verschimmeld of verbrand zijn door verwarmingsbuizen, komen in aanmerking voor humane voeding. Deze eetbare producten worden gecomposteerd omdat ze visueel niet aantrekkelijk voor de klant worden geacht, dwz. er zit een vlekje op of de vorm of kleur is afwijkend. Het scheiden van eetbare tomaten van de verrotte, verschimmelde en verbrande tomaten kost arbeid. Ook de logistiek behoeft veel aandacht. Iemand die de tomaten wil afhalen moet hier de tuinder ook zo veel mogelijk service bieden. Bedrijven die zich (ook)

richten op eetbaar voedsel dat wordt afgevoerd vanwege visuele afwijkingen zijn in deze verkenning gecontacteerd.

B.3. Smaakstoffenproductie door de Maillard-reactie

Uit groente en fruit (nog voor menselijke consumptie geschikt), en dus ook uit de snijresten, kunnen smaakstoffen worden gemaakt door de Maillard-reactie. De Maillardreactie is verzamelnaam voor een complexe reeks chemische reacties. Deze reacties treden op als de temperatuur van de stof stijgt, tussen suikers en aminozuur, bij bijvoorbeeld eiwitten. Bij voedingsstoffen leidt dit tot een verandering van smaak.

B.4. Lycopene uit tomaten

Uit tomaten kan lycopene worden gewonnen. Deze stof wordt gebruikt als voedsel ingrediënt en wordt gebruikt voor het kleuren van voedingsmiddelen, zoals soepen. Lycopene wordt uit tomaten gehaald door minstens 4 partijen die in de markt in lycopene thuis zijn.

B.5. Allicine uit knoflook

Uit knoflook en knoflookschillen kan allicine worden gewonnen. Allicine heeft een antibacteriële werking. Het wordt zowel synthetisch gemaakt als uit knoflook gehaald.

B.6. Vezels uit loof, gras en andere planten

Er zijn verschillende bedrijven die vezels inzetten om board, karton en andere producten te maken. De vezels kunnen door verschillende technieken worden gewonnen. In sommige gevallen is geen techniek noodzakelijk, maar kan de plant direct worden verwerkt.

Vezels uit agrosector, landschapsbeheer en onderhoud van wegen

Vezels uit de agrosector die ingezet kunnen worden om verschillende producten te maken zijn afkomstig uit de:

- Loof van de glastuinbouw. Er zijn al experimenten gedaan om het loof zonder stoorstoffen (jute en plastic touw) aan te leveren (van Kempen en Winkelmoen, 2015). Ook zijn er methoden getest om de touwtjes van het loof tijdens een teeltwissel snel uit te zeven. Verder zijn er tests geweest om de vezels verder schoon te maken en in te kuilen. De tests zijn nog in een pilot-fase.
- Doordraai bloemenveiling. Voor de inzet van doorgedraaide bloemen moeten specifieke planten apart worden gehouden en ontdaan worden van verpakkingsmaterialen als folies, dozen en elastiekjes. De kosten voor het ontdoen van de verpakking moet opwegen tegen de besparing op de afvalkosten en de eventuele opbrengsten van de plant. Van de tulp is al bewezen dat de vezel ingezet kan worden om verpakkingsmateriaal van te maken. Papierfabriek Huhtamaki uit Franeker heeft al een tulpendoos gemaakt die voor 50% uit tulpenvezel en 50% uit papier bestond (Welink, 2015).
- Restmateriaal van bolgewassen. Gekopte bloemen (bv. tulpen) moeten apart worden ingezameld en worden ingekuuld. Dit geeft extra werk voor de bollenteler, en dit moet opwegen tegen de opbrengsten van het materiaal. Restmateriaal uit de natte broei is mogelijk geschikt als vezelbron.

- Restmateriaal van sierteelt. Hier moet de plant van andere stoorstoffen als clips en dergelijke worden ontdaan. De kosten hiervan moeten ook opwegen tegen de opbrengsten van het materiaal.
- Bermgras. Aanhangend zand en zwerfvuil zijn stoorstoffen. Bermgras dient zodanig te worden gemaaid en ingezameld dat dit er zo min mogelijk in zit. Dat kan extra inzet, en dus kosten, bij het maaien betekenen.
- Natuurgras. Staatbosbeheer heeft al ervaring opgedaan om het natuurgras zodanig te maaien dat het voor vezelproductie kan worden opgenomen. Huhtamaki heeft eierdozen gemaakt van 50%/50% papier/natuurgrasvezel.
- Riet. Er zijn proeven uitgevoerd met het vervaardigen van board uit riet. De resultaten waren op technisch vlak positief.
- Snoei- en rooihout van de fruitteelt. Schoon hout uit de fruitteelt kan na versnippering tot board worden geperst.



Jutedraad voor opkweken van de komkommerplant



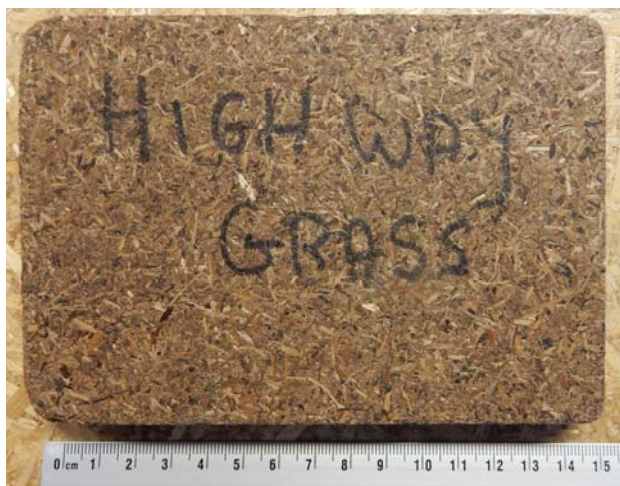
Tomatenplanten opgekweekt met plasticdraad

Producten uit vezels

De vezels van de agrosector kunnen voor het maken van verschillende producten worden ingezet.

- Papier. Er is papier gedeeltelijk uit tomatenvezel gemaakt. Het is voornamelijk voor decoratief gebruik.
- Karton. Er zijn proefproducties gemaakt van dozen uit tomatenvezel. Dit zijn een 5 kg en een 3 kg door en een doos voor 700 gram tomaten.
- Zachte kartons. Huhtamaki uit Franeker maakt al zachte kartons voor eierdozen uit natuurgras van Staatbosbeheer. Ze hebben een tulpendoos gemaakt van 50%/50% papier en tulpenvezel. Als bolgewassen en grassen schoon (zonder zand en zwerfvuil) worden aangeleverd dan kan men het materiaal direct verwerken.

- Board en laminaten. Er zijn verschillende partijen die proeven hebben gedaan om board en laminaten te maken van vezelige planten zoals riet, stro en bermgras. Men wil ook proeven doen met tuinbouwloof.
- Vezelmatten. Er worden vilt en vezelmatten gemaakt van onder andere bamboe, hennep en vlas. De vezels moeten voor verwerking droog zijn.
- Composieten. Er worden composieten gemaakt van plantenvezels als vlas, jute en hennep. De vezels moeten droog zijn.



Monsters van board uit bermgras en riet

Vorbewerking van de vezels.

Er zijn verschillende machines en installaties die planten persen tot een vezelfractie en perssap. Te denken valt aan loof uit de glastuinbouw en natuurgras. In de perssap zitten allerlei stoffen als eiwitten, suikers en mineralen. Deze stoffen kunnen ook worden gewonnen voor de productie van bioplastics en basis chemicaliën. In eerste installatie richten meeste installaties zich op de vezels. Het perssap kan voorlopig worden vergist. Er zijn in Nederland verschillende installaties, geen van deze zijn in Noord-Holland gevestigd.

B.7. Hoogwaardige stoffen uit de sierteelt en bolgewassen

Uit reststromen van de sierteelt en bolgewassen kunnen per plant verschillende nuttige chemicaliën worden gewonnen. Dit zijn bijvoorbeeld kleurstoffen of natuurlijke insecticiden.

Rozen

Uit eerste onderzoek lijkt het technisch mogelijk en vanuit marktperspectief kansrijk om anthocyanen uit klasse II rozen te extraheren en deze in te zetten als alternatief voor synthetische kleurstoffen.

Chrysant

Er zijn verschillende extracten te maken uit chrysanten (fragrance/pharma). Als de extracten voor humane consumptie worden gebruikt, moet gekeken worden of tijdens de teelt en verdere verwerking geen stoffen zijn gebruikt die dit niet mogelijk maken. Voor de productie van verschillende stoffen zoals cineol en pyrethrine (natuurlijke insecticide) zijn verschillende soorten chrysanten nodig. Cineol wordt gebruikt als een insecticide en insectenwerend middel. Pyrethrinen werken op alle insecten, dus ook op die van nuttige insecten, zoals bijen. In lage dosering zijn ze insectenwerend. Omdat het een natuurlijke stof betreft, mag pyrethrine in de biologische

landbouw worden gebruikt. De vraag is of er dan voldoende chrysanten beschikbaar zijn voor de winning van deze stoffen in economisch haalbare hoeveelheden.

Tulp

Uit de tulp kan tulipaline en tuliposides worden gewonnen door extractietechnieken. Deze stoffen zijn de grondstof voor biobased kunststoffen en ze hebben een schimmeldodend effect. Er is echter voor zover bekend nog geen techniek in de demonstratiefase.

Restmateriaal uit de bolgewassen.

Het restmateriaal bij de bolgewassen hyacint en narcis bestaan voor het grootste gedeelte (meer dan 80%) uit vergaan dekstro. Bij de tulp en lelie bestaat een significant gedeelte uit bloemresten na koppen (resp. 3.889 en 640 ton per jaar, volgens Roelofs en Gude, 2013). In het onderzoek over de verwaarding van reststromen uit de voedingsindustrie is aangetoond dat gekopte tulpen ingezet kunnen worden als vezelbron voor verpakkingsmateriaal. Dit kan mogelijk zijn met de leliebloem die een zelfde vezelige structuur heeft.

B.8. Hoogwaardige stoffen uit groenten

Er zijn twee verschillende groenten gevonden waaruit hoogwaardige stoffen kunnen worden gewonnen:

- Zuurkool. Uit zuurkoolblad kunnen glycosinolaten worden gewonnen, een natuurlijke gewasbeschermer.
- Uienpelsel. Uit uienpelsel kan fungicide en insecticide worden gemaakt (Meeusen et al., 2008).

B.9. Zaden

Ongecoate zaden werden in het verleden gecomposteerd. Tegenwoordig worden ze afgezet als veevoeder, voer voor pluimvee en vogelvoer. Zaden moeten per type worden bekeken of het als (pluim)veevoer mag worden ingezet. Er wordt o.a. gekeken naar zware metalen en de resterende kiemkracht van de zaden in mest op het land. Als eenmaal bekend is wat de zaden zijn, dan kan het worden toegelaten.

De meeste ongecoate zaden vinden hun weg al in de vogelvoer. Gecoate zaden en zaden in pilvorm zaden kunnen fungiciden bevatten en zijn daarom niet geschikt als voer of voor een fysische of chemische bewerking tot een ander product.

B.10. Dekstro

Het strodek dat in de bollenteelt als isolatiedeken dient voor de bollen tegen vorst, bestaat uit graan- of tarwestro. Graan- en tarwestro kan kostbaar zijn. Riet kan een goedkoper alternatief zijn. Vroeger werd riet gebruikt als strodek. Riet kan gebruikt worden, maar het heeft een lange stengel, terwijl die van geogst graan en tarwe met ongeveer 60 cm korter is en gekneusd is. Riet inzetten als strodek hangt af van de beschikbaarheid en prijs van riet. Riet en lisdodde geogst uit veengebieden kunnen mogelijk die functie vervullen.



Dekstro nog zichtbaar tussen de opgekomen tulpen bij de bollenteelt

B.11. Nuttige stoffen uit de visserij

Veel visresten worden afgezet in de pet-food en andere diervoeding. Ondermaatse garnalen mogen wettelijk niet voor de menselijke consumptie worden aangeboden. De reden hiervan is dat de ingewanden van de vis niet economisch rendabel kunnen worden verwijderd. Reststromen uit de visserij zijn bijvoorbeeld fileerresten, ondermaatse garnalen en vis van de visafslag, resten van gepelde garnalen en de mogelijke bijvangst van de visserij (in 2016).

Eiwitten uit vis fileer resten

Uit vis en visresten als fileerresten kunnen door enzymatische omzetting hoogwaardige eiwitten worden vrijgemaakt. De eiwitten kunnen zoal worden ingezet als starterfeed voor kalveren.

Astaxantine en chitosan uit garnalenresten

De gepelde-garnalenresten kunnen van vleesresten worden ontdaan. Deze vleesresten worden ingezet in de smaakindustrie. Wat dan overblijft is de schone dop die uit chitine bestaat. De kleurstof astaxantine kan ook nog worden gewonnen uit de garnalenresten. Het bedrijf Hofmar en Roche (onderdeel van DSM) maakt deze stof synthetisch. Chitine wordt chemisch omgezet in chitosan. Chitosan wordt toegepast in de textielindustrie, papierindustrie, voor wondgenezing en bij waterzuivering. Chitosan heeft een antibacteriële werking en wordt breed toegepast.

B.12. Azolla en eendenkroos

Azolla is een drijvende aquatische varensoort. Deze plant kan stikstof binden, en Azolla wordt dikwijls gebruikt als meststof en als voedingssupplement in diervoeding. Gedroogd eendenkroos kan als veevoeder worden gebruikt.



Azolla (bron: wikimedia)



Eendenkroos (bron: wikipedia)

B.13. Veenmos

Veenmos heeft sterk wateropnemende eigenschappen en wordt daarom gebruikt in de vorm van turfstrooisel om de structuur van de bodem te verbeteren. In sommige streken wordt veenmos gebruikt als isolatiemateriaal, bijvoorbeeld om kieren in blokhutten te dichten. Sommige veenmossoorten kunnen twintig keer hun drooggewicht aan water opnemen, waardoor het erg geschikt is als structuurverbeteraar in grond, bijvoorbeeld zandgrond en kleigrond. Bij het grote publiek is veenmos bekend om het gebruik in decoratieve bloemstukjes.

Veenmos wordt ingezet in biologische potgrond. In potgrond zit turf dat in de Baltische staten wordt afgegraven. Los van het verlies aan natuurgebied door de afgravingen, vergaat turf en draagt daarom bij aan het broeikaseffect.



Veenmos (bron wikimedia)



B.14. Vlees- en visresten

De vleesresten die vrijkomen uit de slachterijen vallen onder categorie 1 in de wetgeving van de verwerking van vleesresten. Dit materiaal mag alleen worden verbrand. Visresten die gevonden zijn vallen onder categorie 3 en mogen ook als diervoering worden ingezet.

C. Toekomstige afzetmogelijkheden

C.1. Inleiding

Voor het identificeren van toekomstige afzetmogelijkheden bij bedrijven in Noord-Holland zijn combinaties gemaakt van bedrijven die dezelfde agro-reststoffen hebben en bedrijven die de stromen kunnen verwerken op dit moment, of de mogelijkheden hebben om dit in de nabije toekomst in de provincie Noord-Holland te doen. Indien er geen afzetmogelijkheden gevonden zijn in de provincie Noord-Holland, werd er naar mogelijkheden gezocht die zo dichtbij mogelijk liggen. Hierbij zal met de Provincie worden gecommuniceerd over mogelijke combinaties die tot investeringen in de provincie kunnen leiden.

Hierbij wordt verkennend gekeken naar de economische haalbaarheid, wat de reststoffen van de verwerking zijn en of er al bestaande voorbeelden zijn bij bedrijven en laboratoria.

Er worden zes kansen voor nieuwe business cases gegeven voor reststromen uit de agrosector, een voor de visserij, en een voor natuurbeheer (C.2. tot en met C.6 in volgorde van haalbaarheid en impact). Smaakstoffen uit groente en fruit resten (C.7) hebben ook een hoge haalbaarheid en impact, maar worden op een zesde plaats gezet, omdat het ook reststromen uit de voedingsindustrie behelst.

Tenslotte zijn er nog enkele stromen die ook in dit onderzoek zijn meegenomen vanwege hun potentie in hoogwaardig hergebruik, maar die niet geheel voldoen aan de definitie van reststromen uit de agrosector. Dat zijn bijvoorbeeld de inzet van riet, bermgras en veenmos. De (mogelijke) bijvangst van de visserij (C.9.) wordt op de 8^e plaats apart genoemd, omdat nog steeds (29 maart 2016) niet duidelijk wat het effect is van de regels voor het meenemen van bijvangst..

C.2. Voeding

Veel eetbare groenten worden doorgedraaid omdat ze visueel niet aantrekkelijk zijn. In Noord-Holland zijn grote partijen tomaten en knoflook gevonden. Er zijn bedrijven die tegenwoordig zich richten op deze klasse 2 stromen, omdat ze maatschappelijk geëngageerd zijn tegen voedselverspilling.

C.3. Loof uit de glastuinbouw voor board en laminaten

Verschillende bedrijven maken board en laminaten van verschillende vezels. Momenteel lopen er proeven om loof schoon uit de glastuinbouw te krijgen, dat wil zeggen zonder touw en clipjes. Verschillende glastuinbouwcomplexen en tuinders zijn in contact gebracht met de verschillende producten van board en laminaten.

De volgende stap voor de bedrijven is om proeven uit te voeren waarbij ingegaan wordt op de volgende onderwerpen:

- Vochtgehalte van verschillende geperste vezels zoals tomaat, paprika en verdere mogelijkheden om te drogen
- Stevigheid en kwaliteit van het board
- Logistiek

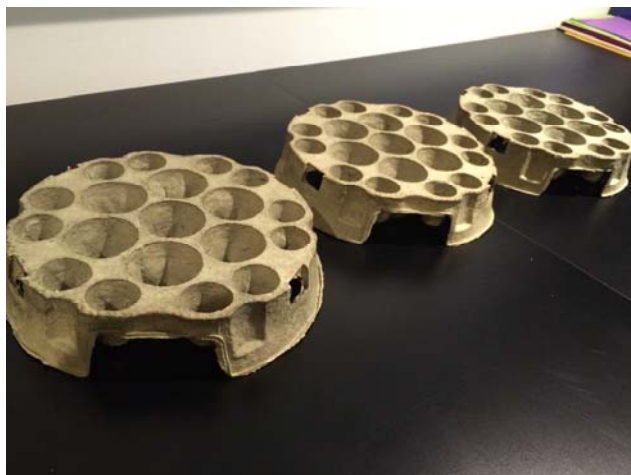
C.4. Vezels van bolgewassen van de veiling voor kartonproductie

Papierfabrikant Huhtamaki heeft kartonnen eierdozenverpakkingen gemaakt van 50% natuurgras van Staatsbosbeheer en 50% papierpulp, en een tulpendoos van 50% tulpenvezel en 50% papierpulp. Het bedrijf wil ook proeven doen met vezels van andere bolgewassen. Doorgedraaide bloemen van de bloemenveiling kunnen hiervoor een geschikte stroom zijn. Huhtamaki heeft in eerste instantie hoeveelheden nodig die in de doordraai van de veiling passen. Dit zijn stromen die op een centraal punt vrij komen. Bij een succes en grotere vraag kan men stromen van het veld halen, zoals gekopte tulpenbloemen. Hierbij komen mogelijk extra kosten bij, door verspreide inzamelpunten, het tijdstip van vrijkomen waardoor inkuiling noodzakelijk is en het weghalen van het materiaal van het land.

Huhtamaki heeft al succes met het maken van een eierdoos van gedeeltelijk natuurgras van Staatsbosbeheer. Bij de provincie Noord-Holland wordt nagedacht over het winnen van perssap van bermgras als strooimiddel tegen gladheidsbestrijding in de winter (zie C.11). Hierbij komen vezels vrij, die mogelijk voor Huhtamaki interessant kunnen zijn. Hier valt dus een synergie te behalen.



Kartonnen eierdoos (50% natuurgras van Staatsbosbeheer en 50% papierpulp)



Tulpendoos van 50% tulpenvezel en 50% papierpulp

C.5. Kleurstof uit rozen

Er zijn proeven uitgevoerd om anthocyanen te extraheren uit rozen, onder andere door het Kenniscentrum Plantenstoffen. Anthocyanen kunnen dienen als een natuurlijk alternatief voor kleurstoffen.

C.6. Lycopen uit tomaten

Voedsel ingrediënt lycopen kan uit tomaten worden gewonnen. Er zijn verschillende bedrijven die daarvoor hun toeleveranciers hebben.

C.7. Groente en fruitresten als voedsel ingrediënt

In de toekomstverkenning naar mogelijkheden van de recycling van reststromen uit de voedings- en genotsmiddelenindustrie zijn verschillende groente- en fruitresten naar voren gekomen. Deze

resten kunnen worden verwerkt tot voedsel ingrediënten, anders dan lycopene. Het betreft vooral smaakmakers, die worden ingezet door de voedingsindustrie.

C.8. Inzet van riet als dekstro

Voor dekstro in de bollenteelt wordt momenteel graan- en tarwestro gebruikt. Vroeger werd riet gebruikt. Door riet anders te maaien kan het als goedkoper dekstro worden ingezet. Hiervoor moeten de rietmaaiers en de loonbedrijven die met dekstromachines werken, proeven uitvoeren.

C.9. Bijvangst van de visserij omzetten in eiwitten

De regels rond de bijvangst van de visserij worden strenger. Vanaf 2016 geldt een aanlandplicht ook voor bodemvis. De bijvangst kan worden omgezet in eiwitten door enzymatische verwerking. De hoogwaardige eiwitten kunnen worden ingezet in specifieke toepassingen in veevoeder.

C.10. Veenmos voor CO₂-vrije veenvervanging

Bij het IPV (Innovatie Programma Veen) is al bekend om veenmos in te zetten als een CO₂-vrije vervanger voor veen in potgrond. Het onderzoeksprogramma duurt 5 jaar en omvat ook een marktverkenning van het materiaal. Men gaat ook naar deze mogelijkheid kijken in de businesscase.

C.11. Strooizout uit bermgras

Binnen de provincie Noord-Holland wordt een proef opgezet om strooizout uit bermgras te winnen. Bermgras wordt hierbij geperst. De vezel is dan, onder andere, in te zetten in de kartonindustrie. Het perssap bevat veel zouten.

D. Uitkomsten en advies aan de provincie Noord-Holland

Voor de ontwikkeling van een biobased of circulaire economische tak in Noord-Holland heeft het de voorkeur dat niet alleen het verzamelen van de reststromen, maar ook de verwerking van de reststromen in Noord-Holland plaats vindt. Sommige gevonden reststromen kunnen worden verwaard buiten de provincie Noord-Holland. Dit geeft voor de ondernemers in Noord-Holland een goede business case of op zijn minst een mogelijkheid om reststromen voor een hoger prijs af te zetten. Er zijn in totaal 8 business cases gevonden met twee extra business cases gekoppeld aan een het beheer van landschap en wegen in de provincie (veenmos voor CO₂-vrije veenvervanging en strooizout uit bermgras), zie hoofdstuk C.

Opvallend aan de lijst met potentiële kansen is dat veel van de toepassingen van stoffen die van reststromen zijn gemaakt, van bedrijven komen die niet tot de agrarische sector behoren. Deze bedrijven zijn vaak start-ups zijn of bedrijven die zelf veel innoveren. Wat ook opvalt is dat de kansen voor reststromen niet duidelijk zijn voor deze bedrijven, omdat men niet weet waar ze aanwezig zijn. Dit is een drempel. Van veel reststromen is niet bekend hoeveel het er precies zijn en hoe ze worden aangeleverd. Als hier informatie eenmaal over bekend is, dan worden de kansen voor bedrijven duidelijker.

Rollen van de provincie

De verantwoordelijkheid van de provincie kan worden bekeken vanuit drie verschillende rollen: de rol van toezichthouder, beleidsontwikkelaar en partner.

Provincie in de rol van toezichthouder

Vooraf in relatie tot ruimtelijke kwaliteit ligt er een verantwoordelijkheid voor de provinciale overheid als toezichthouder. Daarbij kan worden gedacht aan onderwerpen als natuur, biodiversiteit, landschappelijke inpassing van bedrijven, clustering van glastuinbouwbedrijven etc. Hiervoor zet de provincie vooral juridische en ruimtelijke instrumenten in, zoals het scheppen van kaders via de Provinciale Ruimtelijke Verordening of via wet- en regelgeving, ruilverkaveling, een herstructurerings- en/of verplaatsingsregeling, de inzet van provinciale gronden en het bieden van experimenteerruimte aan bedrijven.

Provincie in de rol van beleidsontwikkelaar

Vanuit de bestaande structuur van de Greenports onderschrijft de provincie projecten die duurzame land- en tuinbouw bevorderen. Extra financiële middelen kunnen worden ingezet voor de duurzame uitdagingen van de land- en tuinbouwsector en die tevens de agrarische economische structuur versterken. In de uitvoeringsagenda's van de clusters (Greenport Aalsmeer, Greenport Noord-Holland Noord, Food, Seed Valley, Visafslagen) staat opgeschreven welke kansen en uitdagingen er op het gebied van de verduurzaming van de sector spelen en op welke manier er uitvoering wordt gegeven door die kansen te benutten en uitdagingen aan te gaan. Circulaire economie is ook een relevant thema in deze uitvoeringsagenda's, bijvoorbeeld projecten op het gebied van kringlooplandbouw, GreenDeal CO₂, en geothermie-warmtenetten onderzoek. Instrumenten die de provincie hierbij kan inzetten, zijn financiële instrumenten (MKB innovatiefonds, andere subsidiestromen zoals EFRO en POP3) en communicatieve instrumenten (zoals deelname aan werkgroepen, belangenbehartiger, lobbyist, het vervullen van een loketfunctie).

Provincie in de rol als partner

De provincie participeert in netwerkorganisaties als partner en werkt in samenwerking met andere partijen aan de verduurzamingsopgaven van de sector. Hiervoor kunnen participatieve instrumenten worden ingezet, zoals deelname aan werkgroepen en (landelijke) pilots, vervullen van een loketfunctie, het participeren via de uitvoeringagenda's van de Greenports en het deelnemen aan publiek-private samenwerkingen.

De gevonden business cases zijn met betrekking tot de rol van de provincie te verdelen:

1. Business cases die alleen contact behoeven tussen aanbieder van een reststroom en een vrager.
2. Business cases die naast contact tussen aanbieder en vrager van reststromen, ook proefnemingen omhelst.
3. Business cases waarbij, naar contacten zoeken met de aanbieders van restmaterialen, een geheel nieuw bedrijf of installatie moet worden gebouwd in Noord-Holland.

1. Business cases die alleen contact behoeven tussen aanbieder van een reststroom en een vrager.

Het betreft cases zoals de visueel afgekeurde tomaten en knoflook (zie paragraaf C.2) en de inzet van veenmos als CO₂-vrije veenvervanging (C.10). Hier kan de provincie een rol spelen als partner in:

- Het onderhouden van de verbindingen tussen de partijen, in de rol als vertrouwenspersoon.
- Het vervullen van een loketfunctie over reststromen, en hierin actief een rol spelen in vanuit de bestaande structuur van de Greenports, door in de interactie met de Greenports de verwaarding van reststromen op de agenda zetten, en het bij elkaar brengen van partijen door bilaterale ontmoetingen of grotere bijeenkomsten. Hierbij kan de provincie reststromen (en het belang van het in kaart brengen ervan) ter tafel brengen in overleggroepen of zelf hiervoor specifieke overleggroepen opzetten. Inzet hierbij kan een verdere inventarisatie van reststromen zijn.

en als beleidsontwikkelaar in:

- Het inbedden van het matchen van reststromen in clusters (bv. Greenports)
- Verdere communicatie via persberichten, nieuwsbrieven, website e.d., waarbij de loketfunctie van de provincie voorop staat.

2. Business cases die naast contact tussen aanbieder en vrager van reststromen, ook proefnemingen omhelst.

Het gaat hierbij om de productie van board en verpakkingsmateriaal uit loof uit de glastuinbouw en bloemenveiling (zie paragraaf C.3. en C.4.), kleurstof uit rozen (C.5), lycopene uit tomaten (C.6) en de inzet van riet als dekstro (C.8). Hier kan de provincie een rol spelen als partner in:

- Participatieve instrumenten als pilots en het deelnemen of zelfs actief opzetten en leiden van werkgroepen.
- Participeren in de opzet van proefnemingen via de uitvoeringsagenda's van de Greenports. Hierdoor wordt er meer kennis over de proeven en uitkomsten uitgewisseld en kan met een netwerk voor aanvoer van de reststromen gemakkelijker organiseren. Te denken valt aan de Uitvoeringsagenda Greenport NHN en Cluster Agri & food MRA.
- Een adviserende en schakelende rol in bij de subsidiemogelijkheden om bepaalde proeven financieel te steunen. Te denken valt aan het MKB-innovatiefonds of de

uitvoeringsprogramma's van de Greenports. Hierin zou de bijvoorbeeld de productie van verpakkingsmateriaal kunnen passen.

en als beleidsontwikkelaar

- Ruimte voor tests in de uitvoeringsagenda's van de clusters. Te denken valt aan de productie van board en verpakkingsmateriaal uit de glastuinbouw en bloemenveiling.

en als toezichthouder:

- het geven van experimenteerruimte voor proefnemingen. In sommige gevallen kunnen de reststromen aangemerkt worden als "afval", waarvoor bij de verwerking strenge regels gelden. Die regels kunnen de proefneming belemmeren.

3. Business cases waarbij, naar contacten zoeken met de aanbieders van restmaterialen, een geheel nieuw bedrijf of installatie moet worden gebouwd in Noord-Holland.

Het betreft hier de verwerking van groente en fruitresten tot smaakmakers (C.7), verwerking van de bijvangst van de visserij in eiwitten (C.9) en het persen van strooizout uit bermgras (C.11). Dit geeft ook een impuls in het verwerken van de vezel in Noord-Holland. Hier kan de provincie een rol spelen als partner in:

- Een adviserende en schakelende rol in bij de subsidiemogelijkheden breder dan hierboven genoemd. Te denken valt aan ondersteuning van lokale of de nationale overheid. De subsidiemogelijkheden worden ingezet voor haalbaarheidsstudies en verdere uitwerken van plannen.

en als beleidsontwikkelaar

- door de inzet van financiële instrumenten om deze bedrijven die met nieuwe technieken werken te ondersteunen. Te denken valt aan het MKB-innovatiefonds.
- Door de inzet als belangenbehartiger van de ontwikkeling van de biobased industrie.
- Lobbywerk voor het realiseren van een installatie in Noord-Holland

en als toezichthouder

- In de inzet van juridische en ruimtelijke instrumenten, zoals het geven van ruimtelijke verantwoordelijkheid, bieden van experimenteerruimte, en meewerken aan vergunningverlening bij de opstart van bedrijven met nieuwe technieken.

Literatuur

Bondt, N., Janssens, B, De Smet, A., "Afval uit de landbouw", [LEI, juni 2010](#)

Galama, P., Vermeulen, P., Klop, A., Broeze, J., "Vee in de Kas, Samenwerking tussen (Melk)veehouderij en Glastuinbouw", [Wageningen UR, maart 2014](#)

Jong, K. de, Heijman, R., "Inventarisatie biogasproductie & biogasafname in Noord-Holland", [E-kwadraat advies, 6 mei 2011](#)

Kempen, G. van, Winkelmoen, A., "Resultaten Praktijknetwerk, Schoon Tomatenloof, 2013-2014", [Arvalis, februari 2015](#)

Korthout, H., Van der Meulen, R., "Reststromen van sierteelt- en vollegrond tuinbouwgewassen, Inventarisatie 2012", [Fytagoras, 2012](#)

Meeusen, M., Schroot, J., Mulder, W., Elbersen, W., "Verwaarding reststroom Uienbewerking", [WUR, Januari 2008](#)

Roelofs, P.F.M.M., Gude, H., "Kwantitatieve informatie reststromen bloembollen, Tulp, lelie, hyacint, narcis en overige bloembollen en bolbloemen", [Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit, PPO project nummer 32 361596 00, Januari 2013](#)

Thijmensen, M.J.A., Mombarg, H., Broek, R.C.A. van den, Wasser, R., "Haalbaarheid van covergisting van oogstresten in de mestvergister in de Wieringermeer", [Ecofys, november 2002](#)

Witteveld, M., Rohof, A., Riet, B. van de, Visbeen, F., Tempel, C. van den, "Van reststromen biomassa naar bio-energie, Benutting van biomassa uit natuur- en landschapsbeheer in de regio Spaarnwoude", [Landschap Noord-Holland, Rapportnummer: 13-014, 2013](#)

Welink, J.-H., "Toekomstverkenning van mogelijkheden recycling reststromen uit VGI", november 2015