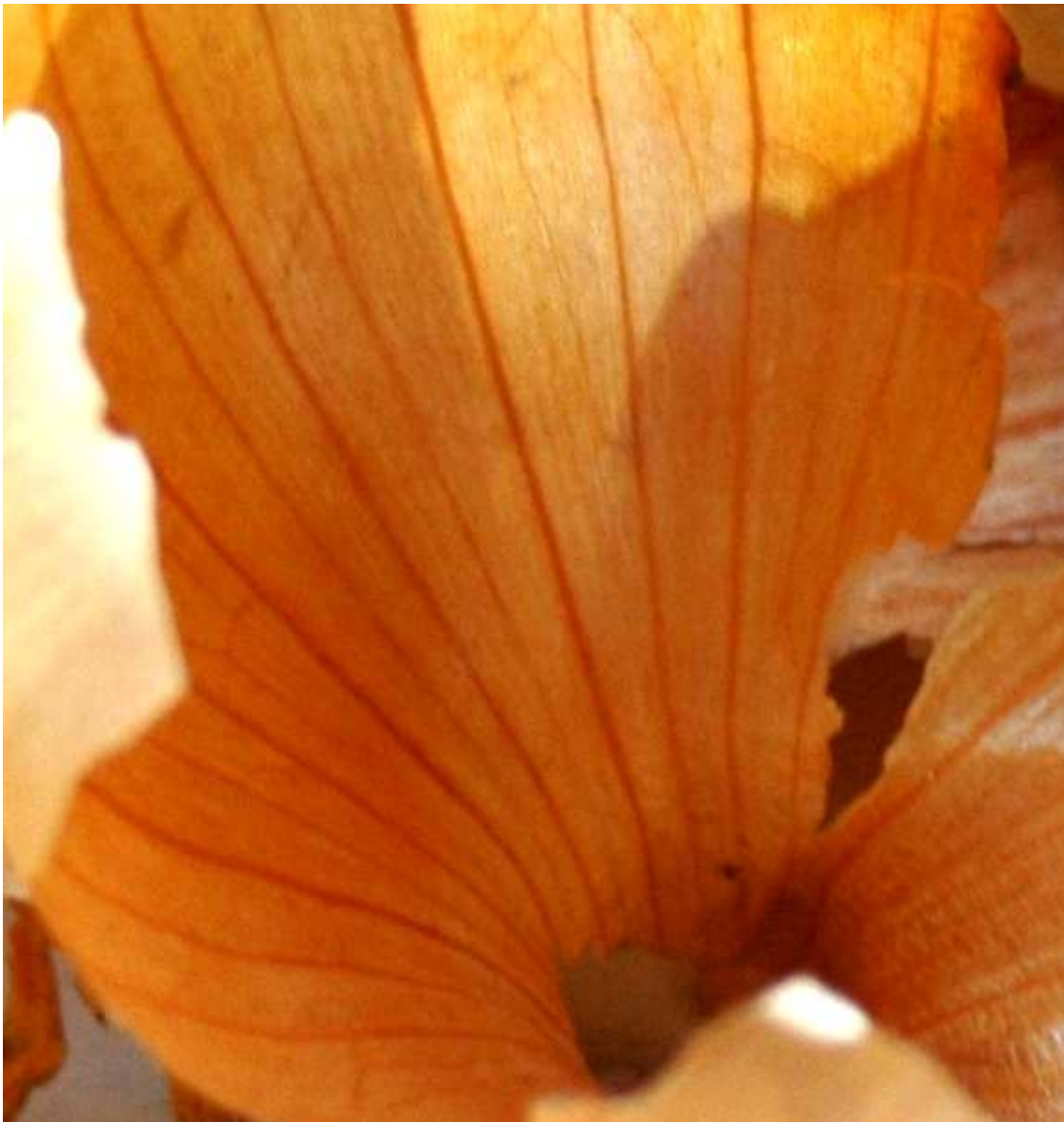


Verwaarding Reststroom Uienbewerking



Verwaarding reststroom uienbewerking

Wageningen Universiteit en Research Centrum

Landbouw-Economisch Instituut (LEI) en Agrotechnology and Food Sciences Group (AFSG)

Titel	Verwaarding reststroom uienbewerking
Auteur(s)	Marieke Meeusen (LEI), Joyce Schroot (TOP B.V.), Wim Mulder (AFSG) en Wolter Elbersen (AFSG)
AFSG nummer	886
ISBN-nummer	978-90-8504-850-3
Publicatiedatum	Januari 2008
Vertrouwelijk	Nee
OPD-code	OPD-code
Goedgekeurd door	Rene van Ree

Agrotechnology and Food Sciences Group

P.O. Box 17

NL-6700 AA Wageningen

Tel: +31 (0)317 475 024

E-mail: info.afsg@wur.nl

Internet: www.afsg.wur.nl

© Agrotechnology and Food Sciences Group

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher. The publisher does not accept any liability for inaccuracies in this report.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Agrotechnology and Food Sciences Group is gecertificeerd door SGS International Certification Services EESV op basis van ISO 9001:2000.



**Onderzoek naar de verwaarding van de organische reststroom die vrijkomt
tijdens het uienbewerkingsproces**

IN OPDRACHT VAN



6 Februari 2008

Dit onderzoeksrapport is mede mogelijk gemaakt door



Voorwoord

Het is ons een groot genoegen om als Commissie Uienpellen een rapport aan te bieden waarin een antwoord wordt gegeven op de opdracht die u aan de Commissie heeft meegegeven. Namelijk, *de verwaarding van de organische reststroom die vrijkomt tijdens het uienbewerkingsproces*.

Het rapport biedt een kleurrijk palet van innovatieve aanbevelingen voor verwaarding van de reststroom. Er worden duurzame toepassingen aangereikt die variëren van laagwaardig tot zeer hoogwaardig. Iedere toepassing heeft daarbij zijn eigen unieke kansen en bedreigingen. De commissie heeft steeds oog gehad voor regionale initiatieven waarbij de reststroom afkomstig uit de uiensector mogelijk kan aansluiten.

Welk een merkwaardig lot treffen anno 2008 de uienpellen en staarten? Brachten we deze organische stof generatieslang weer terug naar onze akkers waar het een directe bijdrage had op verhoging van het organisch stofgehalte van de bodem. Thans echter, wordt de sector aangestuurd om andere bestemmingen voor dit bijproduct te ontwikkelen. Immers, indien het bijproduct direct wordt aangewend voor verhoging van het organisch stofgehalte krijgt het een label waarop “afval” staat. Echter, gezien de samenstelling van het materiaal is het ook jammer het voor een dergelijke laagwaardige toepassing te benutten. Het product heeft een potentie in zich die zich leent voor meer hoogwaardiger toepassingen die leiden tot daadwerkelijke verwaarding, modern gezegd: valorisatie.

De problematiek blijkt weerbarstig te zijn wanneer men zich terdege in de materie verdiept. Het maken van een degelijk rapport dat voor de sector zeer bruikbaar is vraagt veel tijd en aandacht gezien de breedte en complexiteit van het onderwerp. Daarnaast moeten alle subsidiegevers hun fiat geven en de communicatie met alle betrokkenen dient grondig op elkaar afgestemd te worden.

Tijdens de studie bleek het dan ook schier onmogelijk om alle toepassingen geheel uit te werken. Daarvoor is de tijd te beperkt en het budget dat voor dit onderzoek beschikbaar werd gesteld bovendien bij lange na niet toereikend. Daarom is gekozen om de meest kansrijke toepassingen nader te bestuderen zodat de sector op korte termijn, met relatief lage investeringen de markt op kan met haar product.

De belangrijkste conclusie van dit rapport is dat er bruikbare en praktische oplossingen binnen handbereik liggen voor verwaarding van de organische reststroom. De meest bruikbare toepassingen worden nader uitgewerkt waarbij steeds aandacht is voor zowel de sterke als zwakke kanten die een toepassing heeft.

Wil men echter de kant op van meer hoogwaardige toepassingen zoals het benutten van de zogenaamde "Inhaltstoffe" uit de *Allium cepa* L., dan is diepgaander onderzoek nodig. Dit soort toepassingen leidt over het algemeen tot een veel hogere verwaardig, maar ook de risico's zijn hoger. Bovendien moet er kennis zijn om de toepassingen te doorgronden, zowel technisch als bedrijfseconomisch. Alhoewel op dit vlak zeer zeker kansen liggen, gezien het enorm brede scala waardevolle chemische verbindingen die in deze unieke, zo aan Zeeland verbonden plant aanwezig zijn.

De ui kent vele verbindingen die zeer goed zijn voor onze gezondheid en waarop veel meer nadruk kan worden gelegd. Op dit vlak liggen er kansen op het gebied van afzet voor de sector, die ze gezien de mondiale ontwikkelingen binnen de uienmarkt niet mag laten liggen of aan anderen wegschenken. Laten de leden van ZUVER in "goede uienjaren" de portemonnee zelf trekken en een beperkt ontwikkelingsfonds in het leven roepen. Dat zal de snelheid en de efficiency van onderzoek zeker vereenvoudigen.

Wij danken ir. M.J.G. Meeusen en haar team binnen Wageningen Universiteit en Research Centre voor het vele werk dat verricht is. Inzonderheid willen we melden het vele en grondige werk van twee commissieleden te weten de heren Jaap Jansen en ir. ing Gijsbrecht Gunter. Zij hebben zich gebogen over een drietal toepassingen die nadere aandacht vroegen: compostering, bio-ethanol en natuurlijke kleurstoffen. Zij hebben de betreffende hoofdstukken in de annex geschreven; deze hoofdstukken vallen ook onder de verantwoordelijkheid van alleen ZUVER. Hun inspanning heeft in sterke mate bijgedragen aan de totstandkoming van dit rapport.

Het project is begeleid door een Begeleidingscommissie, bestaande uit: ir. M.J.J. Sinke (voorzitter), J. Jansen (secretaris), M.J. van den Berge (vice-voorzitter ZUVER), ir. ing G.A. Gunter (deskundige binnen de sector), mr. V.B. van Dijk (Provincie Zeeland), mr. I. Ribbens (Frugi Venta) en prof.dr.ir. L.C. Zachariasse (Wageningen UR). Wij danken hen hartelijk voor de waardevolle inbreng.

Ook gaat onze dank uit naar de financiers van dit project: Provincie Zeeland, Gemeente Borsele en Gemeente Reimerswaal, Rabobank Nederland, Rabobank Beveland, Fortis bank Goes, De Groot en Slot Allium BV, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Frugi Venta en Hoofdbedrijfschap Agrarische Groothandel.

Geboren in een "juunrennetje", was het mij een genoegen de bijeenkomsten van de Commissie Uienpellen voor te zitten.

Februari 2008,

Ir. Marinus J.J. Sinke



Zeeuwse Uienbewerkers VEReniging (ZUVER)

ZUVER is een vereniging van uienbewerkende bedrijven in de provincie Zeeland die in 2005 is opgericht en tot doel heeft gezamenlijke belangen binnen de uienbewerkende sector te behartigen. Zij heeft in de korte tijdspanne van haar bestaan al veel bereikt en wordt door zowel lokale, provinciale als landelijke organisaties en overheden als volwaardig gesprekspartner benaderd om mee te denken over ontwikkelingen op verschillende (beleids)terreinen die de sector raken.

De vereniging telt momenteel ruim 30 leden en donateurs (bedrijven) en vertegenwoordigt daarmee bijna de gehele uienbewerkende sector binnen Zeeland.

De uienbranche is binnen de provincie Zeeland van aanzienlijk economisch belang. Zij biedt directe werkgelegenheid aan ruim 600 gezinnen. De indirecte werkgelegenheid wordt op ruim 1.500 arbeidsplaatsen geschat. De branche heeft een gezamenlijke omzet van ruim 160 miljoen euro, afhankelijk van de marktprijzen, die hoofdzakelijk wordt verkregen door het sorteren, verpakken en exporteren van gemiddeld 650.000 ton uien per jaar. Alhoewel elk bedrijf zijn eigen specialisatie en nichemarkten heeft binnen de agro-keten.

Echter, niet alleen vanuit economisch perspectief, maar ook zeker gezien vanuit de achtergrond dat het Zeeuwse landschap en de cultuur al decennialang wordt gekenmerkt en mede bepaald door het gewas uien (*Allium cepa* L.) speelt de sector een belangrijke rol.

Voor meer informatie met betrekking tot de vereniging kunt u terecht op: www.zuver.nl of neemt u contact op met onze voorzitter drs. H. Eversdijk: 0113 55 19 28 of mob. 06 53 292 798 of met onze secretaris van de commissie uienpellen J. Jansen 06 22 930 891.

Samenvatting

In opdracht van ZUVER heeft Wageningen Universiteit en Research Centre de mogelijkheden bekeken voor verwaarding van de reststroom die bij de uienbewerking vrijkomt.

Tijdens het uienbewerkingsproces komt een continue reststroom vrij. Deze reststroom bedraagt voor alle uienbewerkingsbedrijven tezamen jaarlijks 16.800 tot 18.900 ton. De reststroom komt vrij tijdens drie verschillende deelprocessen: lossen, afstaarten en sorteren/verpakken. De samenstelling van de reststroom is bij ieder proces anders. De drie deelprocessen geven qua omvang de volgende reststromen:

- Lossen: 4.800 ton tot 5.400 ton
- Afstaarten: 9.600 ton tot 10.800 ton
- Sorteren: 2.400 ton tot 2.700 ton

Op dit moment 2008 wordt de reststroom gecomposteerd en over het land uitgereden. Tegelijkertijd willen de uienbewerkingsbedrijven ook kijken naar afzetmogelijkheden met meer toegevoegde waarde. De reststroom bevat interessante componenten die mogelijk interessant zijn voor hoogwaardiger toepassingen. De droge bruine pellen zijn rijk aan onoplosbare vezels en ze bevatten relatief veel quercitine. De wortels en bolstoel bevatten relatief veel zwavelcomponenten die als geur- of smaakstof herkenbaar zijn. Mogelijk kan een mengsel van quercitine en de zwavelcomponenten toegepast worden als insecticide of herbicide. Dit zal afhangen van werkzaamheid, dosering en benodigde zuiverheid.

Wanneer de reststroom wordt gescheiden in een grondfractie en een overige fractie zijn er meer mogelijkheden voor de reststroom in beeld. Er zijn dus voordelen van scheiding van de grond- en niet-grondfractie. Het scheiden net na het lossen gebeurt al op dit moment: dat is de losstroom. Voor een *aanvullende* scheidingsstap is vooral de droge scheidingstechnologie in beeld. Het gaat dan bijvoorbeeld om windziften. Immers op elk bedrijf staan al afzuiginstallaties. ZUVER wil via mechanische stappen de scheiding verder optimaliseren. Om deze scheidingstechnieken te implementeren is nog wel een kort onderzoekstraject noodzakelijk waarin de technische en economische haalbaarheid van een scheiding van grond en uienpellen (inclusief staarten) uitgezocht wordt.

Op basis van de samenstelling van de reststroom uit de uienbewerking is een groot aantal toepassingen bedacht. Deze toepassingen zijn gegroepeerd

naar toegevoegde waarde, waarbij het onderscheid in fertilizer (compost, bodemverbeteraar), fuel (energie), fibre (vezel), feed (veevoer), food (humane voeding), farma en other (overig) is gehanteerd. De potentiële toepassingen omvatten een groot scala aan producten, die sterk uiteenlopen waar het gaat om de toegevoegde waarde. Daarvan lijkt een aantal toepassingen aantrekkelijk voor de uienbewerkingsbedrijven. Deze opties zijn nader uitgewerkt. Het gaat daarbij om opties die al binnen handbereik liggen, zoals compostering.

Daarnaast zijn er toepassingen waar enig aanvullend onderzoek noodzakelijk is zoals verbranding. De meer hoogwaardiger toepassingen als kleurstof, antioxidant fungicide en insecticide vergen ook verdere ontwikkeling (met partners). Voor deze meer hoogwaardiger toepassingen geldt dat bedrijven die actief zijn in deze markt interesse hebben in de producten die de uienbewerkingsbedrijven kunnen aanleveren. In een samenwerkingsverband kunnen de mogelijkheden voor de verdere productontwikkeling worden verkend.

Summary

ZUVER (Association of onion processing companies in the province of Zeeland) has commissioned Wageningen university and Research Centre to examine the options for utilizing by-products generated in the processing of onions for consumption.

During the processing of onions a continuous stream of by-products are released. The annual production of by-products by all onion processors in the region amounts to between 16.800 and 18.900 tons per year. By-products of different composition are released during the 3 processing steps:

- Unloading: between 4.800 and 5.400 tons
- Removal of tops: between 9.600 and 10.800 tons
- Grading: between 2.400 and 2.700 tons

Currently by-products are composted and applied to agricultural soils locally. Onion processors would also like to examine options for higher added value outlet options. The by-product contains interesting components which provide options for higher added value applications. For example dry brown onion peels contain insoluble fibres and high concentrations of quercetin. The roots and bulb bottoms contain many sulphur containing compounds. Possibly a mixture of quercetin and sulphur containing compounds can be used as a pesticide. Viability of the option will depend on requirements like effectiveness, dose and required purity.

In order to make these and other valorisation options possible a separation of the by-product into a sand and an organic fractions (containing peels and other components) is necessary. Extra fractionating steps (on top of the existing process) will involve dry separation techniques. For example wind sifting which fits well with existing infrastructure as each processing company in the region already uses suction systems. ZUVER wants to optimize this fractionation process. To implement this fractionation system some research tests will be required in which the technical and economical feasibility is investigated of separating sand from peels and tops.

Based on information on the composition of byproduct organic components a large number of applications have been identified. Applications were grouped together according to added value distinguishing categories fertilizer (compost, soil improvement), fuel (energy), fibre, feed, food, f(Ph)arma, and other. A number of these products seem attractive for onion processors and can be materialised in a relatively short time. They include specific compost options.

Another option such as combustion may require some extra testing. Higher added value applications such as natural dyes, natural fungicides, anti-

oxidants and insecticides will require extra research and testing (with partners). Companies producing these products have shown interest in using onion by-products such as can be delivered by onion processors. In a joint venture these product development options could be examined further.

Inhoudsopgave

Voorwoord	5
Samenvatting	8
Summary	10
1 Inleiding	14
1.1 Achtergrondinformatie uienbewerking	14
1.2 Doel van het project	15
1.3 Werkwijze	16
1.4 Opbouw van het rapport	17
2 Aanbod reststroom uit de uienbewerking	19
2.1 Inleiding	19
2.2 Beschrijving van de ui	19
2.3 Beschrijving van het proces “uienbewerking	20
2.4 Huidige afzet van de reststroom	21
2.5 Samenstelling van de reststroom	22
2.5.1 Droge stof, as en organisch gehalte	22
2.5.2 Grond	23
2.5.3 Chemische samenstelling	23
2.5.4 Energetische waarde	29
2.6 Conclusies	30
3 Scheidings- en zuiveringstechnieken	32
3.1 Inleiding	32
3.2 Technieken voor scheiding van grond en uien of uidelen	33
3.2.1 Optie 1:Scheiding grond en uiresten bij lossen en schonen	34
3.2.2 Optie 2: Scheiding grond en plantendelen in de afstaartstroom	36
3.2.3 Overige technieken	37
3.3 Extractie	38
3.4 Conclusies	39
4 Potentiële toepassingen	42
4.1 Inleiding	42
4.2 Potentiële toepassingen en toegevoegde waarde	43
4.3 Conclusies	47
5 Beschrijving van de potentiële toepassingen	48
5.1 Inleiding	48
5.2 Fertilizers	48
5.3 Fuel (bio-energie)	52

5.4	Fibres	55
5.5	Feed	57
5.6	Food	58
5.7	Farma	61
5.8	Overige toepassingen	63
5.9	Conclusies	67
6	Uitwerking van de meest aantrekkelijke toepassingen	69
6.1	Inleiding	69
6.2	Compostering	69
6.3	Verbranding	70
6.4	Vergisting	72
6.4	Bio-ethanol	73
6.5	Kleurstoffen	74
6.6	Anti-oxidant voor levensmiddelen	74
6.7	Antischimmel middel	75
6.8	Insecticide	76
6.9	Conclusies en aanbevelingen	77
	Literatuur	79
	Bijlage 1: Samenstelling van de reststroom uit het uienbewerkingsproces	85
	Bijlage 2: Koolhydraat samenstelling van uienpellen en staarten	86
	Bijlage 3: wereldmarkt uien	88
	Bijlage 4: Compostering	93
	Bijlage 5: Bio-ethanol	135
	Bijlage 6: Kleurstoffen	146

1 Inleiding

1.1 Achtergrondinformatie uienbewerking

Internationale uien-
handel

“Perspectief van de Nederlandse ui (*Allium cepa* L.) – een wereldreiziger met smaak” zo luidt de titel van het rapport van de RABOBANK over de uiensector. Deze relatief kleine sector speelt een grote rol op het wereldtoneel van internationale uienhandel. Nederland is – na India – de grootste exporteur van uien met ruim 15% van de wereldexportmarkt in handen. (Baas en Pals, 2006). Annex 1 geeft een overzicht van de exportmarkt en de ontwikkelingen op die markt.

Nederland telde in 2007 26.180 hectare plant- en zaaiuien. Het areaal is sinds 1990 fors gegroeid, zoals tabel 1 laat zien voor zaaiuien.

Tabel 1. Areaal zaai-uien in Nederland in de periode 1990-2005

Jaar	Oppervakte (x1000 ha)
1990	9,2
1995	11,7
2000	14,0
2004	19,9
2005	16,8
2006	18,4

Bron: LEI-CBS, 2006

Productie

De gemiddelde productie aan uien bedraagt vanaf 1994 – 2006 gemiddeld ca. 750.000 ton. Daarvan wordt 80.000 tot 100.000 ton afgezet binnen de Nederlandse markt. Veruit het grootste deel wordt dus geëxporteerd en vindt zijn bestemming in landen tot zelfs buiten de EU-25 Deze bestemmingen worden ook steeds belangrijker, zo laten Baas en Pals (2006) weten. West-Afrika is bijvoorbeeld een belangrijke afnemer, die ook belangrijk blijft. Rusland kan in sommige jaren ook een grote afnemer zijn, maar deze afzetmarkt wordt als “onzeker” bestempeld vanwege de sterk fluctuerende vraag. Daarnaast zijn Midden-Amerika en Maleisië afzetgebieden van betekenis. Echter, niet alleen (ver) buiten de EU-25 worden de Nederlandse uien gekocht; ook binnen de EU-25 is er vraag naar het Nederlandse product. Het Verenigd Koninkrijk, Duitsland, België en Frankrijk zijn daar voorbeelden van. (Baas en Pals, 2006)

Export

Flevoland en Zeeland zijn van oudsher de belangrijkste teeltgebieden. Ook de uienbewerking vindt in Zeeland plaats: ongeveer zeventig procent van

Zeeuwse sector ZUVER

de Nederlandse uien worden verwerkt door de Zeeuwse bedrijven die zich – in 2005 – hebben verenigd in de Zeeuwse Uienbewerkers VEReniging (ZUVER). ZUVER telt 30 bedrijven en vertegenwoordigt bijna de hele Zeeuwse uienbewerkende sector. De bedrijven verkrijgen uien door inkoop op de vrije markt, (deel)teelt en uienpools. Deze uien worden dan gesorteerd en verpakt. De uiensector heeft een belangrijke positie in de Zeeuwse gemeenschap. De gezamenlijke omzet is, afhankelijk van de marktprijzen, ruim 160 miljoen euro, die voornamelijk wordt verkregen door het sorteren, verpakken en exporteren van 650.000 ton uien per jaar. Ze biedt directe werkgelegenheid aan zo'n zeshonderd mensen. Rekening houdend met de daaruit voortvloeiende indirecte werkgelegenheid biedt de sector aan zo'n 1.500 Zeeuwse gezinnen een inkomen.

Eén van de eerste agendapunten van ZUVER is het aanpakken van de problematiek rondom de reststroom die vrijkomt tijdens het uienbewerkingsproces. De reststroom bestaat uit: wortel(resten), pellen (de buitenste droge rokken van de ui), staarten, ondermaatse uien (<20 mm), grond en stof. ZUVER wil vanuit de wens om te komen tot een duurzame keten zich oriënteren op de afzetmogelijkheden voor deze reststroom of delen ervan. Ze wil daarbij ook nieuwe mogelijkheden onderzoeken. Ze gaat de uitdaging aan om te komen tot een innovatieve, duurzame productieketen.

1.2 Doel van het project

Het project heeft tot doel om uienbewerkingsbedrijven meer inzicht te geven in de mogelijkheden om de reststroom die bij de uienbewerking vrijkomt te verwaarden. Het project wil uienbewerkingsbedrijven behulpzaam zijn in haar keuze om te komen tot – voor hen – aantrekkelijke afzetmogelijkheden- die passen bij de bedrijfsstrategie van de uienbewerkingsbedrijven. Het project is succesvol indien er aantrekkelijke afzetmogelijkheden- aangedragen worden waaruit de afzonderlijke uienbewerkingsbedrijven een optie kunnen kiezen die binnen hun bedrijfsstrategie past.

Subdoelstellingen

Het project heeft de volgende *subdoelstellingen*:

- Inzicht in de eigenschappen, in brede zin, van de reststroom en de eisen die aan een succesvolle afzet worden gesteld.
- Inzicht in de mogelijke alternatieve toepassingen voor de reststroom
- Inzicht in de kansen en bedreigingen, en sterke en zwakke punten per toepassing – voor enkele geselecteerde toepassingen;

Deze subdoelstellingen komen achtereenvolgens terug in de wijze waarop het project uitgevoerd wordt.

Afbakening

Het project richt zich op de reststroom van de uien. Hieronder vallen: pellen, staarten, ondermaatse uien (<20 mm), grond en stof.

Niet in beschouwing worden genomen:

- De reststromen die vrijkomen bij de teelt van uien;
- De reststroom “tarra-uien” in de zin van overschot, waarvan de afzet weliswaar in 2005 een aandachtspunt vormde— vanwege het grote aanbod van de boeren die het marktoverschot ook op de markt aanbieden.
- De reststromen die vrijkomen bij de verwerking van zilveruien;
- De reststromen die bij andere agro-food-verwerkende bedrijven (in de omgeving) vrijkomen.

1.3 Werkwijze

De aanpak om te komen tot nieuwe afzet- en verwerkingsmogelijkheden kent drie fasen. In *fase 1* staat de inventarisatie van eigenschappen van de reststroom en haar mogelijke toepassingen centraal. Vervolgens is gekeken naar de aantrekkelijkheid van deze verschillende toepassingen. In *fase 2* zijn de door ZUVER relevant gevonden selectiecriteria opgesteld en is middels een Quick Scan gekeken naar de score van de verschillende toepassingen (uit de eerste fase) op die selectiecriteria. Daaruit volgde een aantal toepassingen, die het meest aantrekkelijk leken. Deze zijn tenslotte in *fase 3* uitgewerkt.

Fase 1: Inventarisatie eigenschappen en alternatieve toepassingen van de reststroom

Om te komen tot een lijst van toepassingen heeft Wageningen UR ervoor gekozen eerst de samenstelling en kenmerken van de reststromen goed te beschrijven. Op basis van kennis over de bronbestanddelen zijn mogelijke toepassingen geformuleerd. Tegelijkertijd heeft ZUVER zelf een lijst met potentiële toepassingen opgesteld. Deze lijst van mogelijke toepassingen is voorgelegd aan Wageningen UR om te komen tot aanvullingen en uitbreidingen. Deze lijst is aan de Begeleidingscommissie van het project voorgelegd.

Fase 2: Beoordeling van de toepassingen

De volgende stap was de filtering van de meest kansrijke mogelijkheden voor de uienbewerkingsbedrijven. Een succesvolle afzet van rest- of bijproducten is afhankelijk van een aantal factoren, zoals de beschikbaarheid van een (nieuwe) technologie, de termijn waarop het alternatief voor handen moet zijn,

de wens of mogelijkheid om te investeren in nieuwe product-markt-combinaties en technologieën, de kansen en bedreigingen vanuit de omgeving (markt, wetgeving of regelgeving, initiatieven in Zeeland en nog specifiek: in de omgeving van de uienbewerkingsbedrijven), de aansluiting bij het primaire productieproces, “volume versus value“, etc. Het is van belang om deze factoren goed te kennen en daar ook op in te spelen, alvorens een weloverwogen besluit genomen kon worden welke van de afzetmogelijkheden voor de reststromen het beste passen bij de strategie van de uienbewerkingsbedrijven. Vervolgens is een literatuuronderzoek – quick scan – per toepassing uitgevoerd om inzicht te krijgen in de praktische, economische, technische haalbaarheid van de toepassing. De aldus ontstane inzichten vormden de basis voor de selectie van de toepassingen die voor verdere uitwerking (in fase 3) in aanmerking kwamen.

Fase 3: Verdere verkenning van acht toepassingen

Ieder van de acht geselecteerde opties is verschillend uitgewerkt. Voor een aantal opties zijn technische kennisleemten ingevuld, voor andere opties is de markt verder verkend. Voor alle opties is een inschatting van de aantrekkelijkheid voor de uienbewerkingsbedrijven gemaakt en zijn vervolgacties benoemd indien de toepassing aantrekkelijk zou kunnen zijn.

1.4 Opbouw van het rapport

De rapportage volgt de werkwijze op hoofdlijnen. Hoofdstuk 2 start met een beschrijving van het huidige aanbod van reststromen uit de uienbewerking. Dit geeft de uitgangspositie van de uienbewerkingsbedrijven. Vervolgens wordt één van de criteria die de uienbewerkingsbedrijven relevant vinden uitgewerkt. Hoofdstuk 3 gaat in op de mogelijkheden van de scheidings- en zuiveringstechnieken. Het tweede hoofdstuk leert al snel dat de verschillende reststromen, die nu nog niet gescheiden worden, meer kans op verwaarding hebben wanneer ze gescheiden worden in deelreststromen. Dit betekent in veel gevallen een investering of aanpassing binnen het uienbewerkingsbedrijf. Daarom is in hoofdstuk 3 een aantal scheidingstechnieken op een rij gezet. De uienbewerkingsbedrijven hebben vervolgens aangegeven welke technieken wel en welke minder passen bij de uienbewerkingsbedrijven. Daarmee is deels invulling gegeven aan het criterium “noodzaak tot investering, noodzaak tot aanpassing van de bedrijfsvoering”. Hoofdstuk 4 start met de lijst aan mogelijke toepassingen, die achtereenvolgens – in hoofdstuk 5 – kort toegelicht worden met het oog op de belangrijkste criteria om te komen tot nieuwe afzetmogelijkheden. Daarmee wordt invulling gegeven aan fase 1 en 2. Vervolgens worden de

verschillende toepassingsmogelijkheden uitgewerkt in hoofdstuk 6, waarbij een gedetailleerde uitwerking in de annexen gevonden kan worden.

2 Aanbod reststroom uit de uienbewerking

2.1 Inleiding

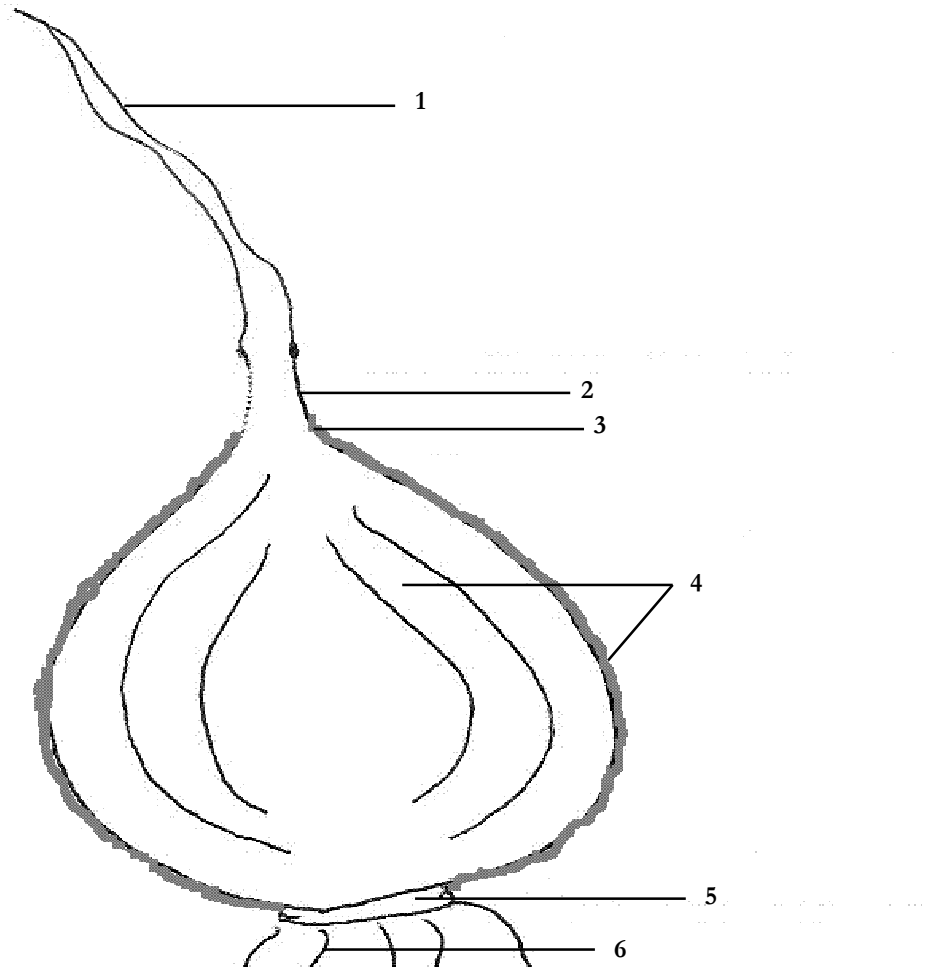
Hoeveelheid en
continuïteit

In dit hoofdstuk staat het aanbod onder de huidige omstandigheden centraal. Het proces van uienbewerking wordt beschreven, waarbij zichtbaar wordt welke deelreststroom waar binnen het proces vrijkomt. Dat levert aangrijpingspunten op voor eventuele scheiding van de afzonderlijke deelstromen. Ook wordt het aanbod beschreven in termen van hoeveelheid en continuïteit – over de jaren heen, over de maanden heen. Daarbij gaat het om continuïteit in zowel kwantitatieve als kwalitatieve betekenis. Vervolgens wordt gekeken naar de wijze waarop de reststroom worden verwerkt en toegepast. Tot slot gaat het hoofdstuk in op de chemische en fysische eigenschappen van de verschillende deel-reststromen.

Dit hoofdstuk vormt de basis voor de gedachtevorming rondom nieuwe toepassingen. Gegeven de inhoudsstoffen: welke toepassingen kunnen we dan bedenken? In hoofdstuk 4 staat deze vraag centraal.

2.2 Beschrijving van de ui

In figuur 1 is de uienbol schematisch weergegeven. De buitenste droge rokken liggen boven de inwendige vleesachtige rokken en bieden daarmee zowel fysiek als chemisch een belangrijke bescherming. Het bovenste deel wordt de kop genoemd, die bestaat uit de staartaanzet en de uienstaart zelf. De staart is een restant van het loof, ca (10-20 cm lang) dat na het oogsten wordt meegenomen en tijdens het droogproces een belangrijke rol speelt in het vrijgeven van vocht vanuit de ui. Daarnaast heeft de staart een functie in het voorkomen van bolrot. Immers, pathogenen kunnen via de verwonding in het loof gemakkelijk binnendringen. Doordat eerst de staart moet worden geïnfecteerd, die tijdens het droogproces steeds moeilijker doordringbaar is, blijft de vlezige uienbol zelf beschermd tegen schadelijke indringers. Het onderste deel van de ui wordt de bolstoel genoemd waarop zich de wortelaanzet bevindt. De wortels die na het oogsten meekomen variëren in lengte, afhankelijk van omstandigheden, van 3 tot 6 cm.



Figuur 1. De ui

- 1.) **Staat:** van de ui (restant van het loof) (staarten tijdens dit project). De rest van het loof blijft tijdens het zgn. “klappen” van het gewas achter op het land. Het deel(=staat) wat meekomt tijdens inschuren wordt gedroogd. Dit heeft als functie om vocht uit de ui te laten trekken (vgl: vloeipapier). Na het drogen wordt de staat over een zgn. afstaartmachine getransporteerd door trilzeven waar de staat door roterende messen wordt afgesneden. Er blijft 3 a 4 cm over om het eetbare deel van de ui te beschermen. Dit komt bij de consument terecht.
- 2.) **Staartaanzet:** begin van de staat. (Het deel vanaf de top tot aan de staartaanzet is dus de gehele staat).
- 3.) **Nek:** van de ui. Bij beschadiging(wond) ideale invalspoort voor schimmels en bacteriën. (Overgang tussen de vlezige rokken en droge staat)
- 4.) **Bol:** van de ui. Bestaande uit een aantal (5-8) vlezige rokken (=eetbare deel) en 2-4 buitenste droge rokken (=pellen binnen het project). De onderzijde van de bol wordt ook wel bolstoel genoemd.
- 5.) **Bolschijf:** van de ui. Dit is de eigenlijke stengel van de plant die dus heel kort is in vergelijking met andere planten. Aan de onderzijde van de bolschijf bevinden zich de wortels van de plant
- 6.) **Wortels:** van de ui. De wortels ontwikkelen zich vanuit de bolstoel.

Uit de gegevens in bijlage 1 en 2 blijkt dat de drie deel-reststromen verschillen qua samenstelling. Niet alleen het percentage grond en stof varieert maar ook de samenstelling van het organische deel. De losstroom bevat voornamelijk grond en stof en is vermengd met pellen en de relatief grootste deel-reststroom (de afstaartstroom) bestaat vooral uit staarten en pellen. De kleinste deel-reststroom ontstaat bij het sorteren, de kwaliteitscontrole en het verpakkingsproces en bestaat hoofdzakelijk uit pellen.

Deel-reststromen

Op dit moment worden de drie deel-reststromen, al dan niet afzonderlijk opgevangen, bijeengebracht in een centraal depot. In de meeste gevallen wordt de reststroom daar gecomposteerd.

2.4 Huidige afzet van de reststroom

Er twee manieren waarop gemengde reststroom van het bedrijf worden weggevoerd: (1) uitrijden en onderwerken op het land en (2) composteren bij het bedrijf.

Het uitrijden is sporadisch toegestaan mits het bevoegd gezag hiervoor per individueel geval ontheffing verleent op basis van een



Figuur 2. Uienpellencompost

Vrijstelling stortverbod buiten inrichtingen

“vrijstelling stortverbod

buiten inrichtingen”. In de praktijk blijkt de verlening van ontheffing niet voor ieder bedrijf te realiseren. Daarnaast is het afzetten van de reststroom op deze wijze relatief duur in verband met de massa-volume verhouding.

Composteren

Zwarte grond

De tweede afzetroute is composteren. De totale reststroom wordt op het bedrijf op een composthoop, de zogenaamde “pellenbak” gebracht en omgezet naar compost. De aldus gecomposteerde reststroom kon tot 1 januari 2006 als zwarte grond worden afgezet. Per 1 januari 2006 is de situatie veranderd en dit heeft gevolgen voor de hoeveelheid af te zetten compost door de uienbewerkingsbedrijven. In hoofdstuk 6 wordt de composteringsroute verder beschreven. De mogelijkheid om het gecomposteerde product echt te vermarkten zijn nog nooit serieus bekeken door ZUVER. Mogelijk dat daar meer afzetperspectief in te vinden is, mede door de onderscheidendheid van het product. Ook dat wordt in hoofdstuk 6 verder uitgewerkt. Uienbewerkingsbe-

Centrale compostering drijven hebben de optie “centrale compostering” overwogen, maar om zowel bedrijfseconomische overwegingen alsook overwegingen vanuit de Ruimtelijke Ordening en Milieuwetgeving lijkt deze optie niet aantrekkelijk. In Nederland zijn 20 grote compostbedrijven/centrales (> 5.000 ton compost), ook in Zeeland. Deze installaties hebben een vergunning van de Provincie nodig; een proces wat vaak jaren kan duren. Kleinere bedrijven (<5.000 ton) moeten hun vergunning aanvragen bij de Gemeente. Een vergunning is vaak maatwerk/per bedrijf opgesteld en is er een limiet opgenomen aan de hoeveelheid maximaal te verwerken compost.

2.5 Samenstelling van de reststroom

2.5.1 Droge stof, as en organisch gehalte

Voor het bepalen van de waarde van de reststroom van de uienbewerking is het van belang om de samenstelling in kaart te brengen. In tabel 2 zijn de analyseresultaten van twee monsters uienpellen gepresenteerd. In de reststroom zitten zowel anorganische (met name zand en grond) als organische componenten, die afkomstig zijn van de uien. Monster a uit de uienbewerking was relatief zwaar vervuild met grond, hetgeen blijkt uit het hoge asgehalte. Het asgehalte van monster b kan gezien worden als het minimale asgehalte dat voor de reststroom uit de uienbewerking haalbaar is. Het monster b is afkomstig van de uienverwerking en is natter dan monster a en bevat daarom veel minder droge stof. Omdat er meer wetenschappelijke literatuur is over de reststroom uienverwerking is er in dit rapport, waar mogelijk en zinvol, een vertaling van deze data naar de reststroom uienbewerking gemaakt.

Tabel 2. Analyseresultaten van twee monsters van uienpellen

Gehalte	Droge uienpellen, grond en ondermaatse uien ^a	Droge uienpellen, schillen, kop en wortel aanzet ^b
Droge stof (m/m%)	70.5	10.4
Asrest (kg/ton d.s.)	217	87
Organische stof (kg/ton d.s.)	783	913

^a Dit monster is afkomstig van uienbewerking (sorteren en verpakken)

^b Dit monster is een reststroom van de uienverwerking (schillen)

Bron: Grond-, gewas- en milieulaboratorium 'Zeeuws-Vlaanderen' B.V. d.d. 18-03-'05 met rapportnummers 00061190_049028 en 00061190_049029.

De twee fracties (grond en organisch materiaal) worden kort beschreven in paragraaf 2.5.2. en 2.5.3., gevolgd door informatie over de energetische waarde van het organische deel van de reststroom in paragraaf 2.5.4.

2.5.2 Grond

De aanwezigheid van grond (specifiek het anorganische deel ervan) heeft een groot effect op het asgehalte. Dit is bijvoorbeeld terug te vinden in de analyseresultaten van twee monsters van uienpellen, zie tabel 2.

Mineralensamenstelling
grond

De samenstelling van de aanhangende grond (asgehalte, vochtgehalte, mineralensamenstelling, humusgehalte en bepaalde zware metalen etc.) is sterk afhankelijk van de locatie. In de gebieden van herkomst van de uien is dit vooral zeeklei (Zeeland, Noord-Holland, Wieringermeer, Flevoland, Noord-oostpolder en noorden en westen van Friesland). In de bodemkaarten van Stiboka, de Stichting voor Bodemkartering, wordt geen onderscheid gemaakt in de zeeklei van de hiervoor genoemde gebieden (*Referentie: 1981. Bodemkaart van Nederland. Pudoc, Wageningen*).

De aanwezigheid van grond is voor alle potentiële toepassingen van de reststroom behalve compost c.q. grond een belemmering. Ook voor energiewinning dient de stroom uienpellen, staarten en ondermaatse uien ontdaan te zijn van grond. In algemene zin geldt: hoe minder grond hoe beter.

2.5.3 Chemische samenstelling

De samenstelling van uien(delen) zijn weergegeven in tabel 3. De variaties zijn het gevolg van de verschillende uirassen die gebruikt zijn. Ng et al (1998) hebben volgroeide uien van de volgende vijf rassen gebruikt: Sturon, Durco, Hysam, Grano de Oro en Caribo. Deze rassen worden overigens niet alle in Nederland geteeld, maar bij gebrek aan data van Nederlandse rassen worden deze gegevens gehanteerd.

Hierna worden de gehalten en samenstelling van de volgende stoffen nader toegelicht:

- koolhydraten
- eiwit
- geur- en smaakstoffen
- fenolische verbindingen
- zware metalen en
- mineralen

Verwaarding reststroom uienbewerking

Tabel 3. Samenstelling van droge buitenste uienpellen, bovenste 5 tot 10 mm van de uibol en de onderste 5 tot 10 mm van de uibol (wortels inclusief bolstoel) in g per kilogram droge stof.

	Bruine pellen	Bovenste 5-10 mm van uibol (staart)	Onderste 5-10 mm van uibol (wortels)	Referentie
Droge stof [m/m%]	70 ± 12	22 ± 4	23 ± 5	1
Asgehalte [g.kg ⁻¹ d.s.]	75 ± 9	79 ± 15	102 ± 6	1
Totaal stikstof [g.kg ⁻¹ d.s.]	4.3 ± 1.5	9.5 ± 1.3	27 ± 7	1
Eiwitgehalte [g.kg ⁻¹ d.s.] (=totaal stikstof * eiwitfactor 4.2)	18	40	113	2
Onoplosbare vezels (IDF) [g.kg ⁻¹ d.s.]	514 ± 112	329 ± 53	223 ± 66	1
Oplosbare vezels (SDF) [g.kg ⁻¹ d.s.]	26 ± 8	37 ± 2	56 ± 7	1
Totaal vezels (som IDF + SDF) [g.kg ⁻¹ d.s.]	540 ± 115	366 ± 52	279 ± 73	1
Alcohol onoplosbaar deel (AIR) [g.kg ⁻¹]	490 ± 130	130 ± 20		3
Quercitine & glucosiden [g.kg ⁻¹ d.s.]	2 tot 17	onbekend	onbekend	4
Geur- en smaakstoffen [g.kg ⁻¹ d.s.]	0.2 ± 0.2	3.5 ± 1.4		5
Niet geïdentificeerde verbindingen waaronder suikers [g.kg ⁻¹ d.s.]	≈ 450	≈ 500		

Oplosbare en onoplosbare vezels

(Jaime, Mollá et al. 2002) bepaalden in diverse delen van de volgroeide uien van de rassen Sturon, Hysam en Grano de Oro de gehalten onoplosbare voedingsvezel (IDF) en oplosbare voedingsvezel (SDF). Voedingsvezels is een verzameling koolhydraten (waaronder cellulose en hemicellulose) maar geen zetmeel. Monsters zijn enzymatisch behandeld zodat eiwitten en zetmeel afgebroken werden. Na filtratie blijven dan onoplosbare vezels over. Met behulp van alcohol precipitatie is vervolgens het percentage water oplosbare vezels bepaald. Het verschil in percentage AIR (alcohol insoluble residue) en IDF is te wijten aan het verschil in extractie. Het AIR gehalte is lager omdat bepaalde suikers zoals fructo-oligosacchariden oplossen terwijl ze onoplosbaar zijn bij de isolatie van IDF.

2 (Tokoro, Sawada et al. 1987) bepaalden voor uien dat om het stikstofgehalte gemeten volgens Kjeldahl omgerekend kan worden naar het gehalte eiwit plus aminozuren door te vermenigvuldigen met 4.1. Als alleen het eiwitgehalte gewenst is dan dient met een lagere factor, namelijk 1.7, gerekend te worden.

³ (Ng, Smith et al. 1998) hebben de bovenste en onderste 5 tot 10 mm van uien gesneden en een mengmonster hiervan gemaakt.

⁴ (Bonaccorsi, Caristi et al. 2005; Kim and Kim 2006). Later – in hoofdstuk 4 – wordt duidelijk dat er een nog grotere spreiding in de gehalten aan quercetine is gemeten. Dit is een gevolg van het feit dat de in hoofdstuk 4 gebruikte bronnen meerdere uienrassen hebben bekeken dan de bron die in tabel 3 is genoemd.

⁵ (Bacon, Moates et al. 1999). De gehalten zijn berekend op basis van het gehalte aan pyruvaat op droge stofbasis in delen van uien van de rassen Durco, Hysam en Grano de Oro. Ook hier is een mengmonster gemaakt van de bovenste en onderste 5 tot 10 mm van de uibol.

Koolhydraten

Koolhydraat
samenstelling

Ongeveer 30 tot 50 % van de droge stof van uienpellen en uienstaarten bestaat uit suikers en ketens van suikers (polysacchariden of ook koolhydraten genoemd). Dit percentage is sterk afhankelijk van het uienras en teeltomstandigheden. Meer gedetailleerde informatie over de koolhydraatsamenstelling is te vinden in de tabellen in bijlage 2. Een deel van de data in bijlage 2 is gebaseerd op een uien-reststroom die uit de droge pellen inclusief de buitenste twee vlezige rokken bestaat.

Hemicellulose
Lignine

De koolhydraatsamenstelling van de buitenste rokken is anders dan die van de droge pellen. Dit blijkt onder andere uit het feit dat deze rokken waterafstotend zijn. De koolhydraten in de buitenste droge rokken hebben een lage veresteringsgraad (24 tot 30%). Dit kan invloed hebben op de hoeveelheid water die gebonden kan worden. Koolhydraten met een hoge veresteringsgraad (zoals pectine) kunnen relatief meer water binden. De bruine pellen bevatten weinig moeilijk verteerbaar hemicellulose en lignine. Overigens kan niet gesteld worden dat de verteerbaarheid van bruine pellen dus goed is.

Eiwit

Stikstofhoudende
componenten

Eiwitten zijn opgebouwd uit stikstofhoudende aminozuren. De staarten zijn relatief rijk aan stikstof. Naast eiwitten die 17% stikstof bevatten, betreft dit vooral ander stikstofhoudende componenten (Tokoro, Sawada et al. 1987). Ongeveer 27 % is eiwitstikstof en 73 % betreft niet-eiwit stikstof. Een belangrijke klasse van stoffen die stikstof bevatten zijn geur- en smaakstoffen.

De uien-reststroom bevat relatief weinig eiwit, slechts 2 tot 11 massa%. Diverse granen en peulvruchten hebben bijvoorbeeld eiwitgehalten tussen de 12 (tarwe) en 50% (soja). In het geval van soja is het eiwitrijke deel eigenlijk een bijproduct van de soja-olie winning.

Aminozuur
samenstelling

Wanneer aangenomen wordt dat de verhouding van aminozuren in uienzaad vergelijkbaar is met die in hele uien of uien-reststroom dan kunnen de data van Udayasekhare gebruikt worden (Udayasekhara Rao 1994). Dit betekent dan dat het meest voorkomende aminozuur glutaminezuur is (24% van

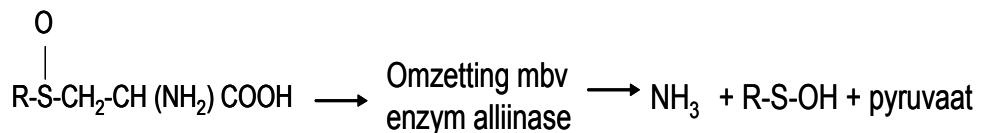
het totale eiwitgehalte), gevolgd door het semi-essentiële aminozuur arginine (11% van het totale eiwitgehalte). Glutaminezuur (E620) is een smaakversterker die commercieel gemaakt wordt uit gluten en soja-eiwit. Arginine is een semi-essentieel aminozuur. Het minst voorkomende aminozuur is het essentiële aminozuur tryptofaan (0.6%).

Geur- en smaakstoffen

Flavour precursors

Zwavelverbindingen

Het niet-eiwit stikstof is afkomstig van niet-eiwit aminozuur verbindingen, de zogenaamde flavour precursors (“voorloper”)¹. Via de wortels van uien wordt zwavel uit de bodem opgenomen en omgezet naar deze flavour precursors, specifiek alk(en)yl cysteine sulfoxiden (Lancaster and Boland 1990). Naast zwavel bevatten deze verbindingen stikstof. De typische uiengeur wordt veroorzaakt uit de combinatie van zwavel en stikstof.



Figuur 3. Omzetting van flavour precursors met behulp van het enzym alliinase naar onder andere ammonia en pyruvaat. De R in de molecuulformule van de flavour precursors staat voor een reeks koolwaterstof verbindingen. Het deel rechts van de R heet –L-cysteine sulfoxide groep.

Alliinase

Een ui gaat pas herkenbaar naar ui ruiken als deze *verwerkt* wordt omdat op het moment van celbeschadiging de eerder genoemde flavour precursors in de ui in contact komen met het enzym alliinase. Daarbij vindt omzetting plaats van flavour precursors naar pyruvaat, ammonia en een reeks zwavelverbindingen. Als in een monster een hoog pyruvaat gehalte gemeten wordt, dan betekent dit dat er veel geur- en smaakstoffen aanwezig waren in het monster. De bovenste en onderste 5 tot 10 mm van de uibol zijn relatief rijk aan pyruvaat (zie tabel 3, data (Bacon, Moates et al. 1999)). De buitenste droge pellen bevatten nauwelijks geur- en smaakstoffen.

Fenolische verbindingen

Fenolische verbindingen (ook polyfenolen genoemd) komen in relatief lage concentraties voor in groenten, fruit en bloemen. Ze hebben een ringstructuur zoals weergegeven in figuur 4. Quercitine is een flavonol, een sub-

¹ Het is niet afkomstig van nitraat.

Flavenoïden

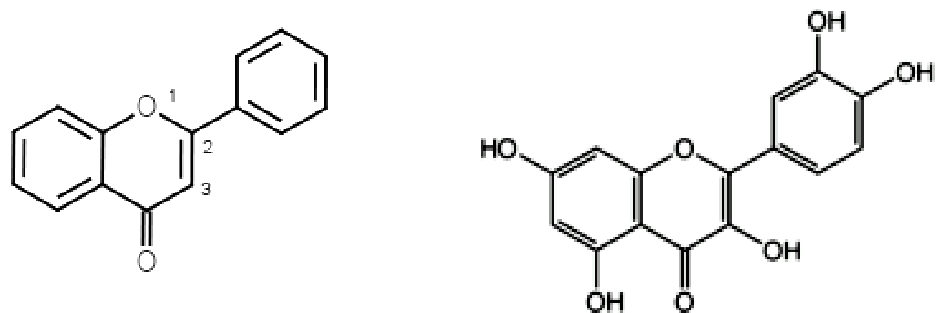
groep in de klasse flavonoïden, hetgeen weer een subgroep van de polyfenolen is). De rode kleurstoffen in bijvoorbeeld bieten, bessen, rode kool behoren ook tot de flavonoïden. Fenolische verbindingen kunnen een antioxidatieve werking hebben. Deze werking is vanuit de plant gezien vaak aanwezig als afweermechanisme tegen invloeden van buitenaf zoals ziekten. De componenten kunnen bijvoorbeeld radicalen neutraliseren zodat deze de plantencel niet veroudert.

Anti-oxidatie

Effectiviteit

Biobeschikbaarheid

Er zijn vele voedingssupplementen met dit soort fenolische verbindingen en andere antioxidatieve componenten commercieel beschikbaar. Er is onvoldoende sluitend wetenschappelijk bewijs voor de werking van deze componenten *in vivo* (d.w.z. in levende organismen). *In vitro* (d.w.z. in laboratoriumtesten) is er voldoende bewijs voor een antioxidatieve werking. De effectiviteit van antioxidatieve componenten, ook wel bioactieve ingrediënten, hangt af van (a) de concentratie, (b) de mate waarin het door het menselijke lichaam opgenomen kan worden en (c) de plaats in het lichaam waar het effect heeft (Hollman and Arts, 2000). Zo is de mate waarin quercitine opgenomen kan worden, de zogeheten biobeschikbaarheid, afhankelijk van de suikergroepen die aan het molecuul vastzitten en waarschijnlijk van de samenstelling van de darmflora. Inname van quercitine zonder suikergroep geeft een lagere quercitine opname in vergelijking tot quercitine waaraan de suikergroepen nog vastzitten. Het is bekend dat de aanwezigheid van andere componenten, zogeheten matrix componenten, de werking van een bioactieve component kunnen versterken of verzwakken.



Figuur 4. Structuurformule van het basismolecuul flavon waaruit diverse flavonolen zoals quercitine (rechter molecuul) opgebouwd zijn.

Quercitine

Quercitine is een flavonol dat met verschillende suikergroepen (geglycolyseerde vormen) voorkomt in uien. In zuivere vorm heeft het een gele kleur. In niet-geglycolyseerde vorm is het nauwelijks wateroplosbaar in tegenstelling tot de geglycolyseerde vormen. Het komt in relatief hoge concentraties voor in ui, appel, rode wijn en thee. Bilyk et al. (1984) hebben de concentratie van on-

Quercitine concentratie in buitenste rokken

der ander quercitine in uienpellen, de binnenste rokken en buitenste rokken van 8 uirassen bepaald (Bilyk, Cooper et al. 1984). Het gehalte quercitine is het hoogste in de droge pellen: 5 tot 35 g per kg pellen. Indien wordt aangenomen dat het droge stof gehalte in deze droge pellen 60 % is, dan bevindt 91 tot 100 % van het totaal in een ui aanwezige quercitine zich in de droge pellen met een concentratie tussen de 10 en 55 g per kg droge stof. Quercitine (aglycon en geglycolyseerde vormen) kan met behulp van alcohol gewonnen worden uit uienpellen (Tram Ngoc, Hazama et al. 2005). In het extract zijn quercitine, quercitine glucoside en oxidatie producten hiervan gemeten met een totale concentratie van 32 g per kg droge pellen. Omdat de data in rode wijn en thee in mg per liter weergegeven worden (zonder droge stof gehalte) is het niet mogelijk die quercitine gehalten met die in uien te vergelijken. Voor appels worden waarden tussen de 20 en 36 mg per kg vers gewicht gegeven, voor uien 340 tot 347 mg per kg vers gewicht (Hollman and Arts 2000). Hierbij dient opgemerkt te worden dat het om het eetbare deel van de appel c.q. ui gaat en dus niet om de droge pellen. Op basis van de hiervoor genoemde getallen en alle variaties kan toch de voorzichtige conclusie getrokken worden dat de droge pellen van ui waarschijnlijk relatief veel quercitine bevatten t.o.v. appel, rode wijn en thee.

Protocatechuizuur

Fenolische zuren komen voor in celwanden en zijn dan chemisch gebonden aan koolhydraten (veresterd). Het meest voorkomende fenolische zuur in pellen is protocatechuic acid: 71 mg per kg pellen wat overeenkomt met 118 mg per kg pellen op droge stof basis (aangenomen dat de pellen een droge stof gehalte van 60% hebben).

Antimicrobiële werking

Er zijn duidelijke aanwijzingen dat een alcoholisch of mogelijk waterig extract van uienpellen geschikte ingrediënten kunnen zijn om oxidatie van levensmiddelen of microbiële groei te verminderen. Dit komt waarschijnlijk door de aanwezigheid van quercitine, glucosiden hiervan en fenolische zuren.

Afhankelijk van de beoogde toepassing is verdere opwerking van een uienpellen extract nodig om aan bepaalde zuiverheideisen te voldoen.

Zware metalen

Uienpellen bevatten zware metalen. Door enkele uienbewerkingsbedrijven zijn in het verleden een monster gepelleteerde uienpellen en 8 monsters gecomposteerde uienpellen geanalyseerd op zware metalen (zie tabel 4). Beide typen monsters zijn afkomstig van een andere bron. De gehalten zware metalen in de gepelleteerde en gecomposteerde uienpellen zijn vergelijkbaar en zullen afhankelijk zijn van de gehalten zware metalen in de bodem waarin de uien geteeld zijn.

Tabel 4. Gehalte zware metalen in gepelleteerde en gecomposteerde uienpellen [mg/kg d.s.]

Metaal	Gepelleteerde uienpellen ^a	Gecomposteerde uienpellen ^b
Cadmium	< 0,40	0,29
Chroom	25	22,0
Koper	11	8,7
Kwik	< 0,10	0,04
Nikkel	16	9,3
Lood	< 13	15,0
Zink	61	33,0
Arseen	11	8,3

^{a)} Analyse van 1 monster door SGS d.d. 26-04-2002 met laboratorium rapport nummer 2002/04-085

^{b)} Analyse door BLGG in 2005 van 8 monsters gecomposteerde uienpellen.

Mineralen

In de literatuur zijn geen data te vinden over de mineralensamenstelling in droge pellen, buitenste vlezige rokken, staarten en wortels inclusief bolstoel. Om toch een voorzichtige indicatie te geven, wordt aangenomen dat de concentratie op droge stofbasis in de pellen en de fractie 'wortels inclusief bolstoel' gelijk is aan die in het eetbare deel van de ui. Deze aanname is overigens onzeker omdat deze bijvoorbeeld niet geldig is voor zwavel. De wortels bevatten namelijk meer zwavelhoudende verbindingen (geur- en smaakstoffen) ten opzichte van het eetbare deel van de ui. Voor koper lijkt de aanname wel te kloppen (vergelijk waarden in tabel 4 en 5). Op dit moment ontbreken aanvullende gegevens over het mineralengehalte in droge pellen. Afhankelijk van de beoogde toepassing is deze informatie noodzakelijk, bijvoorbeeld als pellen als bemesting gebruikt zouden worden.

Tabel 5. Mineralensamenstelling van het eetbare deel van de ui in mg per kg

	Na	K	P	Ca	Fe	Cu	Zn
Gehalte	90	1750	420	300	5	0,8	10

Bron: (www.voedingswaardetabel.nl)

2.5.4 Energetische waarde

Door Gunaseelan is van een reeks groentereststromen, waaronder de buitenste rokken het biochemisch methaan potentieel bepaald (Gunaseelan 2004). De auteur heeft niet beschreven of dit de droge of vlezige rokken zijn. 88,2 % m/m% van de totale vaste stof kan bij 35 °C in een continu geroerde reactor vervluchtigd worden. De maximale methaan opbrengst is 0,4 liter per

Methaanpotentieel

Methaanopbrengst en snelheidsconstante

gram vluchtige stof waarbij een snelheidsconstante van de methaan productie van 0.09 d^{-1} werd gemeten. De maximale opbrengst was iets hoger dan de 0.2 tot 0.35 liter per gram van hele tomaten, aardappelschillen, koolblad, bloemkoolblad en wortelblad. De snelheidsconstante is vergelijkbaar. (Vergelijking hier met andere producten is goed!) Ongeveer 12 % (m/m) van de vaste stof kan niet omgezet worden in vluchtige verbindingen en blijft dan als rest achter. Dat is veel ten opzichte van de andere geteste reststromen waarbij tussen de 2 en 10% rest overbleef. Alleen indien blad van groenten vergist werd, was het restpercentage hoger. Dit duidt erop dat de buitenste vlezige rokken gebruikt zijn in de Gunaseelan studie en niet de droge pellen. Samenvattend kan gesteld worden dat er onvoldoende betrouwbare gegevens beschikbaar zijn over de vergistbaarheid van droge uienpellen en over de samenstelling van het restmateriaal.

De organische reststroom die in dit project wordt beschreven, is mogelijk ook een interessante biobrandstof. Op dit moment zijn er echter onvoldoende representatieve analysedata beschikbaar over de verbrandingswaarde (nodig voor verbranding) van droge of gecomposteerde uienpellen aanwezig.

2.6 Conclusies

Tijdens het uienbewerkingsproces komt een continue reststroom vrij. Deze reststroom bedraagt voor alle uienbewerkingsbedrijven tezamen jaarlijks 16.800 tot 18.900 ton. De reststroom komt vrij tijdens drie verschillende deelprocessen: lossen, afstaarten en sorteren/verpakken. De samenstelling van de reststroom is bij ieder proces anders. De tarra uien, dat wil zeggen beschadigde, rotte en aangetaste uien, worden in dit project niet meegenomen. De drie deelprocessen geven qua omvang de volgende reststromen:

- Lossen: 4.800 ton tot 5.400 ton
- Afstaarten: 9.600 ton tot 10.800 ton
- Sorteren: 2.400 ton tot 2.700 ton

Op dit moment wordt de reststroom gecomposteerd en over het land uitgereden. Tegelijkertijd willen de uienbewerkingsbedrijven ook kijken naar afzetmogelijkheden met meer toegevoegde waarde. De reststroom bevat componenten die mogelijk interessant zijn voor hoogwaardiger toepassingen. De droge bruine pellen zijn rijk aan onoplosbare vezels en ze bevatten relatief veel quercitine. De wortels en bolstoel bevatten relatief veel zwavelcomponenten die als geur- of smaakstof herkenbaar zijn. Mogelijk kan een mengsel van quercitine en de zwavelcomponenten toegepast worden als insecticide of herbicide. Dit zal afhangen van werkzaamheid, dosering en benodigde zuiverheid. Tot

slot ontbreken gegevens over de verbrandingswaarde van droge uienpellen zodat het perspectief voor het gebruik van uienpellen als biobrandstof (nog) niet duidelijk is.

3 Scheidings- en zuiveringstechnieken

3.1 Inleiding

In het voorgaande hoofdstuk werd duidelijk dat de drie reststromen van het uienbewerkingsproces een mengsel van grond en plantendelen zijn. Zowel bij composterings- als energietoepassingen is de aanwezigheid van grond ongewenst. De aanwezigheid van grond kan de omzetting bijvoorbeeld minder efficiënt laten verlopen, en/of er kan teveel variatie in productkwaliteit plaatsvinden. Bovendien kunnen er veel onverteerbare resten overblijven. Voor toepassingen in de levensmiddelen, de cosmetische en de farmaceutische sector geldt eveneens dat de aanwezigheid van grond vanuit kwaliteitsaspecten ongewenst is. Voor het zoeken naar mogelijke toepassingen van de reststroom kan het derhalve noodzakelijk zijn om de grond en niet-grond fractie te scheiden. In dit hoofdstuk worden de mogelijkheden voor scheiding op een rij gezet.

Isoleren van componenten

In hoofdstuk 2 is aangetoond dat er diverse (hoogwaardige) inhoudsstoffen in de reststroom zitten. Deze kunnen via scheidingstechnieken worden geïsoleerd. Ook deze scheidingstechnieken worden kort beschreven. Vervolgens wordt de vraag gesteld of het voor de ZUVER-leden aantrekkelijk is de beschikbare technieken om grond te verwijderen en/of om inhoudsstoffen te isoleren te installeren op het (de) eigen bedrijf(ven). Dit hangt af van de toegevoegde waarde van het product na scheiding van de verschillende fracties en de kansen die de inhoudsstoffen bieden in relatie tot de investering die daarvoor moet worden gedaan. Tevens kan overwogen worden om de scheiding van grond en uien (direct geoogst of na opslag) bij een toeleverancier te laten plaatsvinden zodat de grond niet op het terrein van de uienbewerker komt. Bij verschillende sorteerbeidrijven komen bepaalde fracties uit de reststroom al afzonderlijk vrij. Denk daarbij aan de staarten bij het afstaartproces, of de pellenfractie die vrijkomt bij het verpakkingsproces. In sommige gevallen kan het zo zijn dat die reststroom kwalitatief aan de eisen voldoet voor een bepaalde afzetmarkt.

Hiermee wordt in dit hoofdstuk één van de belangrijkste aandachtspunten voor de ZUVER-leden uitgewerkt. In de keuze om te komen tot nieuwe toepassingen voor de reststroom zijn de volgende criteria van belang:

- Benodigde investeringen van de ZUVER-leden: Wellicht zijn er (voor)bewerkingen nodig, waar de ZUVER-leden in moeten investeren.
- Benodigde aanpassingen in het bedrijf: Waarbij het gaat om mogelijk een andere organisatie binnen het productieproces.

Deze beide criteria worden in dit hoofdstuk uitgewerkt. Immers alleen die technieken die goed passen binnen de bestaande bedrijfsvoering zijn interessant voor de ZUVER-leden. De ZUVER-leden willen geen technieken implementeren die ver weg staan van de bedrijfsvoering die ze kennen of grote gevolgen hebben binnen het productieproces.

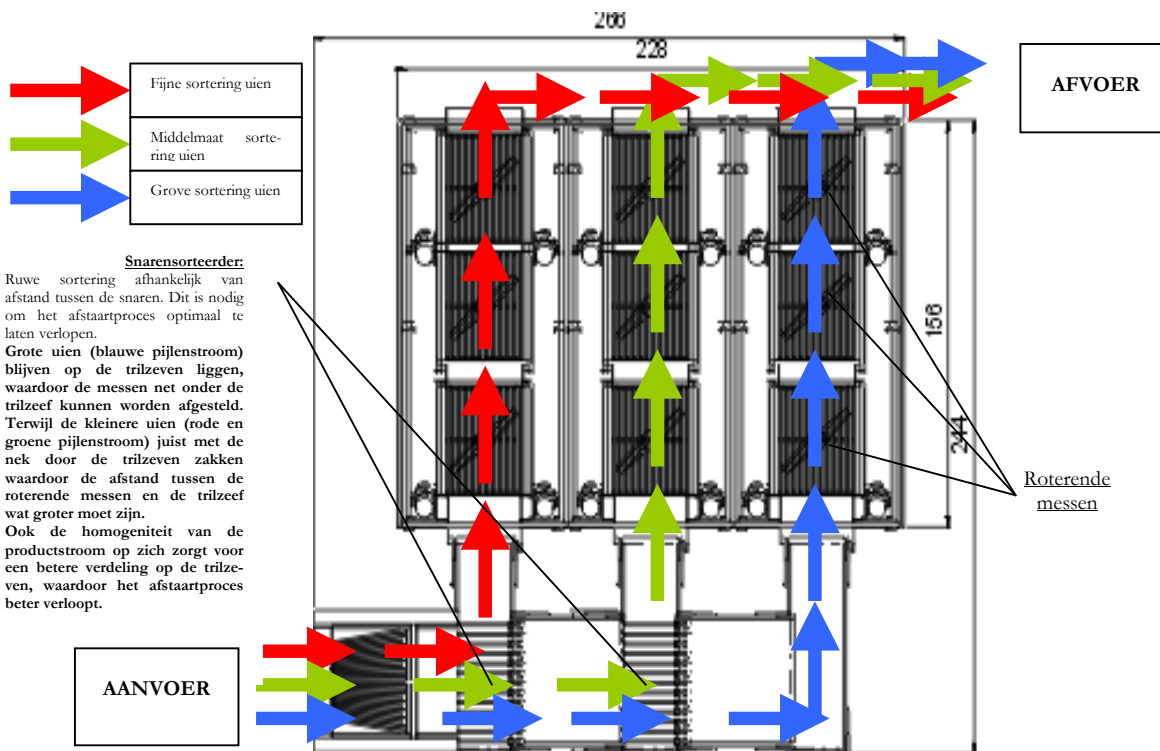
Eerst wordt een overzicht van de mogelijke opties gegeven, die vervolgens een voor een worden uitgewerkt. Deze uitwerking is onderwerp van paragraaf 3.2 en 3.3. Het hoofdstuk eindigt – in paragraaf 3.4. – met een keuze van de Commissie welke technieken wel en welke niet aantrekkelijk zijn voor de uienbewerkende sector en de gevolgen daarvan voor de te selecteren toepassingen voor de reststroom.

3.2 Technieken voor scheiding van grond en uien of uidelen

Drie reststromen

Afstaartproces

De drie reststromen die tijdens bewerking vrijkomen (lossen, afstaarten en sorteren) verschillen duidelijk in samenstelling. Het is relatief eenvoudig om de sorteerstroom met pellen apart te houden van de andere twee meer grond bevattende stromen. Het volume van deze sorteer- en verpakkingsstroom is met ca. 2.500 ton per jaar echter relatief klein.



Figuur 5. Principe van de afstaart installatie bron: ERC Machinery

Ontdoen van grond

Voor de twee andere reststromen die qua gewicht veel groter zijn kunnen twee strategieën gevolgd worden om deze te ontdoen van grond.

De eerste strategie is gericht op het voorkomen dat grond het productieproces inkomt. Wellicht is het mogelijk om de uien schoner binnen het bedrijf te laten komen, door zo veel mogelijk grond bij de teler achter te laten. Als de grond op het land kan achterblijven, of net voor transport naar de uienbewerker na bewaring niet wordt meegenomen, verkleint dit direct het restprobleem verderop in de keten. Tijdens bewaring werkt de grond als buffer zodat bij temperatuursverschillen de uien niet direct nat uitslaan. Een vergelijkbare systematiek wordt bijvoorbeeld gebruikt door groente- en fruit snijderijen en in de bloembollenteelt. Het niet-buikbare deel van het gewas en de aanhangende grond blijven op het land achter. Wellicht dat hier aanknopingspunten liggen voor het uienbewerkingsproces. Nieuwe oogsttechnieken kunnen hierbij behulpzaam zijn. Aandachtspunt is dat de kwaliteit van de uien niet negatief beïnvloed mag worden.

De tweede strategie vindt plaats binnen het uienbewerkingsbedrijf. Deze is gericht op het scheiden van de grond en de uideelen in het proces zelf. Binnen deze strategie doen zich twee technische opties voor die nader kunnen worden bekeken:

1. Bewerking van de uien zodat de grond losser aan de uien en uistaarten komt te zitten.
2. Verwerking van de afstaart reststroom met daarin grond, losse pellen en staarten met behulp van zeven of windziften.

Deze twee opties worden achtereenvolgens beschreven in 3.2.1 en 3.2.2. Er is voor zover bekend, geen scheidingsmethode of -machine in gebruik bij een van de uienbewerkingsbedrijven. Als laatste wordt een optie beschreven waarvoor reeds een machine is ontwikkeld die binnen het uienbewerkingsproces kan worden ingezet voor scheiding van de gronddelen.

3.2.1 Optie 1: Scheiding grond en uiresten bij lossen en schonen

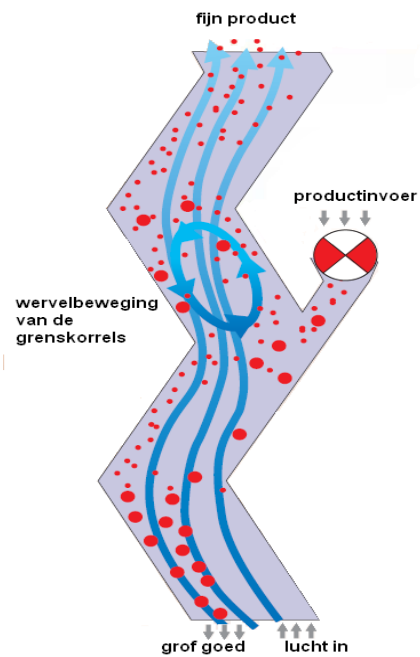
Rollensets worden gebruikt om grond, losse pellen, onkruid en ondermaatse uien te scheiden van de rest van de uien. Deze gereinigde stroom die via het afstaartproces naar het sorteerproces gaat, bevat toch nog 30% grond die aan en tussen de pellen en staarten zit (zie bijlage 1).



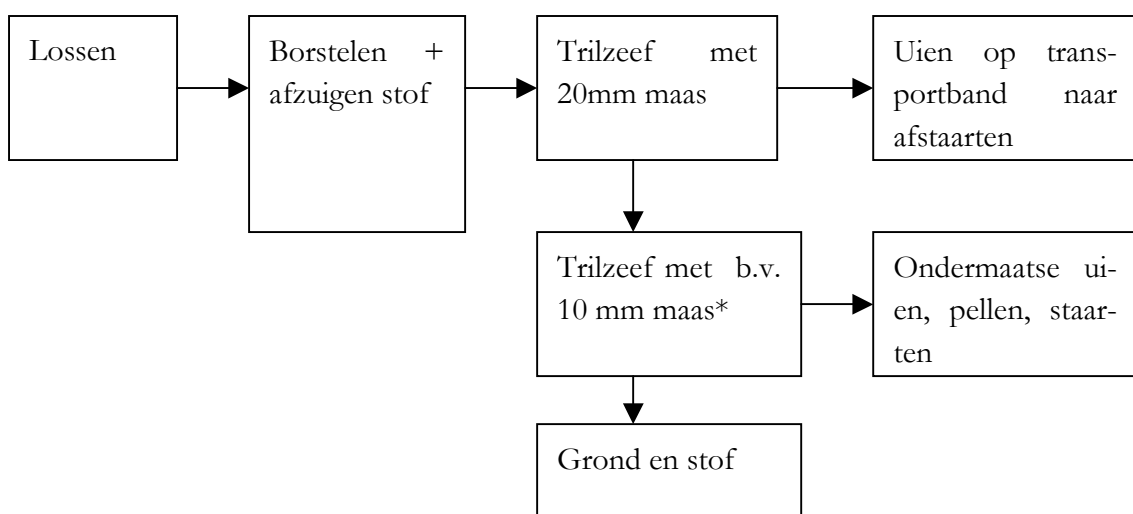
Figuur 6. Twee compartimenten van een afstaart installatie Bron: ERC-machinery

Roterende borstels

Het gebruik van roterende borstels om zo meer grond en pellen los te krijgen van de uien en uistaarten vermindert mogelijk het percentage grond dat in de tweede reststroom (afstaarten) terecht komt. Het is te verwachten dat de gronddeeltjes door dit borstelen kleiner worden en hierdoor later makkelijker te scheiden zijn van de staarten, pellen en ondermaatse uien. De effectiviteit kan variëren met het vochtgehalte van de grond en kan beïnvloed worden door de opslagcondities. Dergelijke installaties met roterende borstels worden ook gebruikt bij de verwerking van andere rooibare groenten zoals wortels die niet nat verwerkt worden (dus geen conserven, gesneden groente of diepvries). Indien te veel uien kaal vallen als gevolg van de roterende borstels dan verliezen de uien te veel aan kwaliteit. De reststroom van het lossen bevat bij gebruik van roterende borstels mogelijk nog meer dan de huidige 88 % grond en stof zodat er in de reststroom afstaarten minder grond komt. Een proef met flexibele zachte borstels kan zinvol zijn. Een aandachtspunt hierbij is ook dat de borstels goed reinigbaar moeten zijn.



Figuur 7. Principe van een windzifter



Figuur 8. Schematische weergave scheiding grond en uiresten bij lossen en schonen (afmeting benodigde trilzeef hangt af van wat benodigde scheidingsefficiëntie is. Is op dit moment niet bekend)

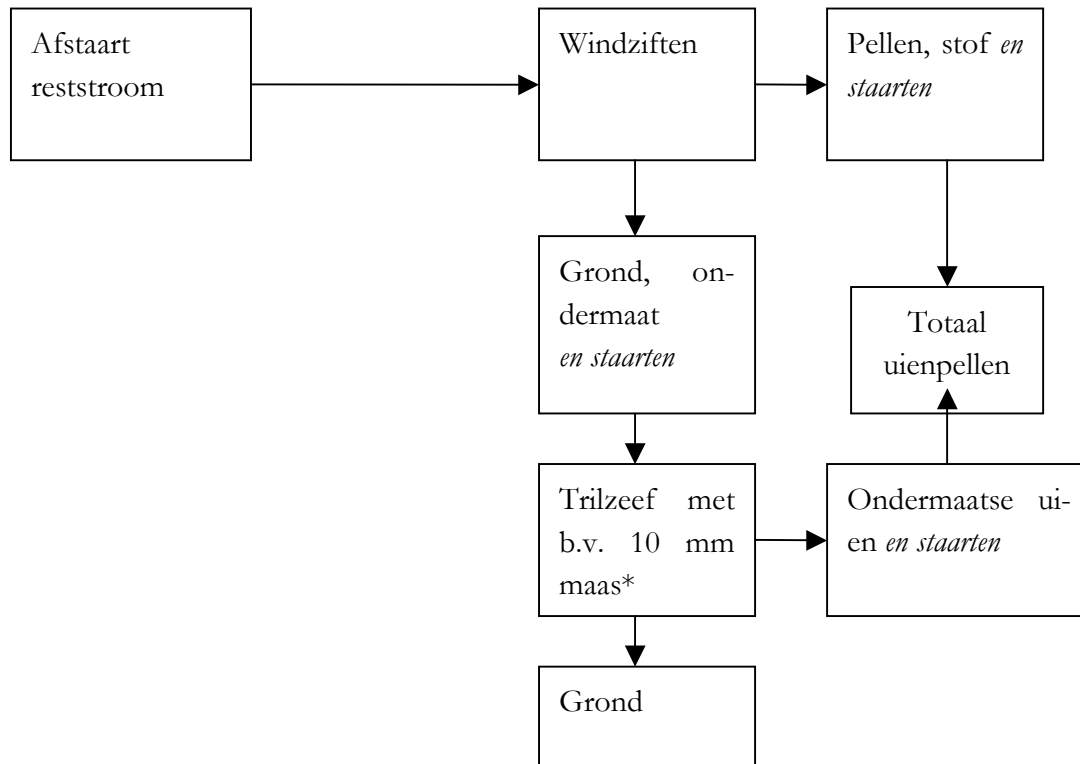
Product wassen In een natte sectie zoals gebruikelijk bij de verwerking van groenten en aardappelen tot conserven of gesneden producten is het mogelijk om het product te wassen en zo grond te verwijderen. Het toevoegen van een dergelijke natte sectie in een uienbewerkingsbedrijf is niet aan te bevelen. Kwaliteitsverlies zoals rot door schimmelaantasting en de kosten om het product te drogen zijn hierbij de overwegingen.

Kluitenscheider Een kluitenscheider na de rollensets is een mogelijkheid die nog niet nader is bezien. In andere ketens (denk aan aardappelen en conserven) worden deze machines wel gebruikt. Echter, de machines lijken in hun huidige vorm minder passend voor de uiensector, omdat het verschil tussen de grote kluiten en de grote uien niet goed gemaakt wordt. Hier is nog een technische stap te zetten.

3.2.2 *Optie 2: Scheiding grond en plantendelen in de afstaartstroom*

Windziften en zeven De afstaartstroom is het meest complex qua samenstelling. Windziften is een bestaande technologie die getest zou kunnen worden om grond en uidelen te scheiden. Bovendien zou windziften gecombineerd kunnen worden met zeven. Windzifters of aspiratoren worden bij de verwerking van tarwe, gerst, rogge en dergelijke gebruikt om de bliezen te verwijderen. Bij windziften wordt het product waarvan scheiding gewenst is aan de bovenzijde ingevoerd in een koker (met schotten) terwijl een grote hoeveelheid lucht van beneden naar boven geblazen wordt. De lichtere delen zoals droge pellen en stof gaan met de lucht mee naar boven, terwijl de zwaardere delen zoals grond naar beneden vallen. Grond en pellen verschillen voldoende van dichtheid en vorm om ze met windziften te kunnen scheiden. Of dit ook voor de droge staarten geldt is op dit moment niet bekend. In het verleden zijn er door AFSG experimenten uitgevoerd waarbij de pellen en de vlezige delen voor 90 tot 95 % van elkaar gescheiden werden door middel van hakselen (in reepjes snijden) van het mengsel droge pellen en de vlezige uirokken (met 80 tot 90 % vocht) gevolgd door windziften. Hierbij waren er overigens geen staarten of wortels aanwezig in het te scheiden mengsel. Het is niet bekend of hakselen van de afstaartstroom voor windziften nodig is. Het heeft in eerste instantie niet de voorkeur. Als de staarten een ander vochtgehalte hebben dan 17 tot 40 % vocht en als ze een andere vorm hebben, dan kunnen ze mogelijk van grond gescheiden worden bij gebruik van de juiste vorm windzifter. Zie ook figuur 9 voor een schematische weergave van deze optie 2.

Hakselen



Figuur 9. Schematische weergave scheiding grond en verzamelde uienpellen, staarten en ondermaat van afstaartstroom. De staarten zijn schuingedrukt weergegeven omdat op dit moment niet duidelijk is op deze bij windziften in de lichte pellen fractie komen of in de zwaardere grondfractie.

3.2.3 Overige technieken

Actitec vof heeft een scheidingstechniek ontwikkeld die de afvalstroom in drie deelstromen scheidt:

1. pellen/staarten/worteldeeltjes
2. kluiten/stenen en
3. ondermaatse uien

Mechanische scheiding

De scheidingsmethode werkt geheel mechanisch. Het idee is voldoende uitgewerkt om een prototype te bouwen. Echter, deze stap is risicovol en additionele financiering is gewenst. Indien een van de uienbewerkingsbedrijven interesse heeft zou realisatie van een prototype mogelijk zijn.

De kleine uien (< 50 mm) worden al afgezet onder andere als picklers (28-40 mm) en drielingen (35-50 mm). Een fractie (< 28 mm) is klein waardoor afzet waarschijnlijk alleen mogelijk is in bepaalde nichemarkten. Bovendien is de kans aanwezig dat deze fractie ondermaat zoveel tarra-uien bevat dat sorteer en leeskosten extreem hoog worden.

De deelreststroom van het sorteer- en verpakkingsproces is relatief schoon en biedt dus kansen. Hierbij kan de relatief kleine omvang voor bepaalde toepassingen beperkend zijn.

3.3 Extractie

Onoplosbare
koolhydraten

Alcohol extractie

Een groot deel van de droge pellen en staarten bestaat uit onoplosbare koolhydraten (zie tabel 3). Hiertoe behoren koolhydraten zoals hemicellulose en cellulose. Wanneer gemalen droge pellen en staarten die uit de verschillende fracties worden verkregen verder bewerkt worden door middel van extractie met alcohol, ontstaan een productstroom met een onoplosbaar deel (vezels) en een oplosbaar deel (sap met quercitine en geur- en smaakstoffen).

Tussen 1996 en 1999 is door AFSG voor zo'n proces waarbij de buitenste twee vlezige rokken geëxtraheerd zijn een kostprijs inschatting gemaakt op basis van een schaalgrootte van 300 kg. De conclusie was dat er een lokale concentratie van uienresten nodig is om het proces rendabel te maken. De kostprijs werd ingeschat op € 3.70 per kg waarbij de volgende aannames gemaakt zijn:

- verwerkingscapaciteit van 5.000 ton uiresten
- productie van 122 ton uivezels
- uiensap zonder restwaarde als bijproduct
- 25 % Return-On-Investment
- afschrijftermijn van 10 jaar
- volcontinu bedrijf in 5 ploegen
- 5% onderhoudskosten en
- recycling van extractiemiddel.

Kostprijs

alcohol extractie

Door de schaalgrootte te verhogen van 5.000 ton naar 25.000 ton daalt de geschatte kostprijs naar € 1.70 per kg. Toch is er altijd een kleine reststroom doordat extractiemiddel ververst moet worden. Ook is er destijds geen economische waarde aan het uiensap (met quercitine en geur- en smaakstoffen) gegeven. De kostprijs geeft de productiekosten aan zonder dat er voor de grondstof (uienpellen), behalve voor de transportkosten, betaald is.

Het is niet bekend of de twee producten die ontstaan na extractie met water van uienpellen en staarten in plaats van alcohol dezelfde eigenschappen hebben. De oplosbaarheid van de fenolische verbindingen en geur- en smaakstoffen is in alcohol mogelijk beter dan in water. Het onoplosbare vezelproduct na extractie met water kan mogelijk te veel fenolische verbindingen bevatten. Door met alcohol te extraheren kan de reststroom gescheiden worden in twee producten die elk meer waarde hebben dan de gecombineerde reststroom. Indien quercitine of quercitine glycosiden een gewenst product is dan kunnen

Zuiveringstechnieken

deze technisch gezien verder gezuiverd worden. Technieken die hierbij gebruikt kunnen worden zijn extractie met een organisch oplosmiddel of chromatografische scheidingen (selectief maar duur) waarbij vooral gelet moet worden op temperatuur, pH en enzymactiviteit. Quercitine en quercitine glycosiden zijn gevoelig voor afbraak indien de verblijftijd langer dan 20 minuten bij 90 °C in water is. Enzymen die de suikergroepen van quercitine glycosiden af kunnen knippen, beïnvloeden de oplosbaarheid van quercitine. Kortom indien een zuiveringsproces gewenst is, dan moet een onderzoek & ontwikkelingstraject opgestart worden.

3.4 Conclusies

De voorliggende opties zijn met ZUVER doorgesproken. ZUVER heeft de volgende beslissingen genomen:

- ZUVER ziet de voordelen van scheiding van de grond- en niet-grondfractie. “Het zou interessant zijn wanneer een aantal ZUVER-leden deze stap zou kunnen zetten” Met natuurlijk een doelstelling die gekoppeld is aan een goede afzetmarkt voor het aldus geschoonde product. Ze wil dus ook scheidingstechnieken in overweging nemen. Het scheiden net na het lossen gebeurt al op dit moment: dat is de lostroom.
- Voor een aanvullende scheidingsstap benadrukt ZUVER dat ze vooral gebruik wil maken van droge scheidingstechnologie zoals windziften. Immers op elk bedrijf staan al afzuiginstallatie. ZUVER wil via mechanische stappen de scheiding verder optimaliseren.
- Om deze scheidingstechnieken te implementeren is nog wel een kort onderzoekstraject noodzakelijk waarin de technische en economische haalbaarheid van een scheiding van grond en uienpellen (inclusief staarten) uitgezocht wordt. Aan het eind van een dergelijke haalbaarheidsstudie is het duidelijker of een ontwikkeltraject wenselijk is. Het resultaat van een ontwikkeltraject kan een prototype scheidingssysteem zijn dat in een uienbewerkingsbedrijf draait.
- ZUVER is voorzichtig met de inzet van borstels, omdat daarmee het risico op kwaliteitsvermindering van de uien groter wordt. Ook natte processen zijn niet passend in de bedrijfsvoering van ZUVER-leden. Immers alles is gericht op een *droog* (uien)product.
- Scheiding zou op het bedrijf zelf moeten plaatsvinden. ZUVER ziet minder mogelijkheden voor centrale scheiding. De individuele insteek sluit beter aan bij de ZUVER-leden. Bovendien liggen de bedrijven

dicht bij elkaar en kan een eventuele afnemer het product makkelijk verkrijgen. De voordelen van een centrale plaats zijn uit dat oogpunt vrij beperkt.

- ZUVER ziet wel mogelijkheden in technische vernieuwing en innovatie in het scheidings- en verwerkingstraject: zowel bij de uienteler (oogstfase) als bij de uienbewerkingsbedrijven.
- Aanvullende (natte) extractiestappen passen niet bij de ZUVER-leden. De extractiebedrijven hebben veel meer kennis en expertise op dit terrein en ZUVER wil graag bij haar core-business blijven. Ook speelt hier weer de overweging dat ZUVER-leden alle activiteiten richten op een *droog* product, waarin natte processen minder goed passen.

Deze besluiten betekenen dat voor elke reststroom een toepassing geformuleerd dient te worden. Het hoofdstuk leert dat er – afhankelijk van de gekozen scheidingstechniek of combinatie van scheidingstechnieken – een aantal deel-reststromen te onderscheiden zijn. In dit rapport hebben is voor ieder afzonderlijke reststroom een afkorting gekozen. Het gaat om de volgende reststroom of fracties:

Optie 1: Geen scheiding van reststroom

- (UPG) de gehele huidige reststroom van ca 18.000 ton per jaar met ca 40 % grond

Optie 2: Gescheiden opvang van de losstroom en de gecombineerde afstaart- en sorteerstroom

- Grond met pellen (GPE): de losstroom van 5.100 ton per jaar met 88% grond en stof en 12 % pellen
- Geschoonde pellen (GSP): de gecombineerde afstaart- en sorteerstroom van 12.600 ton per jaar met 82 % staarten, pellen en ondermaat en 18 % grond en stof

Optie 3: Droge scheiding door een combinatie van windziften en trilzeven

- Ondermaatse uien na droge scheiding (OND) van ongeveer 300 ton per jaar; hoeveelheid grond onbekend
- Pellen en staarten na droge scheiding (P&S) van ongeveer 9.000 ton per jaar; hoeveelheid grond onbekend

Optie 4: Droge scheiding door een combinatie van windziften en trilzeven én extractie van pellen, staarten en eventueel ondermaat

- Ondermaatse uien na droge scheiding (OND) van ongeveer 300 ton per jaar; hoeveelheid grond onbekend

- Uivezels (UVE): onoplosbare deel na extractie van pellen, staarten en eventueel ondermaat
- Uienextract (USA): opgeloste deel na extractie van pellen, staarten en eventueel ondermaat

Voor deze verschillende producten worden in hoofdstuk 4 mogelijke toepassingen bedacht.

4 Potentiële toepassingen

4.1 Inleiding

Mogelijke toepassingen Dit hoofdstuk wil komen tot een lijst van toepassingen die interessant kunnen zijn voor de uienbewerkingbedrijven. Het startpunt is een long list van mogelijke toepassingen. Welke mogelijke toepassingen zijn denkbaar voor de verschillende reststroom? Echter, niet alle toepassingen zijn ook haalbaar en aantrekkelijk voor de ZUVER-leden. In overleg met ZUVER is daarom een *eerste* selectie gemaakt op basis van een aantal opgestelde selectiecriteria, waarvan in dit hoofdstuk het criterium “toegevoegde waarde” wordt uitgewerkt. In hoofdstuk 3 is het tweetal criteria rondom benodigde investeringen en aanpassingen uitgewerkt, resulterend in het besluit dat ZUVER open staat voor scheidingstechnieken waarmee de verschillende deelproducten tot verwaarding kunnen worden gebracht. In dit hoofdstuk wordt met name het criterium “toegevoegde waarde” centraal gesteld. De overige selectiecriteria worden in hoofdstuk 5 getoetst.

Selectiecriteria

Het blijkt in de praktijk dat criteria zoals toegevoegde waarde, hoogte en termijn van investeringen onderling verband hebben. Immers een nieuw te ontwikkelen technologie voor een nieuw product dat in een nieuw te ontwikkelen keten geïmplementeerd moet worden, vraagt meer tijd dan een toepassing waarvoor betrekkelijk weinig aanpassing van de bedrijfsvoering nodig is. De diverse toepassingen zijn gescoord op diverse criteria. ZUVER heeft een aantal potentiële toepassingen voor de reststroom grofweg uitgewerkt of benoemd. Deze zijn in tabel 6 opgenomen. Daarnaast heeft een aantal onderzoekers met verschillende onderzoeksterreinen binnen Wageningen UR gezocht naar uitbreiding van potentiële toepassingen voor de verschillende reststromen. Daarbij is de (chemische) samenstelling als uitgangspunt gekozen. De chemische samenstelling is voorgelegd aan een multidisciplinaire groep experts binnen AFSG in een brainstormsessie. Er kwamen dus ook potentiële toepassingen naar voren die achteraf – zo blijkt uit de analyse in hoofdstuk 4 – weinig attractief zijn. De reden voor deze aanpak is dat daarmee “zover mogelijk terug naar de bron van het materiaal wordt gegaan”. Op deze manier worden de specifieke eigenschappen van de reststroom maximaal uitgebaat.

Longlist

In paragraaf 4.2 komt de long list aan toepassingen aan de orde waarbij de relatie met de toegevoegde waarde wordt gelegd. In paragraaf 4.3 wordt deze long list op een andere manier opgeschreven: voor de verschillende reststromen of fracties die vrijkomen bij de verschillende scheidingsopties, zoals beschreven in hoofdstuk 3.

4.2 Potentiële toepassingen en toegevoegde waarde

Toegevoegde waarde

In tabel 6 zijn de potentiële toepassingen voor de reststroom op een rij gezet. In deze tabel is gekozen voor een clustering naar type toepassing. Die verschillende type toepassingen verschillen met betrekking tot *de toegevoegde waarde*: de fuel- en fertilizer-opties zijn laagwaardiger dan de food en farma-opties. Deze laatste leveren een hogere geldelijke opbrengst maar stellen ook meer kwalitatieve eisen. De tabel geeft ook een beeld van de soorten reststroom of fracties binnen de reststroom die als bron voor deze toepassing getest zijn en welke (wellicht) geschikt zijn. Er kunnen meerdere verschillende reststromen voor een bepaalde toepassing in aanmerking komen.



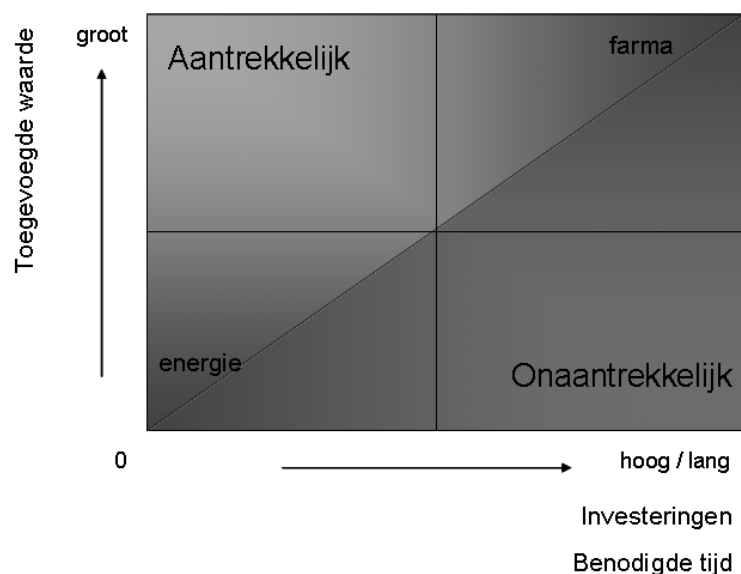
Figuur 10. Uienpellen afkomstig van de sorteerstroom

Laagwaardige opties

De tabel maakt duidelijk dat de laagwaardige opties in de sfeer van compost en bodemverbetering (de “fertilizer-opties”) en de energietoepassingen (de “fuel-opties”) minder kieskeurig zijn wat betreft grondstof. Er worden geen hoge eisen gesteld aan het materiaal. Wel is het van belang dat er zo weinig mogelijk grond meegaat. Dus de UPG is waarschijnlijk nergens een goede optie! Het gaat hierbij vooral om die opties die geen of weinig bewerking met relatief lage kosten van de huidige reststroom nodig hebben. Dat ligt anders voor de hoogwaardiger toepassingen uit de “food” en “farma”-opties. Deze toepassingen gelden alleen voor de meest verregaand verwerkte reststroom uit de uienbewerking: de uivezels en het uisap na extractie. Als de uienbewerkingsbedrijven als tussenschakel fungeren dan zouden uienpellen als grondstof voor sterker verwerkte producten kunnen dienen. Het is daarbij wel van groot belang dat uienpellen een technisch of economisch voordeel hebben ten opzichte van andere grondstoffen en dat een constante kwaliteit geleverd kan worden.

Hoogwaardige opties

In figuur 11 worden de verschillende toepassingen op clusterniveau ingedeeld naar de dimensies “toegevoegde waarde” en investering (geld en tijd). Meest aantrekkelijk zijn die toepassingen die veel waarde toevoegen zonder dat ze gepaard gaan met hoge investeringen. Toepassingen die laagwaardig zijn en veel investeringen (en risico’s) kennen zijn niet aantrekkelijk.



Figuur 11. Schematische weergave van spanningsveld tussen toepassing, toegevoegde waarde en investering. Alleen energie en farma zijn weergegeven omdat deze zich in de uiterste punten bevinden. De toepassingen fertilizer, fibre, feed en food bevinden zich tussen energie en farma in, waarschijnlijk meer richting energie dan farma.

Tabel 6. Long list aan potentiële toepassingen voortkomend uit de brainstorm sessie.

Nr	Toepassing	Soort(en) reststroom die kan dienen als grondstof voor toepassing						
		UPG	GPE	GSP	OND	P&S	UVE	USA
	Fertilizer (compost, bodemverbeteraar)							
1	Individuele compostering en deze aanwenden op eigen perceel	*		*	*	*		
2	Individuele compostering en (centraal) vermarkten	*		*	*	*		
3	Gecentraliseerde compostering en vermarkten	*		*	*	*		
4	Strooisellaag bij bloemen/bloembollen, bomen voor vorstbescherming en bestrijding van onkruid	*		*	*	*		
5	Grondverbeteraar met schimmelwerende eigenschappen	*	*			*		
6	Grondstof voor meststof of substraat, (champignon-substraat)	*		*	(*)	*		
7	Grond		*	*				
	Fuel (energie)							
8	Grondstof voor verbranding			*		*		
9	Grondstof voor covergisting of biogas-productie			*	*	*		
10	Grondstof voor bio-ethanol			*	*	*		
11	Olie: te winnen via pyrolyse			*	*	*		
12	Grondstof voor biodiesel			*	*	*		

Verwaarding reststroom uienbewerking

	Fibre (vezel)							
13	Composietversterker		*					
14	Grondstof voor papier			*	*	*		
15	Ingrediënt kattenbakkorrels					*	*	
16	Zware metaal binder			*	*	*		
17	Vochtabsorberende vezels						*	
18	Ingrediënt waterafstotende coating						*	
	Feed (veevoer)							
19	Diervoeding				*			
20	Petfood			*		*		
	Food (humane voeding)							
21	Grondstof ui olie				*			
22	Kleurstof			*	*	*		*
23	Antibacterieel middel			*	*	*		*
24	Vochtabsorberende vezels						(*)	
25	Anti oxidant voor levensmiddelen			(*)	(*)			*
26	Geur- en smaakstof voor levensmiddelen				*			*
	Farma							
27	Antibacterieel middel			*	*	*		*
28	Ingrediënt tabletten met anti-oxidant (quercitine)			*	*	*		*
29	Ingrediënt huidcrèmes				*	*		*
30	Middel om astma te verlichten bij varkens							*
	Other (overige toepassingen)							
31	Insecticide			*	*	*		*
32	Antischimmel middel			*	*	*		*
33	UV blokker				*	*		*
34	Kleurstof			*	*			*

Legenda:

UPG = uienpellen als geheel: de huidige reststroom van 18.000 ton per jaar met 38 % grond

GPE = grond met pellen: de losstroom van 5.100 ton per jaar met 88% grond en stof en 12 % pellen

GSP = geschoonde pellen: de gecombineerde afstaart- en sorteerstroom van 12.600 ton per jaar met 82 % staarten, pellen en ondermaat en 18 % grond en stof

OND = ondermaatse uien na droge scheiding van ongeveer 300 ton per jaar; hoeveelheid grond onbekend

P&S = pellen en staarten na droge scheiding van ongeveer 9.000 ton per jaar; hoeveelheid grond onbekend

UVE = uivezels na extractie van pellen, staarten en eventueel ondermaat

USA = ui extract van pellen, staarten en eventueel ondermaat

In hoofdstuk 3 is reeds beschreven dat verschillende reststromen verkregen worden met behulp van eenvoudige droge scheidingstechnieken waarbij grond, ondermaat en pellen van elkaar gescheiden worden. De mate van aan-

Productiekosten extractie

trekkelijkheid is afhankelijk van de opbrengst van de toepassing. De proceskosten om deze deel-reststromen te maken nemen toe gaande van “uienpellen als geheel (UPG) naar (1) uivezels na extractie van pellen, staarten en eventueel ondermaat (UVE) en (2) ui-extract na extractie van pellen, staarten en eventueel ondermaat (USA). Het hangt af van de hoogte van de proceskosten, rendement en de beschikbaarheid en prijs van alternatieve bronnen of het economisch interessant is de reststroom uienpellen te verwerken tot de hierboven genoemde producten. Kortom: hoe groter de toegevoegde waarde van de toepassing des te hoger de productiekosten. Op het moment dat een ketenpartner gevonden kan worden die technisch en/of economisch voordeel heeft bij het gebruik van de reststroom uienpellen of deel-reststromen hiervan, dan komen hoogwaardigere toepassingen in beeld.

Voor de meeste toepassingen geldt dat de aanwezigheid van grond (=anorganisch materiaal) de kwaliteit van het eindproduct negatief beïnvloedt. Compostering van organisch materiaal verloopt ook beter c.q. meer gecontroleerd bij afwezigheid van grond. De compost wordt dan kwalitatief constanter van samenstelling. Als er geen of minder grond aanwezig is dan is de omvang van de reststroom na energiewinning kleiner en/of de energie kan beter of gemakkelijker gewonnen worden. Ook kunnen er vanuit hygiëne oogpunt maximale normen gesteld zijn aan het gehalte grond in een product c.q. toepassing.

De verschillende toepassingsmogelijkheden gerelateerd aan de scheidingsopties zijn gepresenteerd in tabel 6. In deze tabel worden de toepassingen uitgeschreven voor de verschillende reststroom die vrijkomen bij de vier verschillende scheidingsopties die we in hoofdstuk 3 hebben onderscheiden.

Scheidingsoptie 1: Geen scheiding van reststroom: uienpellen als geheel (UPG)

Scheidingsoptie 2: Gescheiden opvang van de losstroom en de gecombineerde afstaart- en sorteerstroom resulterend in: (1) grond met pellen (GPE) en (2) geschoonde pellen (GSP)

Scheidingsoptie 3: Droge scheiding door een combinatie van windziften en trilzeven, resulterend in: (1)ondermaatse uien (OND) en (2) pellen en staarten (P&S)

Scheidingsoptie 4: Droge scheiding door een combinatie van windziften en trilzeven én extractie van pellen, staarten en eventueel ondermaat, resulterend in (1) ondermaatse uien (OND), (2) uivezels (UVE) en (3) ui-extract (USA)

Wanneer de reststroom uienpellen als geheel opgesplitst wordt in deelreststromen, dan zijn toepassingen c.q. afzetmogelijkheden van al deze deelreststromen nodig. Omdat bij een droge scheidingstechniek er in praktijk nooit een 100% scheiding zal plaatsvinden, is voor toepassingen van de reststroom “pellen en staarten” aangenomen dat er nog sporen grond aanwezig kunnen zijn. Op het moment dat een (nat) wasproces toegepast wordt is complete scheiding van grond en uien of uienresten mogelijk.

Tabel 6 laat duidelijk zien dat de soorten toepassingen opschuiven richting “meer hoogwaardig” wanneer wordt gekozen voor meer geavanceerde scheidingstechnieken. Ook wordt duidelijk dat er dan moet worden gekozen voor een gecombineerde afzet. Zo zullen er drie afzetkanalen voor de verschillende reststroom moeten worden gekozen wanneer scheidingsoptie 4 wordt gekozen. Er is dan een toepassing voor de ondermaat (OND), uivezels (UVE) en ui-extract (USA) nodig. De combinatie van toepassingen zou het geheel economisch haalbaar moeten maken als de afzonderlijke toepassingen onvoldoende waarde opleveren.

4.3 Conclusies

- Op basis van de samenstelling van de reststroom uienbewerking is een groot aantal toepassingen bedacht. Deze toepassingen zijn gegroepeerd naar toegevoegde waarde, waarbij het onderscheid in fertilizer (compost, bodemverbeteraar), fuel (energie), fibre (vezel), feed (veevoer), food (humane voeding), farma en other (overig) is gehanteerd.
- De potentiële toepassingen omvatten een groot scala aan producten, die sterk uiteenlopen waar het gaat om de toegevoegde waarde.
- Wanneer gekozen wordt voor een scheiding komen er meerdere reststromen vrij. Voor elke reststroom moet een aantrekkelijke afzet gevonden worden. Het gaat dus om een combinatie van aantrekkelijke afzetmogelijkheden in relatie tot de te maken kosten van scheiding en verwerking.
- Duidelijk is dat food en farma toepassingen, de toepassingen met een hogere toegevoegde waarde, een kwalitatief constantere grondstof vragen. Tevens kan er meer gevraagd worden van het rendement van de scheiding grond en het overige deel van de reststroom uienpellen. Toepassingen als “fertilizer” of als “fuel” vragen minder verregaande scheidingsstappen. Ook hier geldt dat des te constanter de kwaliteit van de grondstof is, des te hoger de waarde van de grondstof is. Een ketenpartner kan technisch corrigeren voor een lagere kwaliteit, dit kan echter ten koste gaan van de economische waarde van de grondstof.

5 Beschrijving van de potentiële toepassingen

5.1 Inleiding

Quickscan
literatuurstudie

In dit hoofdstuk worden de mogelijke toepassingen van de reststroom in het kort beschreven. Daarvoor is voor iedere toepassing een quick-scan literatuurstudie uitgevoerd. Het gaat in deze fase van selectie van de toepassingen (nog) niet om een uitputtende inventarisatie. Het doel van deze paragraaf is enig inzicht te verschaffen in de score van de toepassingen op basis van de relevante selectiecriteria, waardoor een keuze van verder uit te werken toepassingen voor de vervolgfase kan worden gemaakt. In dit hoofdstuk worden de volgende selectiecriteria uitgewerkt:

- **Termijn.**

Hierbij gaat het om de vraag of de toepassing direct mogelijk is of “slechts” op middellange of lange termijn. (Bijvoorbeeld omdat er eerst nieuwe technologie moet worden ontwikkeld).

- **Bestaande of nieuwe producten, ketens of bedrijven.**

Hier gaat het om de vraag of het een nieuw product betreft, waarvoor de ZUVER-leden zelf een nieuwe keten (met andere bedrijven) voor moeten ontwikkelen. Of dat het gaat het om bestaande producten waarvoor de reststroom mogelijkheden biedt.

- **Aansluiting bij andere Zeeuwse initiatieven.**

Er loopt een aantal initiatieven in Zeeland, met name op het gebied van (bio)energie-productie. Wellicht kan de reststroom of fracties daarvan binnen deze Zeeuwse initiatieven een rol van betekenis spelen.

Paragraaf 5.2 tot en met 5.9 beschrijven de verschillende soorten toepassingen, die in hoofdstuk 4 zijn opgesomd. Paragraaf 5.10 sluit af met de resultaten en conclusies: welke opties worden verder onderzocht en uitgewerkt? Deze geselecteerde opties zijn – in de volgende hoofdstukken – nader uitgewerkt.

5.2 Fertilizers

Compost (toepassing 1-3)

Compostering van de reststroom door individuele bedrijven en aanwending op eigen percelen is een serieus bestudeerde en reeds bekende toepassing,

Productiekosten extractie	die verder kan worden geoptimaliseerd. Door de decentrale aanpak en de wisselende hoeveelheid grond is er een grote variatie in de kwaliteit van compost. Het composteringsproces, waarbij organisch materiaal afgebroken wordt, wordt verslechterd in aanwezigheid van grond. Om de compost een hogere commerciële waarde te geven is een constante en homogene samenstelling van belang. Tevens is een gegarandeerde kwaliteit een belangrijk aspect. Een homogene samenstelling kan verkregen worden door de compost van diverse bedrijven te verzamelen op één centrale plaats. De Stichting RHP houdt zich bezig met de optimalisatie van de kwaliteit van veenproducten, potgrond, substraten en bodemverbeterende materialen. Deze Stichting certificeert compostproducten van constante kwaliteit. Composteringsbedrijven zoals Delta Milieu Compost & Biomassa in Nieuwdorp zetten GFT en aanverwant organisch restmateriaal binnen 10 dagen om in compost die voldoet aan strenge milieuhygiënische eisen van het ‘Besluit kwaliteit en gebruik overige organische meststoffen’ (BOOM). Compostering zou op dit moment een toepassing kunnen zijn voor de complete reststroom – zonder nadere opschoning. Echter, wanneer de uienpellen worden geschoond waarbij de grond grotendeels wordt verwijderd, is de kwaliteit van de compost hoger. De compost is dan beter te gebruiken is “voor derden” in meststoffen, als bodemverbeteraar of substraat.
Vorstbescherming Onkruid remming	<i>Strooisellaag (toepassing 4)</i> Het gebruik van gecomposteerde of ongecomposteerde uienpellen als strooisellaag bij (snij)bloemen-, fruit- en boomteelt zou bescherming tegen vorst kunnen bieden en de groei van het onkruid remmen. Uit een praktijkproef met snijbloemen bleek echter dat de uienpellen geen vorstbescherming bood, waardoor de toepassing niet verder is onderzocht (item 35 ZUVER documentatie). Overigens bleek ook de opbrengst aan snijbloemen te vermindere door het gebruik van deze uienpellen. Het is niet duidelijk of een strooisellaag als meststof in het gebruiksnormenstelsel opgenomen moet worden. De remming op de kieming van onkruid is wel aangetoond in de hiervoor gemelde studie. Mogelijk komt dit door de afdekking van onkruidkiemen. De productopbrengst wordt mogelijk verlaagd door de aanwezigheid van groeiremmende componenten in uienpellen. Deze onkruidremmende werking is een positieve eigenschap die benut kan worden mits de reststroom vrij van pathogenen is en weinig zware metalen bevat. Hiervoor kan het nodig zijn om de reststroom (zonder grond) eerst te extraheren met (warm) water of alcohol en dit extract vervolgens te gebruiken als onkruidremmer. Dan blijft er overigens nog wel een onoplosbaar deel over.

Grondverbeteraar met schimmelziekte bestrijding (toepassing 5)

Ontkieming sclerotia

Biologische bestrijding van schimmelziekten door eerst sclerotia te laten ontkiemen en vervolgens af te laten sterven door het ontbreken van een waardplant kan een elegant methode zijn. Voorwaarde hierbij is dat de schimmel geen sclerotia kan vormen bij afwezigheid van een waardplant.

Witrot

Sclerotium cepivorum

Uit de literatuur blijkt dat “door de grond gewerkte uienpellen” witrot (*Sclerotium cepivorum*) verminderen maar dat de sclerotia onder bepaalde omstandigheden overleven. Een eenduidige verklaring over het mechanisme hierachter is (nog) niet in de literatuur beschreven (Clarkson, Payne et al. 2002; Hovius and McDonald 2002; Termorshuizen, Volker et al. 2003; Coventry, Noble et al. 2005; Clarkson, Scruby et al. 2006; Coventry, Noble et al. 2006). Dit komt door variaties in de gebruikte middelen (uienpellen, gecomposteerde pellen of één zwavelverbinding die van nature in uienpellen voorkomt). In enkele studies is kunstmatige uienolie (diallyldisulfide afgekort tot DADS) in de grond geïnjecteerd voorafgaand aan een uienteelt. Het aantal sclerotia daalde daarbij fors. Australisch onderzoek met DADS liet echter zien dat er soms juist vermeerdering plaats had gevonden bij toediening. De sclerotia kiemden dan en maakten direct weer nieuwe sclerotia aan zonder dat er schimmelvorming plaats had gevonden. De oorzaak hiervan is nog niet duidelijk (Mondelinge mededeling De Visser (PPO)). Andere onderzoekers hebben in plaats van alleen de stof diallyldisulfide (DADS) juist gehele uienpellen of gecomposteerde uienpellen gebruikt om het effect op sclerotiareductie te bestuderen. Vijftig gewichtsprocent gecomposteerde droge uienpellen en droge staarten (in 7 dagen bij 50 °C gecomposteerd) zijn gemengd met drie typen grond (zanderige leem, slib en turfgrond) voor experimenten in de kas (Coventry, Noble et al. 2005)). Dit onderzoek met gecomposteerde uienpellen leverde een aantal inzichten op, zie kader 5.1.

Diallyldisulfide (DADS)

Kader 5.1 Resultaten van het onderzoek van Coventry, Noble et al 2005)

- Gecomposteerde uienpellen zijn beter in staat om de levensvatbaarheid van sclerotia te reduceren dan natte reststroom van wortel, kool of ui.
- Er is geen significant verschil gevonden tussen gecomposteerde droge uienpellen en de gecomposteerde buitenste vlezige uirokken.
- Er is een verschil gevonden tussen kas- en veldproeven waarbij de kasresultaten minder sclerotia-overlevers lieten zien.
- Er zijn aanwijzingen dat niet alleen de zwavelverbindingen een rol spelen bij de remming van sclerotia en de incidentie van witrot. Andere vluchtige antibacteriële componenten; diverse fenolische verbindingen zoals quercitine en fenolische zuren spelen waarschijnlijk ook een rol. Organische zuren lijken op dit moment verantwoordelijk te zijn voor de slechtere kieming en groei van de ui.

- De tijd in het jaar (temperatuur, vochtigheid) waarbij compost ondergewerkt wordt, heeft waarschijnlijk een groot effect op de levensvatbaarheid van sclerotia. Er is geen effect op werkzaamheid van de zwavel- en fenolische componenten op de remming van sclerotia vorming of het voorkomen van witrot te verwachten anders dan de snelheid waarmee de werking zichtbaar wordt.

Fractie ondermaat

Samenvattend kan gesteld worden dat het nog niet voldoende duidelijk is wat het schimmelbestrijdende effect is van de reststroom (gecomposteerde) uienpellen. Wel is duidelijk dat er een meetbaar effect is. Er dient aandacht te worden besteed aan het feit dat de reststroom ook een fractie ondermaat bevat waarin mogelijk zieke (met schimmel geïnfecteerde) uien voorkomen die juist een bron vormen van plantpathogenen. Bovendien kan de fractie ondermaat juist een waard vormen voor de ontkiemende sclerotia. Om meer inzichten te krijgen in de feitelijke werking zou een veldstudie aanbevelenswaardig zijn. De resultaten daarvan helpen bij de onderbouwing van de werking en het effect.

Voedingsstoffen

Grondstof voor meststof of substraat, champignonsubstraat (toepassing 6)

De uienpellen zijn een organisch product en bevatten voedingsstoffen voor andere planten. De (verhouding tussen de) stikstof, fosfaat en kalium gehalten (NPK waarde) bepalen voor welk gewas de (geschoonde) reststroom uienpellen als voedingsstof (meststof, substraat) zouden kunnen dienen. Eventueel kan het bijgemengd worden met andere reststromen uit de agrifood industrie. De feitelijke mogelijkheden van deze toepassing zijn dus afhankelijk van het antwoord op deze vraag. In dit verband is het bedrijf De Ceuster Meststoffen² mogelijk een partner. Dit bedrijf is sinds 1976 uitgegroeid tot Belgisch marktleider in organische meststoffen en speelt intussen ook op Europees vlak een voortrekkersrol inzake bodemvruchtbaarheid, bemesting, beënting en substraten. Het bedrijf produceert 25.000 ton meststoffen, bestemd voor zowel de professionele gebruikers als de hobbysector in diverse landen.

² In Grobbendonk (België, ten oosten van Antwerpen) bevindt zich het hoofdkantoor van De Ceuster Meststoffen, beter bekend onder de naam DCM (<http://www.dcm-info.com/>).

Dhr. Frans Pauwels +32 (0)14 861 666 +32 (0)14 257 351 fpa@dcmcorp.be

Er is telefonisch contact geweest tussen ZUVER en DCM.

5.3 Fuel (bio-energie)

Duurzame energie Bio-energie is de belangrijkste duurzame energieoptie in Nederland. Meer dan de helft van de duurzame energie in Nederland wordt uit biomassa opgewerkt. Hierbij gaat het om elektriciteit, warmte en transportbrandstoffen. Op dit moment is de overheid bezig om een nieuw subsidiesysteem (SDE) op te zetten voor de subsidiëring van duurzaam geproduceerde elektriciteit (en warmte) die de oude regeling (MEP) vervangt. Hoe deze regeling er exact uit zal zien wordt eind 2007 / begin 2008 duidelijk. De subsidie (per KWh) varieert op basis van het systeem, het vermogen en de gebruikte grondstof.

Subsidie duurzame energie (SDE)

Brandstof voor verbranding (toepassing 8)

Factoren Er zijn vele factoren die de kwaliteit van biomassa voor verbranding bepalen. Deze zijn o.a. het vochtgehalte, asgehalte, as-samenstelling en “handling” karakteristieken. Over algemeen zal het zo zijn dat bij verbranding biomassa de hoogste waarde heeft als het vochtgehalte en asgehalte laag zijn. Daarnaast moet het gehalte aan stikstof, chloor, kalium en natrium zo laag mogelijk zijn. Kalium en natrium kunnen het smeltpunt van as verlagen waardoor er agglomeratie ontstaat wat onderhoudskosten verhoogt. Chloor kan corrosie veroorzaken wat ook tot kosten leidt. Onder “handling” karakteristieken valt de energiedichtheid, deeltjesgrootte, etc. De verschillende biomassa verbrandingssystemen die in Nederland bestaan of aan te schaffen zijn stellen allemaal andere eisen waarbij over het algemeen geldt dat installaties die biomassa van een goede kwaliteit kunnen verbranden een lagere investering vergen en dus een hogere prijs voor die biomassa kunnen betalen.

Hoogste economische waarde

Agglomeratie en corrosie

Eerder zijn er analyses gedaan van uienpellen afkomstig van bestaande opslag. Het materiaal bevatte zeer veel as, vooral afkomstig van grond, en een hoog vochtgehalte. Als brandstof heeft dit materiaal geen waarde.

Schone monsters

Waarschijnlijk is het mogelijk om schone monsters te genereren die wel geschikt zijn als brandstof. Dit zou kunnen door deelstromen apart te verzamelen en eventueel verder op te schonen zodat grondgehalte sterk wordt beperkt. Het perspectief voor verbranding van geschoonde uienpellen is veel beter dan dat van ongeschoonde uienpellen. Indien het vochtgehalte nog boven de 15% is zou een droge compostering een optie zijn. Compostering wordt dan als droogproces gebruikt. Op de Maasvlakte staat een grootschalige fabriek die zo pellets maakt voor bijverbranding in de EON kolencentrale. In de omgeving zijn er verschillende potentiële afnemers. Uienpellen zouden mogelijk bij verbrand kunnen worden in de EON centrale op de Maasvlakte³. In Borsse-

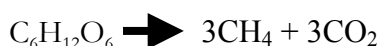
EON kolencentrale

³ Meer informatie bij de afdeling zakelijke klanten tel. Nr. 040-2577600

EPZ le wordt door EPZ (Delta N.V.) in de kolencentrale 15% biomassa bijgestookt. Verder wordt er door Delta NV een biomassa-energie centrale in Moerdijk gebouwd waar onder andere kippenmest verbrand gaat worden.

Grondstof voor vergisting (toepassing 9)

Vergisting is een anaeroob biologisch proces waarbij biomassa in methaan en koolzuur wordt omgezet:



Biogas Het geproduceerde biogas wordt meestal gebruikt voor productie van elektriciteit en warmte maar kan ook na opwerking in het (lokale) gasnet worden gedistribueerd of gebruikt worden als transportbrandstof. In Nederland wordt vooral biogas geproduceerd door covergisting van mest (>50%) met een coproduct. Als meer dan 50% van de input mest is mag het digestaat als mest afgezet worden. Voorwaarde is wel dat het coproduct op de zogenaamde “witte lijst” staat. Producten worden toegelaten op de witte lijst met name op basis van het effect op mestkwaliteit. In Nederland staan nu enige tientallen van deze mestvergisters. Er bestaan ook vergisters die zonder mest werken. Hierbij moet er wel een oplossing voor de afzet van het digestaat zijn.

Witte lijst

Eisen grondstoffen Aan biomassa voor vergisting worden geheel andere eisen gesteld dan aan biomassa voor verbranding. Vochtgehalte is minder belangrijk. Zand is wel een probleem omdat dit accumuleert in de vergister. Verteerbaarheid en methaanopbrengst zijn belangrijke karakteristieken. Er wordt gestreefd naar een zo hoog mogelijke methaanopbrengst van het co-product. Suikers, zetmeel, vetten en een deel van de ruwe celstof (hemi-cellulose en cellulose) dienen als substraat. Lignine, as en onoplosbare celstof zijn restproducten.

Substraat De waarde als coproduct voor vergisting van een product wordt dus bepaald door de methaanopbrengst en afwezigheid van negatieve factoren als zand en overmaat aan nutriënten en zware metalen. De subsidie voor elektriciteitsproductie voor bestaande systemen is nu € 0,097 per KWh (plus marktprijs voor elektriciteit) (huidige MEP). De nieuwe subsidie (SDE) wordt momenteel vastgesteld. Uien en ondermaatse uien zijn waarschijnlijk aantrekkelijk als co-substraat. Van *drogere* uienpellen en staarten is de geschiktheid als co-substraat niet bekend. Het zal belangrijk zijn om aanhangend zand te minimaliseren. Verteerbaarheid geeft inzicht in de mogelijke methaanopbrengst en dus de waarde voor vergisting.

Subsidie Een aandachtspunt bij de vergisting van de drogere uienpellen is de aanwezigheid van fenolische verbindingen en zwavelverbindingen, die in de droge uirokken relatief veel voorkomen. Deze kunnen de groei van micro-

Remmende factoren organismen tijdens vergisting remmen. Zeker omdat uienpellen bacterie en schimmel afdodende werkingen vertonen is deze remming een reëel risico.

Regionale initiatieven In de regio bestaan een aantal vergisters of zijn deze in aanbouw (zie o.a. Terneuzen: <http://www.heros.nl/index.html>; Yerseke; glastuinbouw in Reimerwaal). Er zal onderzocht moeten worden of de reststromen geschikt zijn en of er belangstelling is om het materiaal af te nemen. Een alternatief is om zelf met een aantal producenten van bijproducten een vergister op te zetten. Mogelijke partners zijn Coroos conserven (Kapelle) en Rieber and Son (Kruiningen).

Grondstof voor bio-ethanol (toepassing 10)

Koppeling vergisting en bio-ethanolproductie Ethanol wordt door gist geproduceerd uit suikers waarbij ook koolzuur vrijkomt. In tegenstelling tot methaanproductie kan ethanol niet uit vetten en C5 suikers geproduceerd worden. Daarom bestaan er initiatieven waarbij substraat eerst wordt gebruikt voor ethanolproductie waarna de resterende biomassa die niet in ethanol omgezet kan worden wordt gebruikt voor methaanproductie. Hierbij wordt de restwarmte (van elektriciteitsproductie) gebruikt voor het destillatie proces.

Restwarmte Ethanol is een belangrijke optie om te voldoen aan de EU biofuel directive. Deze houdt voor Nederland in dat er in 2010 5,75% (energie-equivalent) van de transportbrandstof door biobrandstof moet worden vervangen. Dit heeft een interessante markt gecreëerd voor ethanol die bijgemengd kan worden in benzine. Voor diesel is biodiesel, met methanol veresterde olie, de belangrijkste optie. Uien (of ondermaatse uien) hebben veel vrije suikers en zullen waarschijnlijk een goede opbrengst geven. Als fenolen en zwavelproducten geen probleem vormen. In uienpellen en staarten zitten naar verwachting weinig vrije suikers (of zetmeel). Op dit moment worden zogenaamde 2^e generatie technologieën ontwikkeld. De voornaamste uitdaging is hierbij het vrijmaken van suikers uit vezels (cellulose en hemi-cellulose) en de omzetting van C5 suikers (van hemi-cellulose) in ethanol. De benodigde technologieën zijn nog in ontwikkeling of worden in pilot installaties toegepast. Ook in Nederland bestaan er plannen voor dit soort installaties.

Interessante markt

2^e generatie technologieën

Olie via pyrolyse en of HTU-proces (toepassing 11 en 12)⁴

⁴ Het bedrijf Biofuel uit Heemskerk is betrokken bij het ontwerp en de bouw van de eerste commerciële HTU installatie te plaatsen bij het Afval Energie Bedrijf in Amsterdam waarbij 25.000 ton biomassa op droge stof basis per jaar verwerkt gaat worden (Naber and Goudriaan 2005). Het is de verwachting dat in 2008 het proces opgestart kan worden en dat in 2009 de eerste HTU-biodiesel beschikbaar is.

Tot slot contactgegevens van Biofuel B.V., Ir. J.E. Naber - Rendorppark 30, 1963 AM, Heemskerk
- Tel. +31 251234601 Fax +31 251235741 -Email: naber@biofuel.com

Pyrolyse gassen

Bij *pyrolyse* wordt biomassa bij 450 tot 600 °C onder zuurstofarme condities behandeld. Hierdoor wordt de biomassa afgebroken tot pyrolyse gassen, houtskool en organische verbindingen die na condensatie bio-olie vormen. In het *Hydrothermal Upgrading (HTU)* proces wordt biomassa bij 330 °C en 150 bar omgezet in een teerachtig materiaal (Zeevalkink, 2005). Op een schaal van 100 kg per uur invoer van natte uipulp is het proces in april 2004 getest gedurende 3 weken. Deze uipulp is het restant van de bereiding van uien-extract uit afval uien d.m.v. stoomdestillatie. Het is gemakkelijk te verpompen. Uienpulp is dus op zich een geschikte HTU voeding (Scholtens, 2004). De voeding wordt industrieel weinig relevant geacht omdat er weinig aanbod is, maar grote hoeveelheden afvaluïen zouden daar verandering in kunnen brengen. HTU is een redelijk robuust proces dat naar verwachting ook geschikt is voor uienpellen en staarten.

Uienpulp

Beide technologieën zijn in het pilot plant stadium. De olie kan voor productie van elektriciteit gebruikt worden. Voor toepassing als transportbrandstof (= een soort biodiesel) is verder opwerking nodig.

5.4 Fibres

Composietversterker (toepassing 13)

Diverse kunststof materialen, zoals autodashboards en behuizingen van telefoons, zijn veelal gemaakt van composieten.

Een belangrijke component van een composiet is *het vulmiddel*. Daar wordt nu vooral talk of krijt voor gebruikt. Klei kan mogelijk als vervanging hiervoor dienen. Voorwaarde hierbij is dat de klei een kleine deeltjesgrootte heeft. Om te kunnen beoordelen of dit afzetkanaal praktisch haalbaar is voor de fractie stof, dient er een proefmonster te zijn waarvan indien nodig de deeltjesgrootte verlaagd kan worden. De eventueel aanwezige pellen zullen hierbij dan ook fijn gemalen worden. Het is nog onbekend of de aanwezigheid van organisch materiaal en/of microbiologische activiteit verstorend kan werken.

Tannine

Tannine is een verzamelnaam voor organische zuren die tot de familie van polyfenolen behoren. Er zijn geen gegevens te vinden over concentraties tannine die voorkomen in uienpellen en / of staarten. Eén artikel beschrijft de

Biomass Technology Group B.V. in Enschede (www.btgworld.com) is een private onderneming die zich bezig houdt met consultancy en onderzoek inclusief implementatieadvies op het gebied van de omzetting van biomassa naar bruikbare brandstoffen en energie. Ze kunnen advies geven over de mogelijkheid om uienpellen om te zetten naar brandstof of energie. Telefonisch te bereiken op 053 – 4861186. Wolter Elbersen (AFSG) heeft contacten met hen op basis van eerdere projecten.

modificatie van een tannine rijk ui-extract met onder andere cashewnoot olie om een *adhesive* (*kleefmiddel*) voor houtverbindingen en / of plaatmateriaal te maken (Akaranta, Donbebe et al. 1996)(Odozi, Okeke et al. 1985; Akaranta and Odozi 1986; Odozi and Agiri 1986). Om meer te kunnen zeggen over de werking zouden de mechanische eigenschappen gemeten moeten worden. Daarbij zou een vergelijking met de bestaande adhesives helpen.

Grondstof voor papier (toepassing 14)

De term ‘onion skin paper’ is een term in de papierindustrie voor heel dun speciaal papier. Het wordt zo genoemd omdat het papier zo dun is als een uivel. Het wordt dus (nog) niet gemaakt van uienmateriaal. Voor decoratie (‘stukjes/blaadjes’) of als kleurstof kunnen uienpellen aan papier toegevoegd worden door de pellen te koken en dan te snijden of pureren. Daarna kan het gemengd worden met de rest van de papierpulp. Op dit moment is nog niet gezocht naar gegevens over de mechanische sterkte, vereiste microbiologische kwaliteit e.d. Dit laatste is zeker van belang voor de papier- en kartonindustrie. De toepassing van uienpellen of de onoplosbare vezels in papier vereist kwalitatieve eisen. De kennis over deze eisen is bij de papier- en kartonindustrie aanwezig.

Ingrediënt kattenbakkorrels (toepassing 15)

Waterbindende capaciteit onoplosbare vezels

De onoplosbare vezels uit uienpellen of geëxtraheerde uienpellen (eventueel na chemische modificatie) zou geschikt kunnen zijn als ingrediënt voor kattenbakkorrels. Voorwaarde is dat de vezels voldoende water kunnen opnemen/binden. Er is momenteel geen praktisch bewijs voor deze veronderstelling. Aanvullend onderzoek zou daarover uitsluitsel kunnen geven.

Zware metalen binder (toepassing 16)

Ionenwisselaars

Twee publicaties beschrijven het gebruik van chemisch gemodificeerde uienpellen om zware metalen te binden (Kumar and Dara 1981; Odozi, Okeke et al. 1985). De werking ervan is echter nog niet onomstotelijk vastgesteld. Wel is bekend dat er soms andere organische reststroom gebruikt worden als binder van zware metalen: boomschors, pindahullen, rijststro en suikermelasse kunnen als voorbeeld dienen. Deze organische reststroom kunnen niet concurreren met gangbare ionenwisselaars die in bulk worden geproduceerd en vermarkt. De meerwaarde van de uienproducten als binder van zware metalen moet daarom nadrukkelijk aangetoond zijn. Pas dan kan de toepassing mogelijk interessant zijn.

Vochtabsorberende vezels of ingrediënt waterafstotende coating (toepassing 17 en 18)

De onoplosbare vezels in uienpellen en staarten zijn waterafstotend en kunnen mogelijk waterabsorberend gemaakt worden (na chemische modificatie). De vezels dienen eerst bestudeerd te worden om zo toepassingsmogelijkheden te kunnen identificeren. Als modificatie mogelijk is dan kan dit wellicht verhoogd worden tot opname van water tot 25 x het eigen gewicht van de vezels. Dit getal is afkomstig uit de Europese studie 'Conversion of environmentally unfriendly onion waste into food ingredients' (1996-1999). Een dergelijke vochtopname is hoger dan van andere plantaardige vezels, maar veel lager dan van polymere superslurpers. Toepassing 15 is een verder uitgewerkte vorm van toepassing 17 (vochtabsorberende vezels).

Waterbindend
vermogen

Als modificatie van het waterbindend vermogen niet mogelijk is dan kunnen de onoplosbare vezels (al dan niet gemalen) gebruikt worden in een waterafstotende coating. Over deze toepassing of het mechanisme hierachter zijn geen gegevens in de literatuur te vinden.

5.5 Feed

Deze toepassingen zijn hoofdzakelijk gebaseerd op de qua volume kleinste fractie van de reststroom namelijk de ondermaatse uien.

Diervoeding (toepassing 19)

Sterke smaak

Op dit moment wordt het restant van gekookte uien (waarbij uienolie gewonnen wordt) gevoerd aan runderen. Enkele weken voor de slacht krijgen de dieren dit niet meer omdat anders het vlees een ongewenste uismaak heeft. Ook willen de dieren uien of uipulp niet onbeperkt eten vanwege de sterke smaak. Tarra-uien worden als schapenvoer afgezet.

Flavour precursors

De ui smaak in vlees wordt veroorzaakt door zwavelverbindingen. Deze worden gevormd uit flavour precursors met behulp van het enzym alliinase zoals weergegeven in figuur 3 (Lancaster 1981; Block 1992; Block 1992; Block, Putman et al. 1992; Brewster 1994). Als uicellen beschadigd worden komt het enzym dat is gelokaliseerd in de vacuole in contact met de flavour precursors die zich in het cytoplasma bevinden. De enzymen kunnen geïnactiveerd worden door een hittebehandeling (zoals bij stoomdestillatie), de uipulp heeft echter nog steeds de pungency (die tranerigheid en de scherpe smaak van uien veroorzaakt). Dit komt omdat niet alle cellen beschadigd zijn. Als hele onbeschadigde uien gekookt worden, dan hebben ze geen smaak.

Enzym-inactivatie

De pellen en staarten zijn droge producten die door runderen verteerd zouden kunnen worden als ervan uit gegaan wordt dat hooi (gras) en staarten

(ui) voldoende op elkaar lijken. Het is niet bekend of de staarten veel of weinig geur- en smaakstoffen bevatten, daar zijn geen literatuurbedata over gevonden. Het gehalte geur- en smaakstoffen in tabel 3 is namelijk bepaald in een monster dat uit staarten, wortels en bolstoel bestond. De ondermaatse uien bevatten normale hoeveelheden geur- en smaakstoffen. Afzet van geschoonde pellen, staarten en eventueel ondermaat als diervoeder is een toepassing waarvan de randvoorwaarden en mogelijkheden verder in kaart gebracht zouden kunnen worden.

Petfood (toepassing 20)

Obesitas

Aan de voeding en gezondheid voor huisdieren wordt veel geld besteed en deze markt groeit. Wellicht is deze markt daarom interessant. Echter, de eisen ten aanzien van de grondstof voor petfood zijn hoog en de nieuwe grondstof moet toegevoegde waarde hebben. Mogelijk zijn uienvezels uit pellen, staarten en/of ondermaat geschikt als ingrediënt in diervoeding. De meerwaarde kan gezocht worden in onverteerbare vezel zonder calorische waarde waardoor het als middel tegen obese huisdieren gebruikt kan worden. Dit is een toepassing waar geen literatuurbedata over beschikbaar zijn. In overleg met de petfoodindustrie zouden de randvoorwaarden en mogelijkheden nader bekeken moeten worden⁵.

5.6 Food

Uienolie (toepassing 21)

Hoge toegevoegde waarde

Ondermaatse uien zijn geschikt als grondstof voor de productie van uienolie. De uienbewerkingbedrijven zetten nu de tarra uien al af naar een uienolie producent in de regio (Triumphus Onion Products, 's Gravenpolder). Middels het proces van stoomdestillatie wordt deze natuurlijke uienolie geproduceerd. Deze natuurlijke uienolie is zeer geconcentreerd en is van hoge toegevoegde waarde als geur- en smaakstof in de levensmiddelenindustrie.

Ondanks het feit dat waarschijnlijk alleen de ondermaatse uien (1,7% van de totale reststroom) zo afgezet kunnen worden, blijft deze toepassing relevant indien voor meerdere reststromen afzetmogelijkheden benodigd zijn.

Kleurstof (toepassing 22)

⁵ Om te bepalen of dit zo is, of dit al eens bekeken is en wat de eisen zijn kan contact gezocht worden met een producent van petfood.

UV en pH-stabiele
kleurstof

Extract van droge uienpellen wordt al eeuwen gebruikt om wol te verven. Het is een UV- en pH-stabiele kleurstof en kan ook gebruikt worden om biopolymeren, papier en karton te kleuren. De werking is bekend en er zijn bedrijven actief in dit segment. Het bedrijf GNT laat speciaal gewassen telen om hier kleurstoffen uit te extraheren. Het idee is om uienpellen te gebruiken als grondstof voor kleurextractie. Bovendien sluit deze toepassing aan bij het Oostenrijkse TRADEMARK Color&Cloth project dat een vervolg heeft gekregen in het RISKMIN project. In dat project wordt onder andere een business plan geschreven om een bedrijf op te starten dat natuurlijke kleurstoffen gaat maken.

Rubia Pigmenta
Naturalia

Verder kan er in de regio contact gezocht worden met de meekrapverwerker Rubia Pigmenta Naturalia⁶ in Steenbergen. Dit bedrijf droogt, extraheert en vermaalt de wortels van de meekrap tot poedervormige rode kleurstof.

Antibacterieel middel (toepassing 23)

Effectiviteit

Louis Pasteur was de eerste die de antibacteriële effecten van ui en knoflook sap beschreven heeft. De antibacteriële werking van ui is later door diverse auteurs onderzocht en aangetoond (Kumral and Sahin 2003; Sivam 2001). Uiensap (*Allium cepa*) is minder effectief dan knoflooksap (*Allium sativum*). De zwavelbevattende vluchtige geur- en smaakstoffen en / of quercitine of oxidatieproducten daarvan de componenten zorgen voor de afdoding van bacteriën en schimmels (Kim 2004, Kim 2006). De antibacteriële activiteit van een uien extract gemaakt uit droge uienpellen is getest op *Escheria coli*, *Staphylococcus typhimurium*, *Lysteria entereo*, *Yersinia entorcolitica*, *Staphylococcus aureus* en *Vibrio parahaemolyticus* (Kim 2006; Ramos, Takaishi et al. 2006). Een uienextract is een mengsel van vele componenten die in studies meestal niet gekwantificeerd worden. De bepaling van de minimale concentratie van een uienextract die nodig is om een bepaalde bacterie of gist of te doden is dan niet mogelijk.

Verhitte extracten

Er is één publicatie gevonden waarbij de antibacteriële activiteit van ui-extracten op twee tandcariës veroorzakende bacteriën (*Streptococcus mutans* en *S. sobrinus*) en twee typen parodontose veroorzakende bacteriën onderzocht is (*Porphyromonas gingivalis* en *Prevotella intermedia*) (Kim 1997). De ui-extracten zijn actief tegen alle geteste bacteriën. Verhitte extracten (100 °C 10 min) hebben echter geen activiteit meer en een extract waarvan de pH verhoogd is heeft minder activiteit. De hitte-inactivatie is ook aangetoond door Al Delaimy (Al Delaimy and Ali 1988).

⁶ De eigenaar dr.ir. Anko Snee is door ZUVER tijdens de BC bijeenkomst van januari 2007 genoemd als contactpersoon.

Vochtabsorberende vezels of ingrediënt waterafstotende coating (toepassing 24)

Hierbij wordt verwezen naar toepassing 17 en 18 met de additionele opmerking dat de randvoorwaarden c.q. kwaliteitscriteria die vanuit de levensmiddelenindustrie aan een ingrediënt gesteld worden strenger zijn. De marktwaarde van vezels uit pellen, staarten en/of ondermaatse uien kan in een levensmiddelentoeepassing overigens hoger zijn dan in de eerder genoemde toepassingen. Hetzelfde geldt voor een toepassing van dergelijke vezels (al dan niet gemalen) als waterafstotende coating. Met name een kleur afwijkend van wit en een smaak afwijkend van neutraal zijn in de levensmiddelen sector belangrijke criteria.

Anti-oxidant voor levensmiddelen (toepassing 25)

Bruinverkleuring	De antioxidatieve eigenschappen van fenolische verbindingen in uien kunnen gebruikt worden om oxidatie of bruinverkleuring door enzymatische oxidatie in levensmiddelen te remmen (Lee, Kim et al. 2002; Nuutila, Puupponen Pimia et al. 2003; Kim, Huh et al. 2004; Kim, Kim et al. 2004; Ramos, Takashi et al. 2006). Recent hebben Ierse onderzoekers succesvol een waterig extract van hele uien (gemaakt bij 90 °C, zonder pellen) gebruikt om de vet
Vetoxidatie in vlees	oxidatie in vlees te verminderen (Tang and Cronin 2007). Er zijn geen studies gevonden waarbij deze werkzaamheid toegeschreven kan worden aan uienpellen of een extract ervan. Indien quercitine voor het antioxidatieve effect zorgt, dan is op basis van het gehalte quercitine in pellen te verwachten dat een uienpellen extract ook werkzaam is.

Concurrerende producten	Echter, in dit marktsegment is de sterke anti-oxidant vitamine C een concurrent om oxidatie van levensmiddelen tegen te gaan. Dit is een kleurloos bulkingrediënt dat in veel levensmiddelen gebruikt wordt. Een indicatie van de marktprijs in 2007 is € 10,- per kg. In de vleesindustrie heeft vitamine C concurrentie van rozemarijn extract. Als een ui extract van droge pellen duidelijke meerwaarde heeft ten opzichte van vitamine C dan zijn er marktkansen. Quercitine is een zwakkere anti-oxidant dan vitamine C. Afhankelijk van de anti-oxidant assay verschillen de meetwaarden. Om toch een vergelijking te kunnen maken wordt er aangenomen dat de relatieve activiteit uitgedrukt kan worden als dezelfde meetmethode gebruikt is. Indien met een TEAC assay (Trolox equivalenten) gemeten is dan is de anti-oxidant activiteit van quercitine 1/5 ^e tot 1/3 ^e van die van vitamine C (Apak et al 2004).
--------------------------------	---

Novel food ingredient	Het is wel te verwachten dat een quercitine rijk extract van uienpellen als 'novel food ingredient' gezien wordt. Dit omdat een dergelijk product voor 15 mei 1997 niet als zodanig gegeten is (Novel Food Regulation (European Parliament and Council Regulation 258/97)). Indien de wens bestaat om een quercitine rijk extract van uienpellen als ingrediënt te (laten) produceren voor
------------------------------	--

de levensmiddelensector dan moet rekening gehouden worden met een uitgebreide procedure om toestemming te krijgen binnen de novel food wetgeving voor dit ingrediënt.

Geur- en smaakstof in levensmiddelen (toepassing 26)

In ondermaatse uien zijn geur- en smaakstoffen aanwezig. Of de staarten of juist de wortel inclusief bolstoel de belangrijkste bijdrage geven aan het hoge gehalte geur- en smaakstoffen zoals vermeld in tabel 3, is niet bekend.

Uienextract

Het is technisch mogelijk om uit pellen en staarten met behulp van food grade extractiemiddelen en onder de juiste hygiënische omstandigheden een uienextract te maken. Afhankelijk van de procescondities (temperatuur, tijd, type oplosmiddel) wordt een geur- en smaakstof verkregen die anders van samenstelling en karakter is dan de huidig beschikbare uienolie. Indien een onderscheidend product met mildere eigenschappen gewenst is (lichtere geur, meer verse noten), dan ligt de keuze voor milde procescondities zoals een relatief lage temperatuur voor de hand. Onder dergelijke milde condities kunnen micro-organismen zich beter handhaven, dus er dient extra aandacht besteed te worden aan de microbiologische kwaliteit van het eindproduct. Er is onvoldoende kennis beschikbaar om een goede inschatting te kunnen maken van de haalbaarheid van een uienextract gemaakt onder milde procescondities (met als toepassing geur- en smaakstof in levensmiddelen).

5.7 Farma

Ingrediënt gezondheid bevorderende tabletten (toepassing 28)

Extra bewerking

In deze toepassing wordt gericht gekeken naar quercitine waarbij aangenomen wordt dat eventueel aanwezige geur- en smaakstoffen niet hinderlijk zijn of verwijderd kunnen worden. Dit laatste vraagt om een extra bewerking en brengt dus additionele kosten met zich mee. De inschatting op basis van molecuulgrootte en oplosbaarheid van zowel geur- en smaakstoffen als quercitine dat dit niet eenvoudig is.

Op dit moment wordt quercitine voor tabletten gesynthetiseerd. De ingeschatte verkoopwaarde van synthetisch quercitine is € 10,- per kg ervan uitgaande dat de verkoopwaarde 1 % is van de waarde die door specialty chemicaliën leveranciers gevraagd wordt. Deze inschatting is gemaakt op basis van het prijsverschil tussen bulk en specialty versies van natronloog en zoutzuur. De werkelijke prijs en bron zijn niet bekend.

Effecten van quercitine

Bioactiviteit

Hoge concentratie

Er zijn geen eenduidige wetenschappelijke inzichten over de effecten van quercitine op de mens waar het gaat om (a) het voorkomen van bepaalde typen kanker en (b) het verminderen van de kans op hart- en vaatziekten. Dit is onder meer afhankelijk van de ingenomen hoeveelheid en de hoeveelheid die opgenomen wordt (van der Woude, 2006). En daar geldt voor dat de opname van quercitine als aglycon veel lager is dan die van een quercitine-glucoside. Verder speelt de aanwezigheid van bacteriën en voedsel in het maag-darmkanaal een rol bij het vaststellen en verklaren van de effecten op de menselijke gezondheid. Er zijn bijvoorbeeld aanwijzingen dat maagkanker minder voorkomt bij bevolkingsgroepen die veel allium-achtigen consumeren (Sivam 2001). Er is nog geen onomstotelijk wetenschappelijk bewijs over de werking van de quercitine.

De gehalten quercitine in uien(reststroom) zijn vergeleken met de gehalten aan quercitine in andere plantaardige producten. Hollman en Arts melden dat het eetbare deel van de ui de meeste quercitine bevat van een reeks groenten, fruit, rode wijn en thee (Hollman and Arts 2000). Teruggerekend naar droge stof basis bevat ui 2.8 tot 4.9 g quercitine per kg d.s. en thee 1.3 tot 3.2 g quercitine per kg d.s.. De droge pellen bevatten afhankelijk van teeltcondities en ras meer quercitine en derivaten hiervan. Kader 5.2 geeft een overzicht van de gevonden spreiding in gehalten aan quercitine in enkele rassen witte, gele, rode en zoete uien. Niet witte uien bevatten quercitine waarbij er grote variaties in gehalte zijn.

Kader 5.2 Overzicht van gevonden gehalten aan quercitine in de verschillende uienrassen (NIET pellen en staarten)

Type ui	Gehalte quercitine	Referentie
Gele uien		
Barito, Hyskin en Summit	0.1 tot 6 %	(Mogren 2006)
gele ui (onbekend ras)	3.3 %	(Tram Ngoc, Hazama et al. 2005)
Early Yellow Globe	2.3 %	(Bilyk, Cooper et al. 1984)
Yellow Globe Hybrid	2.0 %	(Bilyk, Cooper et al. 1984)
Rode uien		
Red Bone	3.1 %	(Patil and Pike 1995)
Red Hamburger	0.9 %	(Bilyk, Cooper et al. 1984)
Zoete uien		
Carmen hybrid	4.9 %	(Bilyk, Cooper et al. 1984)
Sweet Spanish Utah	2.4 %	(Bilyk, Cooper et al. 1984)
Walla Walla	0.8 %	(Bilyk, Cooper et al. 1984)
Sweet Spanish Hybrid	1.4 %	(Bilyk, Cooper et al. 1984)
Witte uien		
Evergreen Long White Bunch	0.0%	(Bilyk, Cooper et al. 1984)

Variatie

Een aandachtspunt is inzicht krijgen in het in praktijk te verwachten gehalte quercitine in de pellen en staarten en de variatie hierop. De reden om dit te weten is dat de omvang c.q. capaciteit van een benodigd extractieproces niet goed in kan spelen op grote variaties. In de praktijk kan een proces/fabriek niet van batch naar batch met 50% in omvang variëren. Hierop wordt ingespeeld door eisen te stellen aan het minimale gehalte quercitine in de grondstof. Alleen die uienrassen waarin een hoog en constant gehalte quercitine zit, zijn mogelijk interessant. De variatie in quercitine gehalte in de uienrassen die bij ZUVER leden bewerkt worden dient daarom onderzocht te worden.

Isothiocyanaten

Middel om astma te verminderen bij varkens (toepassing 30)

Isothiocyanaten zijn zwavelhoudende verbindingen die aanwezig zijn in een alcoholisch ui extract. Deze componenten hebben in de studie van Dorsch een astma beschermend effect bij varkens (Dorsch, Adam et al. 1985). Er is daar naderhand geen verder onderzoek verricht.

Het is bekend dat de geur van gesneden uien bij mensen een verlichting in de ademhaling bij verkoudheid geeft. Het achterliggend mechanisme is in dit overzicht niet verder bekeken.

Een medische toepassing ligt op dit moment niet voor de hand om twee redenen. Enerzijds is er slechts één oude wetenschappelijk studie voorhanden en een oud gebruik. Het afbreuk risico voor een farmaceutische toepassing is hoog door het langdurige onderzoekstraject (tot 10 jaar) met bijbehorende klinische studies.

5.8 Overige toepassingen

Insecticide (toepassing 31)

Knoflookextract

Insecticiden zijn gedefinieerd als chemische middelen die insecten bestrijden. In de International Pesticide Directory (23rd edition 2005) worden de volgende natuurlijke algenextract, citronella olie, zonnebloemolie, neem, neemolie, raapzaadolie, zeewier fertilizer, als actief ingrediënt genoemd. Dit lijkt dus ruimte te laten voor andere natuurlijke extracten c.q. oliën indien ze effectief zijn. Op dit moment wordt bijvoorbeeld knoflookextract toegevoegd aan mierenbestrijders. Het is op moment van schrijven niet bekend wat de exacte functie van het extract is.

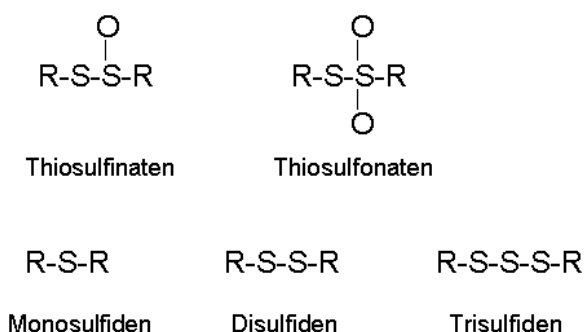
Het actieve bestanddeel kan dan nog wel een chemische middel zijn; bijvoorbeeld bij mierenbestrijders is dit dichlorvos, permethrin en/of tetrametrin. Enkele voorbeelden van commerciële producten: een anti-mierenpoeder met

Pireco

knoflook of een knoflookextract (ECO style), een middel tegen bladluis met kruidenextracten en soja-olie (Pireco Luis, Witte vlieg en Spint).

Zwavelverbindingen

Uienpellen of een extract ervan bevatten naast quercitine in diverse vormen ook diverse zwavelbevattende componenten die als geur- en smaakstof gebruikt kunnen worden. Als uienpellen geen bewerking ondergaan hebben, dan zijn de zwavelverbindingen aanwezig in uicellen als alkenyl cysteine sulfoxides (zie figuur 12). Deze componenten zijn instabiel en worden bij bewerking (bijvoorbeeld extractie) omgezet in thiosulfinaten, thiosulfonaten, monosulfiden, disulfiden en/of trisulfiden (zie figuur 12). Daarnaast zijn er ook zwavel bevattende ringstructuren gemeten in uienextracten (Brewster 1994, Block 1992). Welke component het meest aanwezig is hangt af van de procescondities. Des te intensiever de bewerking (hogere temperatuur, langere tijd) des te meer di- en trisulfiden aanwezig zullen zijn in een extract. Zo worden door stoomdestillatie (water, 100 °C) propionaldehyde en dipropyl disulfide gevormd (Brewster 1994).



Figuur 12. Overzicht van typen componenten die gevormd kunnen worden uit alkenyl cysteine sulfoxides afhankelijk van de procescondities (bewerking Brewster 1994).

Dat quercitine of oxidatieproducten hiervan of alkenyl cysteine sulfoxides of oxidatieproducten effectief zijn tegen bacteriën en schimmels is in de literatuur beschreven. Indien deze componenten (of enkele ervan) ook effectief zijn tegen bepaalde insecten dan biedt deze toepassing kansen voor uienpellen of een extract ervan. Op dit moment is nog niet bekend wat de functie van bijvoorbeeld knoflook (*Allium sativum*) in insecticiden is. Er mag van uit gegaan worden dat een extract van uienpellen dat dezelfde actieve componenten bevat, een vergelijkbare functie kan hebben.

	<i>Antischimmel middel (toepassing 32)</i>
Houtverduurzaming	Fungiciden worden toegepast voor het verduurzamen van hout. De buitenhout sector (tuinhout maar ook kozijnen) is groot. In Nederland wordt ongeveer 800.000 m ³ verduurzaamd hout per jaar gebruikt. Een significant deel (ongeveer 50%) wordt in Nederland verduurzaamd.
Schimmelsoorten	Houtschimmels zijn er in twee soorten: oppervlakte schimmels die voor blauwkleuring zorgen en de houtstructuur niet aantasten. Daarnaast zijn er schimmels die zich inwendig in het hout bevinden en daar de houtstructuur aantasten. Voor het vermindering of tegengaan van blauwverkleuring tussen kap en verwerking (lakken, verven) worden quaternaire ammoniumverbindingen gebruikt. Voor het verminderen van inwendige schimmelgroei worden azolen of quaternaire ammoniumverbindingen gebruikt. Veelal worden deze gecombineerd met koper. Voorheen werden ook chroom en/of arseen toegevoegd aan deze mengsels. Voor buitentoepassingen (zoals bijvoorbeeld tuinhout) is koper nodig. Voor hout binnenshuis kunnen koper vrije verduurzamingsmiddelen gebruikt worden. Al deze middelen zijn geregistreerd en toegestaan volgens de gewasbeschermingsmiddelenwet. Een nieuw middel dient dus te voldoen aan de criteria in deze wet en er dient dus een registratie doorlopen te worden. Voor chemische middelen dient een toxicologisch onderzoek uitgevoerd te worden en testen waarin de fungicide werking bepaald wordt. Of dit voor natuurlijke producten ook het geval is.
Zware metalen	
Toelating gewas beschermingsmiddel	
Producteisen	Eisen die aan dergelijke middelen gesteld worden zijn: - Oplosbaarheid - constante kwaliteit - effectiviteit - stabiel, werkzaam over een lange periode

Een middel dat inwendige schimmelgroei verminderd dient minimaal 10 jaar werkzaam te zijn. Voor het verminderen van de blauwverkleuring volstaat een werkzame periode van 3 maanden. Het hangt van de grootte van de moleculen in een chemisch middel af hoe lang het in of op het hout aanwezig blijft (de uitloogsnelheid). Indien zwavelcomponenten en/of quercetine uit de schimmelgroei remmen, dan is de verwachting dat deze kleine moleculen relatief snel uitlogen.

Er zijn op dit moment twee typen chemische producten die gebruikt worden voor het verduurzamen van hout. Dit zijn azolen en quaternaire ammoniumverbindingen. Duurdere houtsoorten worden ook gemodificeerd met componenten of harsen zoals azijnzuuranhydride, furaanharsen en melamine.

Het houtproduct neemt door de behandeling meetbaar in gewicht toe (orde grootte van 20 gewichtsprocenten). Deze middelen vormen een chemische binding met het hout, in tegenstelling tot houtverduurzamingsmiddelen. Het is niet te verwachten dat uienpellen of een extract ervan voor deze toepassing geschikt is.

Technische eisen aan verduurzamingsmiddelen zijn hierboven vermeld. Door de eis oplosbaar kan geconcludeerd worden dat van de uienpellen en staarten een extract gemaakt dient te worden. Pas dan kan bepaald worden of en hoe effectief de fungicide werking is.

Potentiële volume

Het potentiële volume middel nodig om hout te verduurzamen is groot. Op basis van het gemiddelde verbruik per m³ hout (150 l/m³ van 3%ige oplossing van 300 g/l koperoxide en 10 g/l azol) en uitgaande van een jaarvolume van 800.000 m³ hout is berekend dat er jaarlijks 500 tot 550 ton koperoxide en 18 ton azol gebruikt wordt. De effectiviteit en kostprijs van een uien extract ten opzichte van azol zal bepalen hoeveel extract als fungicide voor het verduurzamen van hout afgezet kan worden. Daarnaast speelt mee of het extract toegelaten wordt op de lijst van toegestane middelen binnen de gewasbeschermingsmiddelenwet.

De houtverduurzamingsmiddelen worden vermarkt na menging van ingekochte chemicalien door onder andere de volgende bedrijven:

- Wolmann (Duitsland)
- Osmose
- Arch Timber Protection
- Hoetmer (Ridderkerk)
- Woodchem (Alkmaar)

Stabiliteit en werkzaamheid

Van uienextracten is bekend dat het als antischimmel middel goed dienst kan doen (Kim 2004, Kim 2006). Het is niet bekend hoe stabiel en werkzaam een uienextract is als houtverduurzamingsmiddel. De bruin gele kleur is mogelijk positief omdat dan zichtbaar is dat het hout behandeld is. Nu wordt vaak een pigment toegevoegd om dit te laten zien. Samenvattend kan gesteld worden dat nader onderzoek noodzakelijk is om meer zekerheid te hebben over de werking en het effect onder verschillende omstandigheden en verwerkings-technieken.

UV blokker (toepassing 33)

UV-stabiel

Zoals beschreven in de toepassing “kleurstoffen” is de ui-kleurstof “UV-stabiel”. Deze eigenschap kan gebruikt worden om in biopolymeren de kleurvastheid te behouden. Wegens het ontbreken van relevante data uit de litera-

tuur is nader onderzoek noodzakelijk om te bezien welke specifieke toepassingen mogelijk zijn.

5.9 Conclusies

Uit het literatuuronderzoek komt naar voren dat er vijf groepen te onderscheiden zijn:

Groep 1: Toepassingen waarvan de werking vanuit de verschillende uienproducten bekend en bewezen zijn en die op korte termijn ontwikkeld kunnen worden.

Er is geen discussie over het feit of uienproducten werkzaam zouden zijn voor deze toepassingen. Vaak gaat het op markten die al op korte termijn zijn op te pakken.

- Deze toepassingen wil ZUVER zelf verder oppakken en ontwikkelen.
- Het gaat hier om de toepassingen in het cluster “fertilizer” en “fuel” en kleurstof.
- Vaak kan aansluiting gevonden bij andere Zeeuwse initiatieven (met name waar het gaat om de “fuel” toepassingen)

Groep 2: Toepassingen waarvan niet bekend of niet zeker is of de uienproducten werkzaam zijn en/of effect hebben.

Daarvoor is nader onderzoek nodig. Dit kan vrij eenvoudig zijn – bijvoorbeeld door een monster te sturen naar het afnemende bedrijf – maar ook ingewikkelder en met meer risico’s omgeven.

Het gaat hier om de toepassingen:

- Zware metalen binder
- Antischimmel middel
- UV-blokker
- Ingrediënt huidcrème
- Anti-astmatische middelen voor varkens

Groep 3: Hoogwaardiger toepassingen waarvan er voldoende aanwijzingen zijn voor een goede werking en effect, maar waar aanvullend onderzoek specifiek voor de uienproducten nog nodig is.

- Ingrediënt gezondheid bevorderende middelen
- Antibacterieel middel
- Remming oxidatie
- Grondstof ethanol

Groep 4: Hoogwaardiger toepassingen waarvan de werking en effecten goed bekend en duidelijk zijn.

In de wetenschappelijke literatuur worden de effecten beschreven en aangetoond.

Het gaat hier om de volgende toepassingen:

- Insecticide
- Grondstof voor uienolie
- Kleurstof
- Geur- en smaakstoffen

Groep 5: Toepassingen die ZUVER om – voor hen van belang zijnde – redenen niet verder willen ontwikkelen.

- Diervoeders
- Ingrediënt aardewerk
- Mini-uitjes voor de sier
- Composietversterker
- Grondstof voor papier
- Vochtabsorberende vezels

ZUVER heeft vervolgens besloten om de volgende opties nader uit te werken:

3 opties nader te benoemen compostering, bio-ethanol productie en kleurstoffen. Deze opties zal ZUVER in eigen beheer verder uitwerken.

Andere opties wil ZUVER verder laten onderzoeken. Het gaat daarbij om:

1. Verbranding
2. Vergisting
3. Anti-oxidant
4. Insecticide
5. Fungicide

Daarvoor heeft ZUVER onderzoeksvragen geformuleerd die in de komende hoofdstukken worden uitgewerkt.

6 Uitwerking van de meest aantrekkelijke toepassingen

6.1 Inleiding

Hoofdstuk 5 heeft laten zien dat er een groot aantal toepassingen zijn voor de uien-reststroom. In overleg met de Begeleidingscommissie is een aantal van deze toepassingen verder uitgewerkt, te weten: compostering, verbranding, vergisting, bio-ethanol, kleurstoffen, anti-oxidant, insecticide en fungicide. In de bijlagen is een gedetailleerde uitwerking van een aantal toepassingen beschikbaar. Deze vormen de basis voor de conclusies en aanbevelingen voor vervolgacties, waarmee het hoofdstuk afsluit.

6.2 Compostering

Deze optie is door ZUVER verder uitgewerkt. ZUVER komt daarbij tot de volgende conclusies en aanbevelingen voor het vervolg.

Compostering op
eigen bedrijf

Composteren van de organische reststroom is een toepassing die kansen biedt voor de uienbewerkende sector om een duurzaam product af te zetten. Het composteren van de organische reststroom op het eigen bedrijf is een mogelijkheid die relatief eenvoudig te realiseren is. Alhoewel het investeringen met zich meebrengt die niet daadwerkelijk leiden tot een financiële verwaarding.

Afval

De reststroom die op het eigen bedrijf vrijkomt wordt niet aangemerkt als zijnde afval, omdat het als grondstof wordt gebruikt bij het composteringsproces dat tevens binnen dezelfde inrichting plaatsvindt. Wel gelden eisen ten aanzien van de composteerinrichting zoals aangegeven in de wet Milieubeheer.

Wet Milieubeheer

Aanvullende bepalingen

Daarnaast kan het bevoegd gezag nadere aanvullende bepalingen stellen. In de meeste gevallen is de gemeente bevoegd gezag. Goed overleg is wat dat betreft een vereiste. Het gaat bij de betrokken gemeenten hoofdzakelijk om een milieukundig verantwoorde en duurzame afzet van de organische reststroom, waarbij wordt gestreefd naar een toepassing die meest verantwoord is. Daarbij wordt als maatstaf vaak de zogenaamde “ladder van Lansink” gebruikt. Bovendien mag het landbouwkundig gebruik van het perceel waarop de reststroom wordt aangewend niet in het geding komen. Teelt van een gewas op desbetreffende percelen is, wat betreft landbouwkundig gebruik, van belang.

Landbouwkundig
gebruik

Gebruiksnormenstelsel

De geproduceerde compost bij de uienbewerkingsbedrijven valt onder de mestwet 2006. Afzet is sinds 1 januari 2006 gekoppeld aan het stelsel van gebruiksnormen. Het uitvoeringsbesluit met betrekking tot de afzet van com-

Collectieve
bemonstering

post is sinds 4 juli 2007 van kracht. Op 1 januari 2008 zal, uitstel voorbehouden, ook de ministeriële uitvoeringsregeling van kracht gaan. Dit rapport baseert zich daarom op deze documenten. Eventuele wijzigingen die zich nog kunnen voordoen zullen via de nieuwsbrief aan de sector bekend gemaakt worden. De nieuwe wetgeving biedt voor de sector kansen wat betreft de dosering die kan worden aangewend. Onderzoek heeft aangetoond dat de wijze van afzet zoals momenteel en in het verleden heeft plaatsgevonden verantwoord is vanuit milieuhygiënisch oogpunt. Wel dient nader onderzoek te worden verricht naar de mogelijkheden van een collectieve bemonstering voor de gehele sector. Dat biedt kansen wat betreft administratieve verplichtingen en een aanzienlijke kostenbesparing.

Tenslotte bieden andere afzetkanalen door de compost te gebruiken als veenvervanger of compost met ziekteverende eigenschappen voor de toekomst perspectief. Juist in het kader van geïntegreerde bestrijding en duurzaamheidsvisie kan het uitwerken van dergelijke toepassingen uiterst zinvol zijn.

6.3 Verbranding

Proximate, ultimate
analyse

Door ECN is een aantal analyses uitgevoerd aan de reststroom om indicatieve gegevens te krijgen met betrekking tot de mogelijkheid van thermische conversie (verbranding). Het gaat hier om een zogenaamde proximate, ultimate en *verbrandingswaarde analyses*. Zuver heeft 2 representatieve monsters aangeleverd:

1. Totale reststroom exclusief grond en ondermaat (monster 2 van Zuver)
2. Reststroom staarten (monster 3 van Zuver)

Verbrandingswaarde

De resultaten van de analyses worden in tabel 7 gepresenteerd. De analyse laat zien dat het as-gehalte (10 a 14% Bij 550 °C) en de calorische waarde van 14.7 a 15 MJ/kg in dezelfde categorie als stro of berm- en natuurgras valt (www.ecn.nl/phyllis). Vergeleken met een aantal stro en gras monsters in de Phyllis database is het N en Cl gehalte relatief laag. Het Ca gehalte is hoog en het Mg gehalte is gemiddeld. Het K en Na gehalte is niet hoog. Dit betekent dat we kunnen verwachten dat corrosie problemen meevallen en dat as-agglomeratie beperkt is.

Corrosie en
as-agglomeratie

We kunnen verwachten dat installaties die agro-residuen als grondstof verbranden wellicht ook belangstelling voor de uienpellen kunnen hebben. Denk hierbij aan de kolencentrale in Borssele (EPZ) en de EON centrale op de Maasvlakte. In hoeverre hiervoor een goede prijs betaald kan worden is niet

Verwaarding reststroom uienbewerking

te zeggen. Het moet mogelijk zijn om op basis van de analyse resultaten te besluiten om een praktijkproef te doen.

Een alternatief is om te onderzoeken of het materiaal geschikt is voor een kleinschalige verbranding waarbij de warmte wordt gebruikt voor lokale verwarming.

Tabel 7. Resultaten van verbrandingsproef ECN (2007). Sample 2, totale reststroom exclusief grond en ondermaat en sample 3, reststroom staarten.

Stroom starten.													
Parameter				AS(550)	AS(815)	H2O	VL	Br	Cl	F	bovenwaarde	C	
Eenheid				%	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	Joule/g	%	
1	Sample no 2 WUR 30-10-2007	1	01-11-2007	10.33	7.57	13.45	71.45	<10	2899	6	14952	40.28	
		2		10.29	7.46		n.a.					39.95	
2	Sample no 3 WUR 30-10-2007	1	01-11-2007	14.12	11.33	13.20	69.68	107	7756	13	14673	38.38	
		2						45	7917	12	14808	38.10	
Parameter				H	N	O	Al	As	B	B1	Ba	Ca	Cd
Eenheid				%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
1	Sample no 2 WUR 30-10-2007	1	5.15	0.36	44.98	1301	2.833	31.44	30.13	14.78	26074	0.089	
		2	5.25	0.39	44.18	1290	0.650	31.79	30.40	14.24	25845	0.356	
2	Sample no 3 WUR 30-10-2007	1	5.11	0.56	41.58	2448	4.760	37.65	37.27	22.30	28179	0.159	
		2	4.88	0.58	0.95								
Parameter				Co	Cr	Cu	Fe	Gc	K	La	Li	Mg	Mn
Eenheid				mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
1	Sample no 2 WUR 30-10-2007	1	2.229	5.676	6.679	943.1	5.368	6095	0.994	1.335	1907	85.23	
		2	2.652	6.255	6.813	938.5	6.107	6168	1.005	1.478	1903	85.97	
2	Sample no 3 WUR 30-10-2007	1	2.143	7.592	3.502	1594.0	7.298	9812	1.851	2.436	2306	84.97	
		2											
Parameter				Mo	Na	Ni	P	Pb	S	Sb	Sc	Si	Sn
Eenheid				mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
1	Sample no 2 WUR 30-10-2007	1	0.820	1460	2.557	246.9	1.103	888.4	0.433	-1.139	4358	0.925	
		2	1.659	1477	2.632	247.2	3.539	876.8	0.463	-0.944	4438	0.614	
2	Sample no 3 WUR 30-10-2007	1	2.625	2591	2.843	481.9	-0.039	1397.7	-0.419	1.268	8219	0.507	
		2											
Parameter				Sr	Ti	V	W	Y	Zn				
Eenheid				mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg				
1	Sample no 2 WUR 30-10-2007	1	102.0	67.97	3.079	12.20	0.735	13.88					
		2	103.4	63.74	3.055	12.83	0.794	13.71					
2	Sample no 3 WUR 30-10-2007	1	138.6	94.65	5.593	10.75	1.294	11.58					
		2											

6.4 Vergisting

Eén van de mogelijkheden om uien-restromen te benutten is door deze stroom te vergisten. Aangezien het budget en de tijd onvoldoende was om een vergistingsproef uit te voeren, is besloten om een verteringsproef uit te voeren “Weende analyse”.

De volgende monsters werden geselecteerd door Zuver:

1. Totale reststroom exclusief grond (monster 1 van Zuver)
2. Reststroom staarten (monster 3 van Zuver)

Weende analyse

De Weende proef is een relatief goedkope methode en levert informatie op om te besluiten hoe verder te gaan met betrekking tot het vergistingstraject.



Figuur 13. Samenstelling van voeders

In figuur 13 is schematisch weergegeven welke componenten in voeder materiaal aanwezig zijn. Bij de Weende analyse worden de volgende “elementen” bepaald:

- Droge stof (of vochtgehalte)
- Ruw eiwit
- Ruw vet
- Ruwe as
- Ruwe celstof

Potentiële biogas productie

Op basis van bovenstaande analyse kan dan de hoeveelheid koolhydraten die voor vergisting belangrijk zijn uitgerekend worden. Daarmee ontstaat voldoende inzicht in de potentiële biogasproductie.

Tabel 8. Weende analyse van ui-reststromen (analyses uitgevoerd door ASG, ID-Lelystad BV)

	Droge stof [g/kg]	Ruw as [g/kg]	Ruw ei- wit [g/kg]	Ruw cel- stof [g/kg]
Totale reststroom excl. grond	931	118	42	244
reststroom staarten	939	145	41	246

Ruwe celstof

Over het algemeen is er een verband tussen verteerbaarheid van een voeder en de hoeveelheid ruwe celstof. Hoe lager de hoeveelheid ruwe celstof is, hoe beter de verteerbaarheid. In tabel 8 is te zien dat de hoeveelheid ruwe celstof circa 25% is. Dit is een redelijk hoog gehalte en vergelijkbaar met goed grashooi. Goed verteerbare stoffen zoals maïs, soja, gerst en haver hebben een hoeveelheid ruwe celstof dat lager is dan 10%.

Droge stof gehalte

In Nederland zijn de meeste vergisters co-vergisters waarin >50% mest wordt gebruikt. Bij het management van de vergister wordt gestreefd naar een zo hoog mogelijke biogasopbrengst door co-producten met een zo hoog mogelijke biogasopbrengst toe te voegen zonder de hoeveelheid mest die gebruikt wordt te reduceren. Het droge stof gehalte van het substraat kan bovendien niet hoger zijn dan 15%. Dit betekent dat uienpellen en staarten waarschijnlijk niet het meest aantrekkelijke vergistingssubstraat vormen. Bij hoge prijzen voor grondstoffen zoals nu het geval is kan het een wellicht wel een optie zijn. Het is daarom te overwegen om kleinschalige vergistingsproeven uit te voeren. Naar verluid is het binnenkort mogelijk om bij Blgg, in Oosterbeek in vitro vergistingsproeven te laten uitvoeren.

6.4 Bio-ethanol

Ook deze optie is door ZUVER verder uitgewerkt, waarbij ZUVER de volgende conclusies trekt en aanbevelingen voor het vervolg formuleert. Gezien de ontwikkelingen van stijgende olieprijs, politieke besluiten en beleidsvorming op Europees en nationaal niveau en daarnaast de discussie om voedselbronnen in te zetten voor energieproductie, worden kansen gecreëerd om rest- en afvalstromen in te zetten voor productie van bio-energie.

Ligno-cellulose

De toepassing om de reststroom die bij de uienbewerkingsbedrijven vrijkomt te gebruiken als grondstof voor bio-ethanol productie staat nog in de kinderschoenen. Wel biedt de toepassing van ligno-cellulose houdende grond-

Regionale initiatieven

stoffen kansen voor de reststroom die de uienbewerkingsector genereert, gezien de toepassing van nieuwe technologieën binnen de productie van bio-ethanol. Zeker omdat deze productielocaties ook binnen de regio Zeeland worden opgezet. Daarbij gaat het om bio-ethanol productielocaties van Nedalco in Sas van Gent en bio-ethanol productie project “De Groene Poort” in Rilland. Met deze laatste partij is overleg dat nog steeds loopt. Hoewel de gegevens die zijn onderzocht binnen dit project een goede basis vormen, is nader onderzoek naar de exacte samenstelling van de reststroom om deze in te zetten voor bio-ethanol productie waarschijnlijk noodzakelijk.

6.5 Kleurstoffen

Bewezen optie

De derde optie die ZUVER zelf verder heeft uitgediept is die van de natuurlijke kleurstoffen. ZUVER schat de kansen op de markt als volgt in: De mogelijkheid om de reststroom te gebruiken als grondstof voor natuurlijke kleurstoffen is een bewezen optie. Er lopen momenteel contacten met een bedrijf dat natuurlijke kleurstoffen produceert en de uienpellen als goede grondstof ziet voor de productie van natuurlijke kleurstoffen. Daarnaast zijn er in Duitsland en Oostenrijk bedrijven die zich specialiseren op het produceren van natuurlijke kleurstoffen uit uienpellen.

Afnemers

Extractie

De reststroom “pellen” zoals die vrijkomt bij het sorteer- en verpakkingsproces is zonder verdere opwerking of opschoning te gebruiken als grondstof voor het extractieproces om natuurlijke kleurstoffen te produceren. De techniek is gebaseerd op de extractie van fenolische verbindingen, in het bijzonder quercitine. Quercitine is een stof die niet alleen als kleurstof wordt toegepast, maar nog veel meer bekendheid geniet binnen de wereld van “farma- en nutraceuticals”. De stof heeft antioxidatieve eigenschappen en komt in uien in relatief hoge concentraties voor. Juist in de buitenste droge rokken is de concentratie het hoogst. Een combinatie van kleurstof en anti-oxidanten biedt nog grotere kansen voor deze toepassing. Juist door beide toepassingen te realiseren en het andere (rest)deel van de reststroom te in te zetten op het gebied van andere, meer laagwaardige toepassingen kan synergistisch voordeel worden bereikt.

Synergisme

6.6 Anti-oxidant voor levensmiddelen

Jan Dekker

International

De mogelijkheden van het gebruik van de ui-reststroom als anti-oxidant in levensmiddelen zijn verkend bij Jan Dekker International. Uit deze verkenning komen de volgende kansen, bedreigingen, sterke en zwakke punten.

Natuurlijke
anti-oxidanten

Novel Food Regulation

Toelating en registratie

Kennisleemten

Als *kansen* wordt allereerst genoemd: de grote afzetmarkt voor anti-oxidanten. Er zijn wereldwijd echter slechts 10 grote leveranciers. Daarnaast is er een verschuiving van synthetische naar natuurlijke anti-oxidanten in verband met de voedselveiligheid. Een aantal synthetische anti-oxidanten staat onder verdenking. Daartegenover staat een tweetal *bedreigingen*. Zo is het onduidelijk in hoeverre een uienextract onder de Novel Food Regulation (EU Regulation 258/97) zal vallen. Deze regeling is mogelijk niet van toepassing op kruidenextracten. Bovendien bestaan uienextracten al langer, denk bijvoorbeeld aan uienolie. Daarnaast zijn de hoge kosten voor toelating en registratie als ingrediënt voor levensmiddelen een negatief punt. *Sterke punt* van de uien-reststroom is de natuurlijke oorsprong. Echter, er zijn ook *zwakke punten*. Als eerste wordt genoemd: de variatie in samenstelling en kwaliteit van de reststromen uien; het gaat immers om een natuurproduct. Vervolgens is de extraheerbaarheid van anti-oxidanten uit uienresten onvoldoende bekend. Indien een het extractieproces goed verloopt, zijn er geen problemen met vervuiling door gronddeeltjes en/of een te hoge microbiële activiteit. Een derde zwak punt is het gebrek aan kennis over de eigenschappen van uienextracten, onder andere ten aanzien van geur, kleur (geel kan, maar donker niet), smaak, oplosbaarheid in olie en water (uit eerder onderzoek bleek slechte oplosbaarheid). En in relatie met het vorige punt: de relatief zwakke antioxidatieve werking in vergelijking met alternatieve anti-oxidanten en de beperkte stabiliteit van quercetine. Jan Dekker International BV geeft aan interesse te hebben in een vervolg van de verkenning van de mogelijkheden.

6.7 Antischimmel middel

Stichting Hout
Research

Over de mogelijkheden van het gebruik van de ui-reststroom als anti-schimmel middel van houtproducten is gesproken met de Stichting Hout Research. Duidelijk is dat er twee typen houtschimmels zijn: (a) oppervlakte-schimmels die voor de blauwkleuring zorgen en de houtstructuur niet aantasten en (b) schimmels die zich inwendig in het hout bevinden en daar de houtstructuur beschadigen.

Er is nog weinig bekend van de eigenschappen van reststromen van uien. Op basis van de (beperkte) beschikbare kennis, zijn de volgende kansen, bedreigingen en sterke en zwakke punten benoemd.

Groot afzetvolume

De eerste *kans* is het potentiële grote afzetvolume. Verder liggen er kansen voor natuurlijke producten, temeer omdat de nu gebruikte chemische verbindingen onder vuur liggen. Met name de koper- en chroomverbindingen hebben een negatieve annotatie. Met uienextracten kan worden ingespeeld op

Toelatingsprocedure	duurzaamheid. Er is dus interesse bij de bedrijven voor dit product. Echter een aantal <i>bedreigingen</i> moet ook worden genoemd. Zo is de benodigde toelatingsprocedure niet eenvoudig, hetgeen ook gepaard gaat met hoge kosten. De kosten om de toxiciteit en de fungicide werking aan te tonen zijn hoog en duurt lang (drie jaar). Vervolgens is het de vraag of en in hoeverre bedrijven nieuwe producten ook accepteren. Waar het gaat om <i>sterke punten</i> is vooral de natuurlijke oorsprong opvallend. Daarnaast wordt het product mogelijk als een goedkoop alternatief gezien wordt voor de relatief dure organische verbindingen. Een derde sterk punt is het feit dat er geen extra pigment nodig is voor herkenbaarheid, doordat uienextract van zichzelf al geel tot bruin is. Ook zijn er
Onderzoekskosten	<i>zwakke punten</i> . Zo is er grote onbekendheid van het product, met name de werkzaamheid op de lange termijn in verband met vermindering inwendige schimmelgroei. Ook is er de angst van “geur-verspreiding” en de kans op aanwezigheid van stof en zand. Onzeker is of de leverancier kunnen voldoen aan de eis van een constante kwaliteit (ui is immers een natuurproduct).
Natuurlijke oorsprong	
Onbekendheid product	

Bij de Stichting Hout Research is interesse uitgesproken in het product dat ZUVER zou kunnen aanleveren. Wel is er meer kennis over het product nodig. Middels experimenteel onderzoek zou een aantal leemten in kennis kunnen worden opgevuld.

Op basis van de nu beperkte kennis wordt ingeschat dat een uienextract in eerste instantie mogelijk als middel tegen blauwverkleuring van hout gebruikt kan worden. Daar immers speelt het (mogelijk) zwakke punt van het verspreiden van een uiengeur niet of nauwelijks een rol. Het is niet te verwachten dat een extract van uienpellen voor de hoogwaardiger toepassing geschikt is.

6.8 Insecticide

Pireco

Denka International BV

Er is een tweetal interviews gehouden in de markt: met het bedrijf Pireco en het bedrijf Denka International BV. Beide bedrijven zijn actief in de markt van insecticiden, waarbij biologische en natuurlijke middelen in belang toemen.

Beide bedrijven zien het voordeel van de uien-reststroom als zijnde een natuurlijk product. Echter, er is nog weinig bekend over de eigenschappen van reststromen van uien. Daarover moet eerst meer kennis beschikbaar komen. Temeer omdat het traject van toelating en registratie van nieuwe middelen veel tijd en geld vraagt.

Natuurlijke oorsprong	<i>Kansen</i> liggen er omdat er sprake is een groeiemarkt voor plantenversterkers en gewasbeschermingsmiddelen van natuurlijke oorsprong. Aan de andere kant zijn er ook <i>bedreigingen</i>. Er is een vacuüm in de wet- en regelgeving voor gewasbeschermingsmiddelen van natuurlijke oorsprong. Voorheen vielen deze producten onder de Regeling Uitzondering Bestrijdingsmiddelen (RUB), maar deze regeling is in oktober 2007 komen te vervallen. Het is de verwachting, dat er wederom een uitzonderingspositie komt.⁸ Om dit te bereiken wordt samenwerking met andere partijen in deze sector gezocht. Verder zijn er de (zeer) hoge kosten van toelating en registratie van gewasbeschermingsmiddelen. <i>Sterke punten</i> van het product is de goede inpasbaarheid in het principe van een natuurlijke kringloop. Bovendien is er een goede beschikbaarheid van grondstoffen met directe en korte afstand tot de leveranciers. De mogelijke inzet van reststromen uien dichtbij de bron als compostextract in plaats van meststoffen.
Toelating en registratie	
Kennisleemten	Als <i>zwakke punten</i> worden genoemd: Te weinig kennis over de werking en effectiviteit van uienextracten. Daarnaast: mogelijk de variatie in samenstelling en kwaliteit van de reststromen uien en uienextracten. Verder is er de vrees voor aanwezigheid van schimmelsporen in uienpellen en gronddeeltjes. Het is niet duidelijk in hoeverre de sporen in een waterig uienextract overleven. En tot slot wordt de omvang mogelijk beperkt genoemd. Afhankelijk van de groei van de markt, kan het beschikbare volume reststromen uien (12.000 tot 18.000 ton per jaar) in de toekomst een beperkende factor zijn. Het gaat om een beperkt volume en de transportkosten zijn relatief laag in vergelijking met de overige kosten. De kennis over het uienproduct is dus beperkt. Bij de bedrijven waarmee contact is gelegd is wel nadrukkelijk interesse in een verder verkenning van de mogelijkheden van de uienproducten – samen met ZUVER.

6.9 Conclusies en aanbevelingen

Compostering is duidelijk een optie die makkelijk te realiseren is. Samenwerking bij de afzet (bemonstering) is aan te bevelen. Verder is het mogelijk dat er meerwaarde verkregen kan worden als het product toegepast kan worden voor ziektebestrijding of als veen vervanger. Hiervoor is nog meer onderzoek nodig.

⁸ Duitsland en Frankrijk zijn hier grote voorstanders van.

Verbranding lijkt een interessante optie indien er een afnemer geïnteresseerd is. Het leveren van een product met lage verontreiniging is hierbij belangrijk.

Voor de nieuwe toepassingen (insecticide, fungicide, anti-oxidant) is het duidelijk dat er kansen liggen. Sterk punt is de natuurlijke oorsprong. Tegelijkertijd betekent dat ook een zwakte: de variatie in productkwaliteit. Bovendien is er weinig kennis over de werking en effectiviteit van het uienproduct voor deze toepassingen. Interesse in de verdere verkenning van de technische mogelijkheden is er zeker wel. Aanbeveling is dan ook om op korte termijn contact met hen te zoeken. De bedrijven willen graag van ZUVER horen hoe ZUVER het vervolgtraject ziet. Daarom is de aanbeveling om contact te zoeken met deze bedrijven, hen uit te nodigen op het uienbewerkingsbedrijf en in nauwe samenwerking met hen aanvullend onderzoek uit te voeren om de leemten in kennis te kunnen opvullen.

Literatuur

- Akaranta, O., W. Donbebe, et al. (1996). "Plywood adhesives based on red-onion skin extract modified with cashewnut-shell liquid." *Bioresource Technology*. 1996; 56(2-3): 279-280.
- Akaranta, O. and T. O. Odozi (1986). "Anti-oxidant properties of red onion skin (*Allium cepa*) tannin extract." *Agricultural wastes*. 1986; 18(4): 299-303.
- Al Delaimy, K. S. and S. H. Ali (1988). "Inhibition of food borne pathogenic bacteria by garlic and onion extracts." *Iraqi Journal of Science*. 1988; 29(3): 267-274.
- Baas, E. en P. Pals (2006) "Perspectief van de Nederlandse ui – Wereldreiziger met smaak", RABOBANK
- Bacon, J. R., G. K. Moates, et al. (1999). "Quantitative analysis of flavour precursors and pyruvate levels in different tissues and cultivars of onion (*Allium cepa*)." *Food chemistry* 64(2): 257-261.
- Bilyk, A., P. L. Cooper, et al. (1984). "Varietal differences in distribution of quercetin and kaempferol in onion (*Allium cepa* L.) tissue." *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1984; 32(2): 274-276; 11 ref.
- Block (1992). "Allium chemistry: HPLC analysis of thiosulfinates from onion, garlic, wild garlic, leek, scallion, shallot, elephant garlic, chive and chinese chive. Uniquely high allyl to methyl ratios in some garlic samples." *J.Agric. Food Chem* 40: 2418-2430.
- Block, E. (1992). "The organosulfur chemistry of the genus allium - Implications for the organic chemistry of sulfur." *Angewandte Chemie International Edition English* 9: 1135-1178.
- Block, E., D. Putman, et al. (1992). "Allium Chemistry: GC-MS analysis of thiosulfinates and related compounds from onion, leek, scallion, shallot, chive and chinese chive." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 40: 2431-2438.
- Bonaccorsi, P., C. Caristi, et al. (2005). "Flavonol glucoside profile of southern Italian red onion (*Allium cepa* L.)." *Journal of agricultural and food chemistry* 53(7): 2733-2740.

- Brewster, J. L. (1994). The biochemistry and food science of alliums.
- Chung, V. Q., L. Kelley, et al. (2006). "Onion extract gel versus petrolatum emollient on new surgical scars: a prospective double-blinded study." *Dermatologic surgery* 32(2): 193-197.
- Clarkson, J. P., T. Payne, et al. (2002). "Selection of fungal biological control agents of *Sclerotium cepivorum* for control of white rot by sclerotial degradation in a UK soil." *Plant pathology* 51(6): 735-745.
- Clarkson, J. P., A. Scruby, et al. (2006). "Integrated control of *Allium* white rot with *Trichoderma viride*, tebuconazole and composted onion waste." *Plant pathology* 55(3): 375-386.
- Coventry, E., R. Noble, et al. (2006). "Allium white rot suppression with composts and *Trichoderma viride* in relation to sclerotia viability." *Phytopathology* 96(9): 1009-1020.
- Coventry, E., R. Noble, et al. (2005). "Suppression of *Allium* white rot (*Sclerotium cepivorum*) in different soils using vegetable wastes." *European Journal of Plant Pathology*. 2005; 111(2): 101-112.
- Dorsch, W., O. Adam, et al. (1985). "Antiasthmatic effects of onion *allium-cepa* extracts detection of benzyl isothiocyanate and other isothiocyanates mustard oils as antiasthmatic compounds of plant origin." *European Journal of Pharmacology*. 1985; 107(1): 17-24.
- Dorsch, W. and J. Ring (1984). "Suppression of immediate and late anti-IgE induces skin reactions by topically applied alcohol / onion extract." *Allergy* 39: 43.
- Gunaseelan, V. N. (2004). "Biochemical methane potential of fruits and vegetable solid waste feedstocks." *Biomass and bioenergy* 26(4): 389-399.
- Hansen, S. L. (1999). "Content and composition of dry matter in onion (*Allium cepa* L.) as influenced by developmental stage at time of harvest and long-term storage." *Acta agriculturae scandinavica section b soil and plant science* 49(2): 103-109.

Hollman, P. C. H. and I. C. W. Arts (2000). "Flavonols, flavones and flavanols - Nature, occurrence and dietary burden." *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2000; 80(7): 1081-1093.

Hovius, M. H. Y. and M. R. McDonald (2002). "Management of *Allium* white rot [*Sclerotium cepivorum*] in onions on organic soil with soil-applied diallyl disulfide and di-N-propyl disulfide." *Canadian journal of plant pathology revue canadienne de phytopathologie* 24(3): 281-286.

Jaime, L., M. A. Martin Cabrejas, et al. (2001). "Effect of storage on fructan and fructooligosaccharide of onion (*Allium cepa* L.)." *Journal of agricultural and food chemistry* 49(2): 982-988.

Jaime, L., F. Martinez, et al. (2001). "Study of total fructan and fructooligosaccharide content in different onion tissues." *Journal of the science of food and agriculture* 81(2): 177-182.

Jaime, L., E. Mollá, et al. (2002). "Structural carbohydrate differences and potential source of dietary fiber on onion (*Allium cepa* L.) tissues." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50(1): 122-128.

Kim, J. H. (1997). "Anti-bacterial action of onion (*Allium cepa* L.) extracts against oral pathogenic bacteria." *Journal of Nihon University School of Dentistry*. 1997; 39(3): 136-141.

Kim, J. W., J. E. Huh, et al. (2004). "Antimicrobial activity of alk(en)yl sulfides found in essential oils of garlic and onion." *Food science and biotechnology* 13(2): 235-239.

Kim, J. W., Y. S. Kim, et al. (2004). "Inhibitory activity of essential oils of garlic and onion against bacteria and yeasts." *Journal of Food Protection*. 2004; 67(3): 499-504.

Kim, S. J. and G. H. Kim (2006). "Quantification of quercetin in different parts of onion and its DPPH radical scavenging and antibacterial activity." *Food science and biotechnology* 15(1): 39-43.

Kumar, P. and S. S. Dara (1981). "Binding heavy metal ions with polymerized onion skin." *Journal of Polymer Science* 19: 397-402.

Kumral, A. and I. Sahin (2003). "Effects of some spice extracts on *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* and *Enterobacter aerogenes*." *Annals of Microbiology*. 2003; 53(4): 427-435.

Lancaster, J. E. and M. J. Boland (1990). *Flavour biochemistry. Onions and allied crops*. H. D. Rabinowitch and J. L. Brewster, Boca Raton; CRC Press. 3: 33-72.

Lecain, S., A. Ng, et al. (1999). "Modification of cell-wall polymers of onion waste - Part I. Effect of pressure-cooking." *Carbohydrate polymers* 38(1): 59-67.

Luesink, H. (2005). *Verwaarding reststroom uienverwerking tot zwarte grond*, Landbouw-Economisch Instituut (LEI): 8.

LEI/CBS, 2006. *Land- en tuinbouwcijfers 2006*. Rapport PR.06.03

Lancaster (1981). "Presence of alliinase in isolated vacuoles and of alkyl cysteine sulphoxides in the cytoplasm of bulbs of onion (*Allium cepa*)." *Plant science letters* 22: 169-176.

Lee, M. K., Y. M. Kim, et al. (2002). "Prevention of browning in potato with a heat-treated onion extract." *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*. 2002; 66(4): 856-858.

Martin Cabrejas, M., K. W. Waldron, et al. (1994). "Cell wall changes in Spanish pear during ripening." *Journal of Plant Physiology*. 1994; 144(4/5): 541-548; 31 ref.

Mogren, L. (2006). *Quercetin content in yellow onion (*Allium cepa* L.). Effects of cultivation methods, curing and storage*. Department of crop science. Alnarp, Swedish University of Agricultural Sciences.

Naber, J. E. and F. Goudriaan (2005). HTU. NPT conference.

Ng, A., S. Lecain, et al. (1999). "Modification of cell-wall polymers of onion waste III. Effect of extrusion-cooking on cell-wall material of outer fleshy tissues." *Carbohydrate polymers* 39(4): 341-349.

- Ng, A., M. L. Parker, et al. (1999). "Modification of cell-wall polymers of onion waste - Part II. Effect of divalent cations." *Carbohydrate polymers* 38(1): 69-76.
- Ng, A., A. C. Smith, et al. (1998). "Effect of tissue type and variety on cell wall chemistry of onion (*Allium cepa* L.)." *Food chemistry* 63(1): 17-24.
- Nuutila, A. M., R. Puupponen Pimia, et al. (2003). "Comparison of anti-oxidant activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity." *Food Chemistry*. 2003; 81(4): 485-493.
- Odozi, T. O. and G. O. Agiri (1986). "Wood adhesives from modified red onion skin tannin extract." *Agricultural wastes*. 1986; 17(1): 59-65.
- Odozi, T. O., S. Okeke, et al. (1985). "Studies on binding metal ions with polymerized corn cob and a composite resin with sawdust and onion skin." *Agricultural wastes*. 1985; 12(1): 13-21.
- Patil, B. S. and L. M. Pike (1995). "Distribution of quercetin content in different rings of various coloured onion (*Allium cepa* L.) cultivars." *Journal of Horticultural Science*. 1995; 70(4): 643-650.
- Ramos, F. A., Y. Takaishi, et al. (2006). "Antibacterial and anti-oxidant activities of quercetin oxidation products from yellow onion (*Allium cepa*) skin." *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2006; 54(10): 3551-3557.
- Scholtens, B. (2004). Stop eens een ui in je tank. Proeffabriek maakt eerste diesel van natte biomassa. *Volkskrant*.
- Sivam, G. P. (2001). "Protection against *Helicobacter pylori* and other bacterial infections by garlic." *Journal of Nutrition*. 2001; 131(3 Supplement): 1106s-1108s.
- Termorshuizen, A. J., D. Volker, et al. (2003). "Survival of human and plant pathogens during anaerobic mesophilic digestion of vegetable, fruit, and garden waste." *European journal of soil biology* 39(3): 165-171.

Tokoro, N., M. Sawada, et al. (1987). "Nitrogen composition of vegetables common to Japan." *Journal of Food Composition and Analysis*. 1987; 1(1): 18-25; 21 ref.

Tram Ngoc, L., C. Hazama, et al. (2005). "Antioxidative compounds from the outer scales of onion." *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2005; 53(21): 8183-8189.

Tsiaganis, M. C., K. Laskari, et al. (2006). "Fatty acid composition of *Allium* species lipids." *Journal of Food Composition and Analysis*. 2006; 19(6/7): 620-627.

Udayasekhara Rao, P. (1994). "Nutrient composition of some less-familiar oil seeds." *Food Chemistry* 50: 379-382.

Woude, H. van der. 2006). Mechanisms of toxic action of the flavonoid quercetin and its phase II metabolites. Wageningen ISBN 90-8504-349-2 - p. 229.

Zeevalkink, J. (2005, 12th and 13th October 2005). "Hydrothermal processing of biomass for fuel production." Process pathways for energy recovery from waste and biomass; technical, environmental and social considerations.

Bijlage 1: Samenstelling van de reststroom uit het uienbewerkingsproces

1) Reststroom totaal leden ZUVER

Inhoud pellenbak 1.400 m-3 a 0,60 ton*m-3 = 840 ton*jr-1 totaal reststroom
 Bruto omzet 30.000 ton ==> 2,80% reststroom t.o.v. totaal
 N.B. Uitgaande van een gesloten systeem en wet van massabehoud

NEDERLAND

	<i>min (ton)</i>	<i>max (ton)</i>		<i>min (ton)</i>	<i>max (ton)</i>	
omzet nederland	800.000	900.000	==>	22.400	25.200	reststroom
leden ZUVER	70	% omzet van totaal		15.680	17.640	reststroom

2) Reststromen per proces:

	lossen	afstaarten	sorteren	verh.	%
verdeling reststroom per proces				2	28,6%
naar gewicht (m/m)				4	57,1%
				1	14,3%
totaal				7	100,0%

PROCES	FRACTIE (ton/jr)		
PROCES	min	max	
A	4.390	4.939	reststroom lossen
B	8.781	9.878	reststroom afstaarten
C	2.240	2.520	reststroom sorteren
totaal	15.411	17.337	

3) Verdeling van de verschillende reststroom fracties per proces

PROCES	NAAM		FRACTIE	INDIC.	% (m/m)	ton*jr-1 min	max
A	LOSSEN	1	wortelresten	0	0	0	0
		2	staarten	0	0	0	0
		3	pellenfractie	+	10	448	504
		4	grondfractie	++	68	3.046	3.427
		5	stoffractie	+	20	896	1.008
		6	ondermaat	0/+	2	90	101
	<i>totaal</i>				100	4.390	4.939

B	AFSTAARTEN	1	wortelresten	+	10	896	1.008
		2	staarten	++	40	3.584	4.032
		3	pellenfractie	++	28	2.509	2.822
		4	grondfractie	+	15	1.344	1.512
		5	stoffractie	+	5	448	504
		6	ondermaat	0/+	2	179	202
	<i>totaal</i>				100	8.781	9.878

C	SORTEREN	1	wortelresten	0	0	0	0
		2	staarten	0/+	5	112	126
		3	pellenfractie	+++	85	1.904	2.142
		4	grondfractie	0/+	5	112	126
		5	stoffractie	+	5	112	126
		6	ondermaat	0	0	0	0
	<i>totaal</i>				100	2.240	2.520

4) Verdeling van de verschillende fracties (totalen)

PROCES		% (m/m) van totaal min	max	ton*jr-1 min	max
1	wortelresten	5,7%	5,7%	896	1.008
2	staarten	23,6%	23,6%	3.696	4.158
3	pellenfractie	31,0%	31,0%	4.861	5.468
4	grondfractie	28,7%	28,7%	4.502	5.065
5	stoffractie	9,3%	9,3%	1.456	1.638
6	ondermaat	1,7%	1,7%	269	302
totaal				15.680	17.640

Bijlage 2: Koolhydraat samenstelling van uienpellen en staarten

Ongeveer 40 tot 65 % van de uienpellen en uiwortels bestaat uit koolhydraten. Dit percentage hangt af van de gebruikte extractiemethode voor analyse. Meer gedetailleerde informatie over de verschillende suikers in de koolhydraten zijn in onderstaande tabellen te vinden.

Alcohol extractie

Bruine pellen en de buitenste twee vleziges rokken zijn apart geëxtraheerd met alcohol bij kamertemperatuur volgens het protocol van Martin-Cabrejas et al (Martin Cabrejas, Waldron et al. 1994; Ng, Smith et al. 1998). Dit leverde CAIR op (cold alcohol insoluble residu). Vervolgens is daar na hydrolyse met 72 % zwavelzuur de suikersamenstelling van bepaald en de resultaten zijn te vinden in onderstaande tabel.

Tabel 1. Koolhydraatsamenstelling in de fracties bolstoel & wortel en pellen van 5 uienrassen (Martin Cabrejas, Waldron et al. 1994; Ng, Smith et al. 1998).

Smith et al. 1999.

Monster	Opbrengst [massa %]	Koolhydraatsamenstelling [mol%]								Totaal suikers [m/m%]	UA: NS [-]
		Rha	Fuc	Ara	Xyl	Man	Gal	Glc	UA		
Bolstoel & wortel											
Sturon	11	2	1	4	6	3	4	30	50	73.4	6
Durco	11	2	1	4	5	2	4	28	53	85.1	7
Hysam	14	2	1	3	6	2	4	27	54	73.5	8
Grano	11	2	1	3	6	2	4	30	51	75.6	7
Caribo	16	2	1	3	5	1	4	27	55	89.9	8
GEM	13	2	1	3	6	2	4	28	53	79.5	7
Pellen											
Sturon	68	2	1	1	4	1	1	32	58	79.7	29
Durco	30	2	1	1	4	2	1	36	53	87.2	27
Hysam	39	1	1	1	4	2	1	28	61	79.6	31
Grano	53	2	1	1	5	2	1	29	59	77.7	30
Caribo	40	2	1	1	4	2	1	32	59	89.4	30
GEM	46	2	1	1	4	2	1	31	58	82.7	29

CAIR = koud alcohol onoplosbaar residu verkregen door 3 stappen extractie met 85 % ethanol na malen, gevolgd door filtratie met 100 µm filter.

GEM = gemiddelde van de vijf uivariëteiten

Van monsters van vergelijkbare oorsprong waarvan ook alcohol onoplosbaar residu gemaakt is, zijn ook nog de Klason Lignin gehalten bepaald.

Tabel 2. Koolhydraatsamenstelling en Klason lignin gehalte van drie fracties van drie uirassen (Jaime, Mollá et al. 2002).

Tissue type	Variëteit	Koolhydraten [% van totaal suikers]						Totaal Suikers [m/m% ds]	Klason Lignin [m/m% ds]	Totaal [m/m% ds]	UA: NS [-]
		Glc	Xyl	Gal / Rha	Ara	Man	UA				
Bruine pellen	Sturon	46	2	2	1	4	44	38.9	4.2	43.1	12
	Hysam	37	2	1	1	3	56	54.9	1.6	56.5	32
	Grano	52	2	1	1	3	42	60.3	1.6	61.9	34
Wortel	Sturon	40	5	9	6	9	32	15.2	7.2	22.4	2
	Hysam	46	4	7	3	2	38	28.2	5.4	33.6	4
	Grano	27	6	6	3	6	52	23.5	6.5	30.1	6
Hele ui	Sturon	43	4	14	2	6	31	6.6	1.2	7.8	2
	Hysam	50	2	5	1	2	41	14.8	0.8	15.6	7
	Grano	47	2	8	1	1	40	18.1	1.3	19.4	5

Degree of methylesterification

pectine

In ongepubliceerde data is de degree of methylesterification (DM) van bruine en rode uienpellen bepaald en deze varieerde van 24 tot 30. Een hoge DM (richting 100) betekent dat er pectines met gelerende eigenschappen gewonnen kunnen worden. Als de DM laag is dan zijn er geen sterke gelerende eigenschappen aanwezig, toch kunnen deze pectines wel voor de productie van bioafbreekbare plastics gebruikt worden.

Tabel 3. Koolhydraatsamenstelling en degree of methylesterification van uienpellen van onbekende oorsprong.

Monster	Koolhydraatsamenstelling [mg/kg ds]								Total [mg/kg]	D.M [%]
	Rha	Fuc	Ara	Xyl	Man	Gal	Glc	UA		
Bruine pellen 1	7.3	2.2	5.2	15.3	20.3	32.8	298	356	737	30
Bruine pellen 2	4.9	2.4	6.0	16.8	20.1	16.2	309	401	776	27
Bruine pellen 3	4.6	2.5	6.2	17.1	11.6	14.6	301	426	784	27
Rode pellen	6.0	2.9	9.5	21.7	15.3	26.3	339	415	836	24

Bijlage 3: wereldmarkt uien

Bronnen: cijfers uit databases van USDA, UN Comtrade, CBS en KCB/PT. Tabellen en grafieken zijn bewerkingen vanuit bronnen.

Auteur: G.A. Gunter

Wereldexport en wereldproductie

In 2006 was 69.3% van de totale wereldexport in handen van de 6 grootste uien-exporterende landen. De ruim 200 andere exporterende landen nemen in dat jaar slechts de overige 30,7% voor hun rekening. De cijfers omvatten overigens de export van zaai-, plantuien en sjalotten.

Over de hele wereld werd in 2006 4.762.000 ton uien geëxporteerd. De totale productie wordt in 2006 wereldwijd geschat op bijna 60 miljoen ton product. Dat betekent dat meer dan 90 procent voor consumptie in het eigen land wordt geteeld en slechts een relatief kleine hoeveelheid van ruim 8% wordt uitgevoerd. Alhoewel het altijd nog om ongeveer 1,6 miljoen containers gaat, een rij van 4.000 kilometer vrachtwagens.

In 1961 lag de totale wereldexport met 830.000 ton op het niveau wat de Nederlandse exporteurs in 2005 alleen al voor hun rekening namen. In die jaren werd ongeveer 6% van de totale wereldproductie geëxporteerd. De wereldexport is daarmee dus niet alleen absoluut toegenomen maar ook relatief met 2% en opzichte van de totale wereldproductie.

Grootse drie exporterende landen

Alleen India, Nederland en China nemen anno 2006 al meer dan de helft van de totale wereldexport (51%) voor hun rekening. Deze landen veroveren samen in rap tempo meer marktaandeel. Alhoewel binnen drie grootste uitvoerende landen de gezamenlijke stijging wel ten koste gaat van individuele stijging. De groten worden groter, de kleinen kleiner.

Azië

India en China zijn enorme stijgers. Deze landen breidden hun areaal sinds 2000 fors uit en exporteren bovendien duizelingwekkende hoeveelheden uien. De toename in export van Indiase en Chinese uien steeg over de periode 2000-2005 met respectievelijk 180 en 243 procent! Nederland voerde 47 procent meer uit over dezelfde periode, met de kanttekening dat 2005 met bijna 850.000 ton een gigantisch exportjaar was voor Nederlandse begrippen.

De twee Aziatische reuzen zijn dus niet alleen op industrieel terrein enorme groei-economieën, maar ook de landbouweconomie zit sterk in de lift wanneer wordt gekeken naar deze cijfers. Daarmee vormen ze dan ook een potentiële bedreiging voor de Nederlandse uitvoer van uien. India is sinds 2003 Nederland voorbij gestreefd als grootste exporteur en krijgt steeds meer voorrang. De groei in China is nog sterker dan de Indiase en daarom zal het waarschijnlijk slechts een kwestie van enkele jaren zijn voordat ook dit land Nederland van de tweede plaats heeft verdrongen.

Beide landen exporteren enorme hoeveelheden uien naar een toenemend aantal bestemmingen. Vooral landen in de Zuid Aziatische regio zoals

Marktaandeel

Maleisië, Singapore, Sri-Lanka maar ook de Verenigde Arabische Emiraten en Saoedi-Arabië zijn grote afzetmarkten. Juist ook bijvoorbeeld een afzetmarkt als Maleisië waar vaak meer dan 45.000 ton Nederlandse uien naar werden ge-exporteerd importeert de laatste jaren veel uien vanuit India. In 2005 importeerde Maleisië in totaal 421.000 ton product, waarvan 39.000 ton uit Nederland en 226.000 ton uit India. Het jaar daarvoor waren dat nog respectievelijk 38.000 en 161.000 ton op een totale invoer van 406.000 ton product. Het voorgaande exportseizoen 2006/2007 werd maar 22.000 ton uitgevoerd naar Maleisië, waarbij mogelijk het hoge prijsniveau een belangrijke rol speelde. In figuur 1 is aangegeven wat het relatieve exportaandeel is van de landen die anno 2006 bij de zes grootste exporterende landen behoren.

Duidelijk is te zien de enorm machtige positie die Nederland ruim twintig jaar heeft gehad. Vanaf de jaren '70 tot de jaren '90 stak de Nederlandse uienexport met kop en schouders boven alle anderen uit. Over die periode nam de Nederlandse productie toe met 50%, voornamelijk door areaaluitbreiding. Echter, de Nederlandse export verdubbelde terwijl over dezelfde periode de totale wereldexport met 70% toenam. Vanaf de jaren '90 blijft Nederland relatief achter op de wereldexporten. Terwijl wereldwijd sinds de jaren '90 tot op heden de wereldexport met 146% steeg nam de Nederlandse uitvoer "slechts" met 60% toe. De Nederlandse uitvoer laat duidelijk een relatief dalende trend zien. Landen waar de uitvoer de laatste jaren sterk is toegenomen profiteren vaak van totale economische groei wat leidt tot onder andere verbetering van infrastructuur en logistieke processen, waardoor de export sterk wordt gestimuleerd. Bovendien vervagen afstanden en grenzen waardoor kennis zich snel verspreidt en mondiaal kan worden toegepast.

Toekomst

Met het oog op de opbrengsten die in India en China respectievelijk slechts 20% en 40% van de gemiddelde Nederlandse opbrengsten zijn ligt het voor de hand dat deze twee landen zich het komende decennium richten op verhoging van de productiviteit per oppervlakte-eenheid. Bovendien wordt veel geïnvesteerd in opslagfaciliteiten en droogcapaciteit. Maar ook de sorteer- en verpakkingsfaciliteiten. Deze ontwikkelingen bieden voor het land niet alleen kansen op de regionale Aziatische markten maar openen tevens mogelijkheden om op markten van ontwikkelde landen zoals de Europese markt voet aan de grond te krijgen. Daarbij komt dat voor (multinationale) bedrijven hier een enorme markt openligt die kansen biedt voor omzetverhoging door het toepassen van vaak reeds bestaande kennis en technologie. Aan de andere kant leidt de economische groei ook tot verhoging van de levensstandaard waardoor wellicht meer product binnen het eigen land kan worden afgezet of wordt gevraagd naar andere rassen of kwaliteitsproduct dat in eigen land niet wordt geproduceerd. Voor Nederland liggen daar dan ook kansen. De Nederlandse ui is

immers bekend om zijn uitstekende kwaliteitseigenschappen en bovendien is Nederland een zeer betrouwbare handelspartner. Daarom is het van groot belang dat de Nederlandse ondernemers binnen de uiensector verder kijken dan de eigen bedrijfsbelangen en gezamenlijk een heldere visie vormen die op lange termijn garant staat voor kwaliteit en betrouwbaarheid. Dit geeft immers wereldwijd vertrouwen in het Nederlands product, waardoor het zich kan onderscheiden.

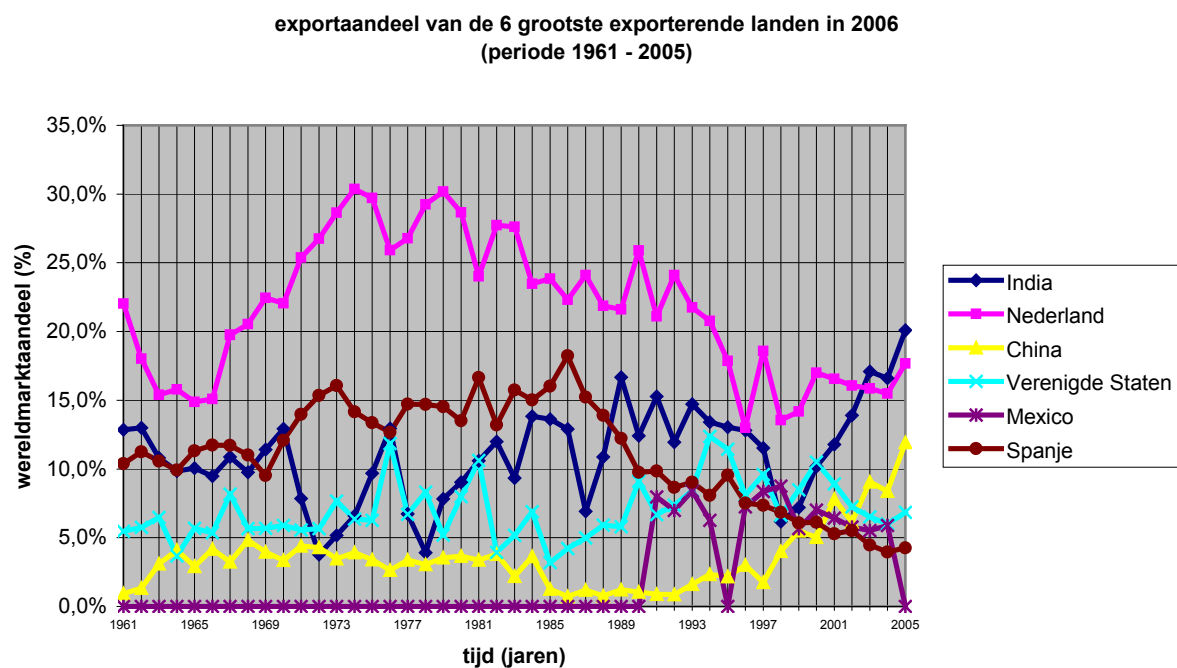
Ook dient in acht te worden genomen dat de totale productie in India voor een groot deel is toe te schrijven aan veel zeer kleine telers. Schaalvergroting zoals de Nederlandse landbouw kent en de voordelen die dat kan opleveren zijn dus momenteel niet aan de orde. Bovendien wordt de export vanuit India gekanaliseerd (NAFED) om de eigen consument en producent te beschermen, waardoor een vrije marktwerking niet tot expressie komt. Dit kan nadelig zijn voor concurrerende landen maar het kan ook voordelen en kansen met zich meebrengen.

De belangrijkste motoren achter de stijging van de wereldexport over deze periode zijn India en China maar ook andere landen spelen een rol. Vaak gaat het individueel slechts om een kleine toename, maar die vele kleine spelers nemen samen een steeds groter marktaandeel in waardoor het marktaandeel van de grootste uitvoerende landen toch onder druk komt te staan.

De Verenigde Staten schommelen al sinds 1961 rond de vierde plaats met gemiddeld 7 a 8% marktaandeel. Mexico verovert sinds begin jaren '90 een plaats op de lijst van grootste exporteurs, terwijl Spanje juist over dezelfde periode van het exporttoneel verdwijnt. Spanje voert sinds de jaren '80 ongeveer dezelfde hoeveelheid product (ca. 230.000 ton) uit en is dus niet meegegaan in de wereldexport toename waardoor het een belangrijk stuk marktaandeel moet inleveren.

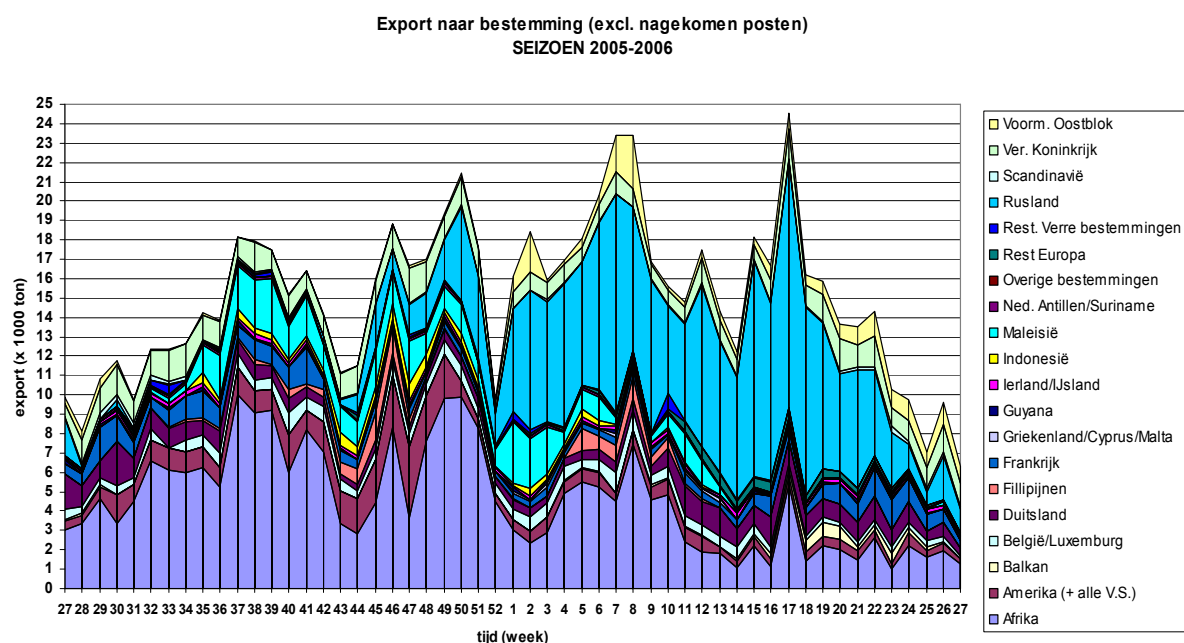
Tabel 1. De zes grootste exporterende landen in 2006 (Bron UN Comtrade; bewerkt)

6 grootste uienexporteurs in 2006			
Uitvoer van zaaiuien, plantuien en sjalotten			
plaats	land	export	percentage
		(x1.000 ton)	(%)
1	India	962	20,2%
2	Nederland	914	19,2%
3	China	569	11,9%
4	Verenigde Staten	326	6,8%
5	Mexico	296	6,2%
6	Spanje	231	4,9%
	Overig	1.464	30,7%
	TOTAAL	4.762	100,0%

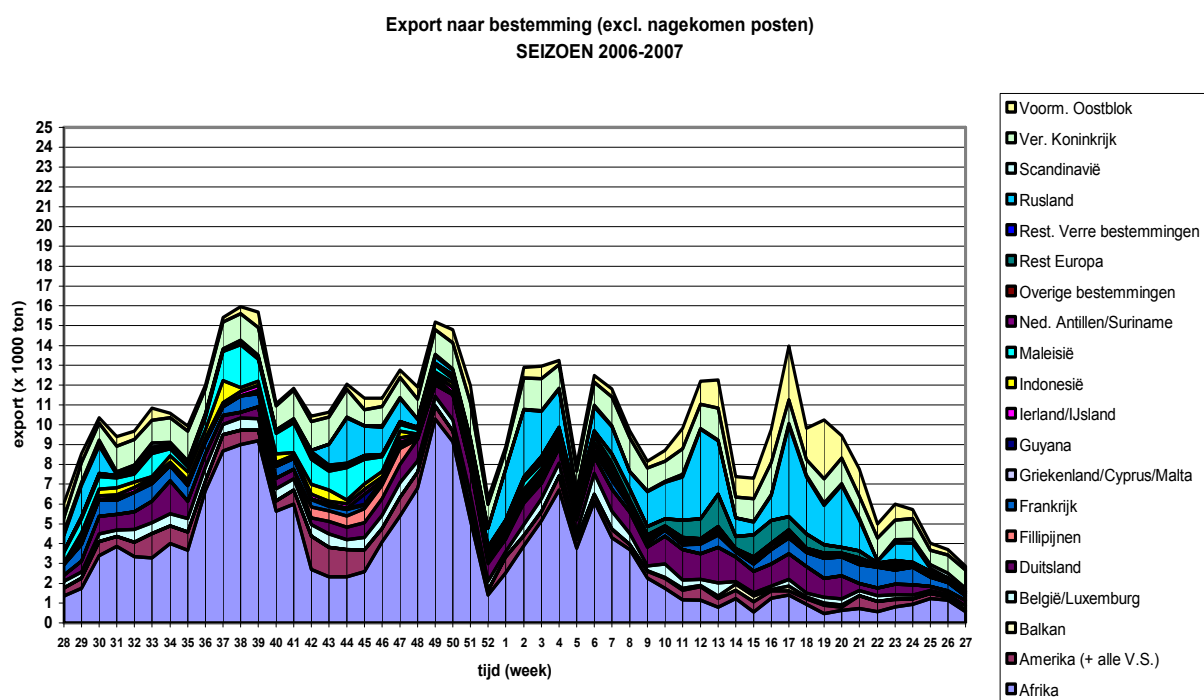


Figuur 1. Relatieve exporten van de grootste exporterende landen in 2006 over de periode 1961-2005.

Verwaarding reststroom uienbewerking



Figuur 2. Export bestemming seizoen 2005-2006.



Figuur 3. Export bestemming seizoen 2006-2007.

Bijlage 4: Compostering

Auteur: G.A. Gunter, ZUVER

Inleiding

Deze annex is opgebouwd uit verschillende onderwerpen die allen gericht zijn op het composteren van de organische reststroom *binnen het eigen bedrijf*. Eerst wordt het composteringsproces op zichzelf beschreven en worden gangbare definities, die voornamelijk in de wetgeving worden gebruikt uitgewerkt. Ook worden de technische aspecten van compostering beschreven en worden aanbevelingen gedaan om het proces zo optimaal mogelijk te laten verlopen. Daarnaast wordt ook een indicatie gegeven van de kosten die het compostering binnen de eigen inrichting met zich meebrengt. Daarbij zijn verschillende methoden van extensieve compostering meegenomen, alsmede het afvoeren van de “verse” reststroom naar een afvalverwerkende inrichting of het uitrijden indien de “vrijstelling stortverbod buiten inrichtingen” van toepassing is.

Ook zijn de eigenschappen van de geproduceerde compost wat betreft bodemverbeterende eigenschappen en het aanwenden als meststof uitgewerkt, waarbij vooral de nadruk is gelegd op het organisch stofgehalte. Compostgebruik binnen de Nederlandse land- en tuinbouw is weergegeven om een beeld te schetsen van de compoststromen en de wijze van afzet binnen Nederland, waarbij nadruk gelegd op de soorten compost die bestaan en de samenstellingseisen waaraan compostsoorten dienen te voldoen.

Een belangrijk deel van deze annex is gewijd aan de samenstelling van compost zoals dat bij de uienbewerkingsbedrijven momenteel wordt geproduceerd. Daarbij is de nadruk gelegd op de nutriëntensamenstelling en de hoeveelheid zware metalen en arseen die in het product voorkomen. Tevens is een bodemonderzoek uitgevoerd op een perceel waar decennialang zowel de organische reststroom (verleden) als de geproduceerde compost (de laatste 15 jaren) zijn aangewend. Daarbij is voornamelijk naar de samenstelling van de bodem in relatie tot organisch stofgehalte, zware metalen en arseen gekeken.

Er wordt ingegaan op geldende wet- en regelgeving voor een bedrijf dat de organische reststroom binnen de eigen inrichting composteert en de consequenties die dit met zich meebrengt. Daarbij worden onder andere het afvalbeleid op nationaal als op Europees niveau betrokken. In het bijzonder de richtlijn die geldt voor afval en de zogenaamde Ladder van Lansink die vaak wordt toegepast om beleid te maken. Naast genoemde wet- en regelgeving die geldt voor

de inrichting an sich, wordt uitvoerig ingegaan op de eisen die gelden met betrekking tot de aanwending van het gecomposteerde product op landbouwpercelen. In het bijzonder de afzet in relatie tot het in 2006 ingevoerde stelsel van gebruiksnormen.

Tenslotte worden praktische aanbevelingen gedaan voor nadere uitwerking van de verwaardingstoepassing “composteren” en afzetkansen van het product op de markt.

Composteringsproces

Definitie

Definitie compost

Compost is een product dat ontstaat door omzetting van organisch materiaal door micro-organismen (bacteriën en schimmels) onder aanwezigheid van zuurstof (aëroob proces) tot een stabiel eindproduct. In de wetgeving (Staatsblad 390, 2006) wordt compost gedefinieerd als: *“een product dat geheel of grotendeels bestaat uit één of meer organische afvalstoffen die met behulp van micro-organismen zijn afgebroken en omgezet tot een zodanig stabiel eindproduct dat daarin alleen nog een langzame afbraak van humeuze verbindingen plaatsvindt”*. In de “Handreiking composteringsplaats voor bedrijven met bloembollenteelt” waarin in de toelichting van het besluit landbouw milieubeheer (blm d.d. 13 juli 2006) hoofdstuk 2 paragraaf 2.4.2 onder de overige voorschriften naar wordt verwezen staat gedefinieerd dat compostering is *“omzetting van plantaardige en dierlijke materialen door micro-organismen in een (min of meer) stabiele humusachtige stof (compost)”*. Composteren wordt gedefinieerd als *“omzetten van plantaardig restmateriaal en hulpstoffen in compost”*. In dezelfde handreiking wordt aangegeven dat onder composthoop wordt verstaan *“een hoop van plantaardig restmateriaal, opgezet met als doel de compostering van dit materiaal”*

Definitie composthoop

Het proces compostering

Composteringsproces

Omdat compostering een biologisch proces is dat door micro-organismen gebeurt, is sprake van een relatief lage temperatuur ($< 80^{\circ}\text{C}$) en een beperkte reactiesnelheid. Door afbraak van organische stof vindt een concentratie van nutriënten plaats, dat tot uiting komt in een toename op basis van het percentage droge stof. De concentratie wordt bepaald door het initiële organisch stofgehalte en het afbraakpercentage van de organische stof door composteren (Veeken en Hamelers, 2002). Bij een goed lopend composteringsproces vinden de volgende processen plaats (Zwart, K *et. al.*, 2004):

- 1) Massa- en volumereductie door waterverwijdering en afbraak van organische stof

- 2) Afbraak van organische stof tot een stabiliteitsniveau
- 3) Doding van pathogenen en plantenzaden doordat een thermofiele fase in het composteringsproces is doorlopen.



Figuur 1. Verschillende fasen van composteringsproces. Variërend van de verse reststroom tot een stabiel eindproduct

Kortcyclisch CO ₂	Enerzijds wordt de organische grondstof voor het composteringsproces door mineralisatie omgezet in anorganische componenten, hoofdzakelijk CO ₂ en water. De CO ₂ die hierbij vrijkomt is kortcyclisch zodat het op macroschaal per saldo niet bijdraagt aan toename van uitstoot van broeikasgas. Het water dat vrijkomt verdampt door de relatief hoge temperatuur in de composthoop.
Temperatuur	Naast verdamping speelt de temperatuur van de composthoop tevens een belangrijke rol in de afdoding van onkruidzaden en (plant)pathogenen. Wanneer de temperatuur te laag is kan het water weglekken, waarbij nutriënten en kleine deeltjes (organische stof) met het lekwater uitspoelen. Het water dat uitspoelt wordt percolaatwater genoemd. De mate waarin verbindingen uitspoelen wordt in belangrijke mate bepaald door de oplosbaarheid van de nutriënten. Zo is bijvoorbeeld fosfaat (P) een zogenaamd conservatief element dat zeer slecht oplosbaar is en dus in zeer beperkte mate onderhevig is aan uitspoeling. Uitspoeling leidt niet alleen tot het verlies van nutriënten uit de compost, maar kan tevens de bodem belasten. De mate van uitspoeling in uienpellencompost is niet bekend, maar zal gezien de samenstelling van de grondstof waarschijnlijk minimaal zijn. Naar het uitspoelen van nutriënten en zware metalen via percolaatwater wordt door ZUVER nog nader onderzoek gedaan. Om dit te voorkomen eisen sommige gemeenten een betonnen vloer waarop wordt gecomposteerd of het aanbrengen van een laag van 15 cm mineraalarm materiaal zoals tuinturf of stro om uitspoelende mineralen te absorberen al of niet in combinatie met afdekken van de composthoop door een vezel- of anti-worteldoek. (Beinum, A en Westra, S; LMB, 2005). Uit onderzoek is gebleken dat wat betreft milieubelasting het aanbrengen van een afdekking in combinatie met een adsorptielaag van turf geen verschil maakt met het aanbrengen van een vloei-stofdichte laag (Wal, A.J. van der <i>et. al.</i> , 2001)
Uitspoeling	

Doelmatigheid
voorkomen uitspoeling

In de “Handreiking composteringsplaats voor bedrijven met bloembollenteelt 2005” wordt de doelmatigheid van het aanbrengen van een adsorberende laag en het toepassen van afdekken door een vezeldoek of anti-worteldoek aangegeven. Daaruit blijkt dat afdekking met genoemde soorten doek de uitspoeling van mineralen met het percolaatwater met 60% vermindert. Voor stikstof geldt een vermindering van 66% en voor fosfaat 79%. Daarmee wordt de uitspoeling uit de composthoop teruggebracht tot onder het niveau van het gemiddelde jaarlijkse stikstof- en fosfaatverlies per oppervlakte-eenheid van bloembollenbedrijven.

Door het aanbrengen van een adsorberende laag tuinturf of stro (dat minstens zo effectief is) van 15cm dik blijkt dat 98% van de stikstof en 90 tot 98% van de hoeveelheid fosfaat en 11 tot 29% van de kali wordt gebonden en dus niet in de bodem terecht komt. Alleen de maatregel van het aanbrengen van een adsorberende laag is dus bijna even effectief als een vloeistofdichte vloer.

Technische eisen aan het uitgangsmateriaal

Stikstof

Omzettingroutes

Vorming biomassa

Nitrificatie

Omdat er in de grondstoffen onder andere stikstof (N) en zwavel (S) voorkomt worden naast water en koolstofdioxide ook ammoniak (NH_3), methaan (CH_4), lachgas (N_2O), stikstofgas (N_2), waterstofsulfaat (H_2S) en andere verbindingen gevormd. Vooral de emissie van stikstofverbindingen speelt een belangrijke rol tijdens het composteringsproces. (Zwart, K *et. al.*). Door afbraak van organische stof komt stikstof vrij in de vorm van ammonium (NH_4^+) dat onder invloed van zuurgraad (pH), temperatuur en beluchting wordt omgezet in ammoniak (NH_3). Het ammoniak kan worden ingebouwd in de biomassa of vervluchtigen in de luchtfase. Bij extensieve vormen van composteren vindt nauwelijks emissie van ammoniak plaats. Naast emissie of inbouw in biomassa wordt ammoniak ook door een proces van nitrificatie omgezet in nitriet (NO_3^{2-}) en vervolgens in nitraat (NO_3^-). Deze omzetting vindt alleen plaats onder aërobe omstandigheden en een temperatuur lager dan 35°C . Daarom speelt nitrificatie vooral een belangrijke rol aan de buitenkant van de composthoop. Nitraat kan dan weer worden omgezet in lachgas (N_2O) en stikstofgas (N_2) wat vervluchtigt in de luchtfase. Onder omstandigheden waarbij voldoende organische stof aanwezig is wordt alleen stikstofgas gevormd, echter indien een gebrek aan gemakkelijk afbreekbaar organisch materiaal aanwezig is en er voldoende zuurstof (O_2) aanwezig is kan lachgas worden gevormd (Zwart, K *et. al.*, 2004).

Initiële vormen van stikstof Belangrijke factoren waarmee rekening dient te worden gehouden bij het composteringsproces zijn de initiële vormen van stikstof die aanwezig zijn in de vorm van organisch gebonden stikstof en ammonium. Zoals boven genoemd kan ammonium dat wordt omgezet naar ammoniak, onder de eerder aangegeven omstandigheden snel emitteren naar de luchtfase.

Verhouding tussen koolstof en stikstof

Afbreekbare stikstof en koolstof Naast initiële vormen van stikstof is ook de zogenaamde C/N verhouding van belang voor het composteringsproces. De C/N verhouding is een indicatie van de hoeveelheid afbreekbaar koolstof in relatie tot de hoeveelheid afbreekbare stikstof in het organisch materiaal. Voor een volledige inbouw van stikstof in biomassa is een C/N verhouding van 20-30 vereist (Haug, 1996). Bij een lagere verhouding komt stikstof vrij in de vorm van ammoniak en bij een hogere verhouding wordt het composteringsproces geremd (Zwart, K *et. Al.*, 2004). De reststroom die vrijkomt bij het uienbewerkingsproces heeft door de vezelrijkheid een hoge C/N verhouding waardoor de stikstofemissie minimaal tot nihil is. Gemiddeld ligt de C/N verhouding tussen de 20 en 40. Bladgewassen hebben een C/N verhouding van 10 a 20, vaste mest 10 tot 25 en stro zelfs 60 tot 80. Bij een C/N verhouding hoger dan 30 wordt alle stikstof vastgelegd in nieuwe biomassa en dus geen stikstof geëmitteerd. Door materialen bij te mengen kan de C/N verhouding worden bijgestuurd. Echter, er dient rekening te worden gehouden met vergunningen die nodig kunnen zijn om afvalstromen aan te voeren binnen de inrichting waar gecomposteerd wordt.

C/N verhouding

Droge stof gehalte

Optimale droge stof gehalte Een andere belangrijke eis voor het uitgangsmateriaal is het droge stof gehalte. Voor een optimale compostering dient deze tussen de 30 en 60% te liggen. De reststroom die bij de uienbewerkingsbedrijven vrijkomt heeft een droge stof gehalte van ongeveer 60% en is dus geschikt voor een goede compostering. Wanneer in beperkte mate (regen)water kan worden toegevoegd, beïnvloedt dit het composteringsproces positief. Er dient rekening te worden gehouden dat een overmaat aan vochttoediening het proces kan schaden door te sterke inklinking van de composthoop waardoor de beluchting niet goed meer verloopt. Daarnaast speelt eventuele uitspoeling bij een teveel aan water een rol.

Kosten van composteren

De kosten voor het composteren zijn sterk afhankelijk van de composteringmethode. Zoals aangegeven is de intensieve compostering snel en gemak-

Vrijstelling stortverbod
buiten inrichtingen

kelijk aan te sturen, maar beduidend duurder dan de extensieve methode. Om een beeld te schetsen van de kosten voor het composteren van uienpellen is in tabel 1 een indicatieve voorstelling gegeven van de kosten voor het afvoeren van de verse reststroom naar een afvalverwerkende inrichting zoals een composteerinrichting of het zelf aanwenden van verse uienpellen zoals bij een “vrijstelling stortverbod buiten inrichtingen” kan plaatsvinden. Daarnaast zijn drie verschillende wijzen van extensieve compostering weergegeven. De methode waarbij percolaatwater wordt gezuiverd door een agrowadi zijn niet meegenomen in dit overzicht.

Gegevens en aannames

De gegevens zijn gebaseerd op een uienbewerkingsbedrijf met een bruto jaarafzet van 50.000 ton en een reststroom van 2,8%. Dat houdt in dat de totale reststroom 1.400 ton per jaar bedraagt. Uitgaande van een gewicht per volume van 140 kg/m³ voor verse reststroom en 650 kg/m³ van gecomposteerde reststroom komt bij een bedrijf van genoemde grootte jaarlijks 10.000 m³ organische reststroom vrij en wordt bij compostering 2.150 m³ compost geproduceerd. Aangenomen dat de wettelijk bepaalde maximale grootte van de composthoop 600 m³ bedraagt, zal bij compostering de composthoop 3 a 4 maal (eigenlijk 3,5 maal) per jaar moeten worden uitgereden over een minimale oppervlakte van 10 ha. Uitgaande dat de gehele fosfaatgebruiksnorm (85 kg) met de geproduceerde compost wordt opgevuld en daar dus 140 ton compost voor kan worden aangewend (zie samenstelling uienpellencompost). Tenslotte dient bij het aanwenden van de compost rekening te worden gehouden met het feit dat het landbouwkundig gebruik van het perceel waarop de compost wordt uitgereden voorop dient te staan. Inzaai van een gewas (graansoort) is daarom waarschijnlijk een vereiste. Indien geen teelt wordt toegepast bestaat bij sommige partijen de mening dat het perceel wordt onttrokken van het landbouw-areaal en het als afvalstortplaats wordt gebruikt. Voor het berekenen van rente over het geïnvesteerd kapitaal wordt uitgegaan van lineaire afschrijving over het de gehele investering, waarbij de restwaarde steeds op € 0,00 wordt gesteld. De rentevoet is aangenomen op 5,0% per jaar. Economische levensduur is in de begeleidende tekst vermeld.

Afschrijvingen, rest-
waarde en rente

Indicatieve waarden

De indicatieve waarden geven aan dat er per ton product geen grote verschillen zijn waar te nemen. Bijkomende voordelen kunnen echter optreden wanneer investeringen voor meerdere doeleinden kunnen worden ingezet. De kosten worden nu volledig berekend op de composteringsinrichting. Daarnaast kunnen investeringen waarbij de technische levensduur langer is dan de economische levensduur in de toekomst voordelen opleveren. Immers, indien geen afschrijvingen meer worden aangebracht als kosten heeft dit naar gelang de hoogte van de investering effect op de totale kosten. Dit soort effecten is niet te zien in de indicatieve kosten per ton. Bovendien moet voor grote inves-

Verwaarding reststroom uienbewerking

teringen kapitaal beschikbaar zijn, hetzij uit eigen of vreemd vermogen. Tenslotte kan op bepaalde investeringen wellicht fiscaal voordeel worden verkregen door mogelijkheden van investeringsaftrek of versnelde afschrijving.

Tabel 1. Geschatte kosten voor het afvoeren van uienpellen op verschillende wijzen per jaar

Methode I	kosten (euro)	Methode II	kosten (euro)	Methode III	kosten (euro)	Methode IV	kosten (euro)	Methode V	kosten (euro)
Transport	18.000- 22.000	transport	21.000- 24.000	Aarden wallen	1.000- 2.000	Betonplaten	250-500	Gebouw	2.000- 3.000
Huur pers- container	3.000- 5.000	perceel	12.000- 16.000	Overig grondwerk	500- 1.000	Keerwanden	500- 1.000	Apparatuur	14.000- 16.000
Stortkosten	28.000- 42.000	rente	1.000- 1.500	Onderlaag	5.000- 8.000	Grondwerk	500- 1.000	Leegrijden	5.000- 6.000
Rente	0			Onderlaag	4.000- 5.000	Oprit	500- 1.000	Oprit	500- 1.000
				Oprit	500- 1.000	Apparatuur	3.000- 5.000	Perceel	11.000- 13.000
				Leegrijden	5.000- 5.500	Overkapping	500- 1.500	Rente	5.000- 6.000
				Perceel	13.000- 16.000	Leegrijden	5.000- 6.000		
				Rente	500- 1.000	Perceel	11.000- 13.000		
						Rente	2.000- 3.000		
Totaal	<i>49.000- 69.000</i>		<i>34.000- 41.500</i>		<i>29.500- 39.500</i>		<i>23.500- 32.000</i>		<i>37.500- 45.000</i>
totaal per ton	35-49		24-30		21-28		17-23		27-32

Methode I: Afvoeren van pellen naar een afvalverwerkende inrichting

Indicatief is het direct afvoeren van uienpellen naar een composteerinrichting de duurste wijze van afvoeren. De totale hoeveelheid is 10.000 m³. Per perscontainer kan 50 m³ pellen worden vervoerd. Hiervan uitgaande moeten 200 containers worden afgevoerd. De huurkosten per container wordt gesteld op 200 euro per maand. Stortkosten worden geraamd op € 20 en € 30 per ton. De totale kosten voor een voorgestelde composteerinrichting komen daarmee

op € 49.000 tot € 69.000, wat per ton neerkomt op € 35 - € 49. Rente wordt niet berekend omdat geen investeringen nodig zijn. Wel zijn de transportkosten voor de container aanzienlijk hoger dan bij eigen transport met een tractor en een kipper. Bovendien moet ernstig rekening worden gehouden dat een afvalverwerkende inrichting die bijvoorbeeld compost produceert, een reststroom van dergelijke omvang mogelijk niet aanvaardt. Een commerciële composteerinrichting is gebaat bij een bepaalde mate van diversiteit in de grondstof voor het proces. Voor een afvalverwerkende inrichting die de grondstof verbrand moet de reststroom wellicht eerst tot zogenaamde pellets worden geperst, wat ook (hoge) kosten met zich meebrengt.

Methode II: Afvoeren van verse pellen naar perceel en onderwerken

Deze methode is alleen mogelijk indien vrijstelling is verkregen op grond van een stortverbod buiten inrichtingen door het bevoegd gezag. In principe gelden dan ook geen maximale doseringen wat betreft de gebruiksnormen zoals in de mestwetgeving worden aangegeven. Echter, omdat de genoemde vrijstelling ervan uitgaat dat het storten naar verhouding van de perceelsgrootte plaatsvindt is het een redelijke aanname ook hier uit te gaan van een benodigd perceelsoppervlak van 10 ha bij een bedrijf van genoemde grootte. Concreet betekent dit dat er een laag van 10 cm verse pellen wordt opgebracht en ondergewerkt. Uitgaande van de 10.000 m³ “verse” organische reststroom, die zonder tussentijdse opslag, direct wordt gestort zijn daarvoor circa 500 vrachten nodig a 20 m³. Uitgaande van € 45 per vracht is dit veruit de hoogste kostenpost. De transportkosten zijn bepaald inclusief afschrijving van 2 kippers en een tractor. De kippers worden geschat op € 10.000 per stuk en de tractor op € 30.000. Alle transportmiddelen worden lineair afgeschreven over een periode van 10 jaar. Brandstof- en onderhoudskosten worden geraamd op € 5.000 euro per jaar. Er wordt vanuit gegaan dat een vracht 1 uur tijd in beslag neemt en € 25 aan uurloon kost. De kosten van het perceel liggen iets hoger omdat naast huur ook het onderwerken van het verse materiaal hogere kosten met zich meebrengt dan bij eenmalige aanwending per jaar van compost. De totale kosten voor deze wijze van afvoeren komen daarmee op € 34.000 tot € 41.500 euro, wat per ton neerkomt op € 24 - € 30.

Voordeel bij deze methode kan zijn dat het transportmateriaal tussentijds ook voor andere doeleinden wordt gebruikt zodat de werkelijke kosten lager liggen dan genoemd.

Methode III: Eenvoudige pellenbak a 600 m³ met aarden wallen en een adsorberende onderlaag van stro of turf

Bij deze methode liggen de hogere kosten vooral in het aanbrengen en verdichten van een adsorberende onderlaag. Bovendien wordt de onderlaag na gebruik mede aangewend met de geproduceerde compost waardoor het perceelsoppervlak waarop de composthoeveelheid die wordt gebruikt ook groter moet zijn. De kosten voor een adsorberende onderlaag zijn moeilijk te bepalen. Waarschijnlijk is stro een stuk goedkoper dan tuinturf, maar is de verdichting moeilijker. Kosten voor verdichting zijn ook moeilijk in te schatten. Omdat de composthoop 3 à 4 maal per jaar wordt weggereden, zal ook de onderlaag moeten worden bijgewerkt. In principe kan deze laag één jaar worden gebruikt en hoeft deze, indien intact, niet steeds te worden vernieuwd. Voordeel van deze wijze is dat geen vloeistofdichte vloer hoeft te worden aangelegd, echter de kosten voor de adsorberende onderlaag komen jaarlijks terug en zijn bovendien wellicht onderhevig aan prijsschommelingen voor adsorberend materiaal. De kosten voor grondwerk en het aanleggen van aarden wallen wordt geraamd op € 15.000 en een economische levensduur van 20 jaar. Voor overig grondwerk waaronder ook een oprit of toegang valt worden de kosten geraamd op € 15.000 en een levensduur van 30 jaar. Het totaal aan jaarlijkse kosten wordt geraamd op € 29.000 - € 38.500 wat per ton neerkomt op € 21 - € 28.

Methode IV Pellenbak a 600 m³ met betonnen keervanden, betonplaten en percolaatopvang

Deze methode gaat uit van een composteerinrichting die bestaat uit betonnen keervanden, betonnen vloerplaten en een overkapping om te voorkomen dat teveel percolaatwater ontstaat door regenwater. In principe zijn betonnen vloerplaten waarschijnlijk niet volledig vloeistofdicht maar is door de overkapping de hoeveelheid percolaatwater minimaal. Het betreft immers een product wat een hoog droge stof gehalte heeft. Met het oog hierop bestaat een kans dat percolaatwater opvang in het geheel niet nodig is. Daarnaast kan de overkapping wellicht achterwege worden gelaten. Grondonderzoek bij een bestaande composteerinrichting kan uitwijzen of de bodem significant meer zware metalen en/of nutriënten bevat. Op basis daarvan kan eventueel worden besloten of een overkapping zinvol is. Toevoeging van vocht is belangrijk voor het verlopen van het composteringsproces. Immers, indien het product minder dan 20% water bevat zijn de micro-organismen inactief en vindt dus geen omzetting van organische stof plaats.

De investering in de betonnen constructiematerialen en een overkapping wordt afgeschreven over 20 jaar. Voor de apparatuur om percolaatwater op te vangen wordt de economische levensduur geraamd op 10 jaar. Omdat het hier om een vrij forse investering gaat zijn de rentekosten over het geïnvesteerde

kapitaal aanzienlijk en dient dus kapitaal aanwezig te zijn voor realisatie van een dergelijke inrichting. Echter, de investering lijkt uit bedrijfseconomische overweging duurzamer. Jaarlijkse kosten worden geraamd op € 23.500 - € 32.000 wat neerkomt op € 17 - € 23 per ton.

Methode V Pellenbak a 600 m³ van betonplaten en vloestofdichte vloer voor extensieve compostering

Deze methode is het meest geavanceerd en vraagt de grootste investering. Indien een uienbewerkingsbedrijf een dergelijke composteerinrichting wil realiseren zal daarvoor vermogen aanwezig moeten zijn of worden aangetrokken. De investering wordt terugverdient over de investeringsperiode en bovendien kan het composteringsproces gemakkelijker worden gestuurd. Tevens moet rekening worden gehouden met het feit dat de kosten voor compostering na afschrijving van het bouwwerk aanzienlijk lager kunnen uitvallen. Ook kunnen, zoals eerder genoemd, fiscale voordelen een rol spelen om te kiezen voor dit type composteerinrichting. De economische levensduur van het bouwwerk wordt op 30 jaar gesteld en de afschrijving voor de apparatuur op 10 jaar. De jaarlijkse kosten worden geraamd op € 37.000 tot € 44.000, wat neerkomt op € 26 - € 31 per ton.

Composteringstechnieken

Fasen composteringsproces

Composteren kan op verschillende manieren plaatsvinden. Bij elke wijze van composteren zijn globaal drie fasen te onderscheiden: a) startfase, b) hittefase en een c) rijpingsfase. De technieken variëren van extensief tot intensief met daartussen intermediaire vormen van composteren. De belangrijkste procesparameters zijn:

- 1) Beluchting (passief of geforceerd)
- 2) Menging (Statisch, periodiek omzetten, (semi)continue menging))
- 3) Systeemtype (open lucht, afgesloten ruimte, reactor)

Intensieve compostering

De techniek van intensief composteren bestaat uit het gericht aansturen van het composteringsproces, waarbij temperatuur, zuurstof en vochtgehalte steeds worden gemeten en aangestuurd. Daarbij wordt de composthoop zeer regelmatig of zelfs continue omgezet. Voordeel van deze vorm van composteren is de snelheid van het proces en de homogeniteit van het eindproduct. In 3 tot 6 weken kan een stabiel eindproduct worden verkregen. Bovendien is het intensieve proces gemakkelijk te optimaliseren. De kosten zijn echter relatief hoog.

Extensieve compostering	Het andere uiterste is een extensief composteringsproces, waarbij geen controle op het proces wordt uitgeoefend. De grondstoffen worden op een hoop gebracht en gedurende 3 tot 4 maanden omgezet tot een eindproduct. Hoewel de vorm van extensieve compostering dus veel langer duurt en moeilijker kan worden geoptimaliseerd is het voor het composteren van een organisch rest- of bijproduct op kleine schaal een interessante optie, omdat de kosten per ton product veel lager liggen dan bij intensieve compostering. Aandachtspunten zijn het voorkomen of opvangen van lekwater en de homogeniteit van het eindproduct dat dient te worden verkregen. Immers, het midden van de composthoop kan soms door oververhitting niet goed worden gecomposteerd, of er kan onder zuurstofloze omstandigheden vergisting plaatsvinden. Daarnaast is het afdoden van onkruidzaden en plantpathogenen een aandachtspunt. In tegenstelling tot intensief composteren waarbij het gehele product gemiddeld steeds enkele dagen bij circa 60°C verblijft, bestaat de kans dat bij een extensieve vorm onkruidzaden en plantpathogenen overleven aan de buitenzijde van de composthoop.
Interessante optie	
Afdoding zaden en pathogenen	
Intermediaire vorm	Een intermediaire vorm die niet veel duurder hoeft te zijn dan extensieve compostering is een zogenaamd gecontroleerd extensief proces waarbij de composthoop enkele malen per maand wordt omgezet en invoer van regenwater wordt voorkomen door de composthoop af te dekken onder een doek of overkapping. De compostering kan daarbij op een betonnen plaat worden uitgevoerd, zodat eventueel lekwater gecontroleerd kan worden afgevoerd. Alhoewel bij een goed proces geen percolaatwater hoeft vrij te komen. Daarnaast kunnen temperatuur en koolstofdioxidegehalte (CO ₂) worden gemeten en aandacht besteedt aan afmetingen van de composthoop, zodat het proces meer gecontroleerd kan worden uitgevoerd.

Parameters composteringsproces

De belangrijkste parameters voor het composteringsproces zijn in deze paragraaf beknopt beschreven (bron: Zwart, K *et. al.*, 2004).

Vochtgehalte	■ Vochtgehalte: Het optimale vochtgehalte ligt tussen de 40 en 70% (op gewichtsbasis). Bij een vochtgehalte lager dan 20% treedt microbiële inactiviteit op. Bij een hoog vochtgehalte lopen poriën vol met water waardoor geen zuurstof door de composthoop kan worden getransporteerd, waardoor anaërobe omstandigheden ontstaan en het composteringsproces eveneens wordt geïnactiveerd.
Zuurstofgehalte	■ Zuurstofgehalte: In de poriën van de composthoop moet voldoende zuurstof aanwezig zijn om microbiële afbraak te garanderen. Bij onvoldoende zuurstof ontstaan broeikasgassen zoals methaan (NH₄) en hinderlijke geurverbindingen. Een te laag zuurstofgehalte is het gevolg

van te weinig poriën in de composthoop of een te hoog vochtgehalte. Om voldoende zuurstof in de composthoop te houden dient te worden voorkomen dat deze meer dan 40% inklinkt bij een hoogte van 1 meter. De bulkdichtheid van niet ingeklonken materiaal moet minder dan 800 kg m³ bedragen.

Temperatuur	■ Temperatuur: De maximale afbraaksnelheid ligt tussen de 50 en 60°C. Bij een lagere temperatuur daalt de afbraak met een factor 2 per 10°C (De afbraak loopt dus bij 55°C ongeveer 10 maal sneller dan bij 20°C). Bij hogere temperaturen daalt de afbraak door micro-organismen en bij 65-70°C zijn de micro-organismen volledig inactief. De temperatuur is een eenvoudige parameter om de mate van rijpheid (stabiliteit) te bepalen. Indien de temperatuur zakt zonder dat het een gevolg is van een van de hier genoemde factoren, geldt als vuistregel dat de compost gerijpt is tot een stabiel product.
Deeltjesgrootte	■ Deeltjesgrootte: De afbraak van organisch materiaal door micro-organismen vindt plaats aan het oppervlak van de deeltjes. Door hydrolyse worden polymere verbindingen zoals polysacchariden, eiwitten en lignine gesplitst door opname van water. Door deeltjes te verkleinen wordt het oppervlak vergroot waardoor de omzetting sneller plaatsvindt. Echter, te kleine deeltjesgrootte kan leiden tot een te lage permeabiliteit en porositeit waardoor anaërobe omstandigheden kunnen ontstaan.
C/N verhouding	■ C/N verhouding: Tijdens het composteringsproces wordt een gedeelte van het substraat gemineraliseerd (dissimilatie) waarbij energie in de vorm van warmte vrijkomt. Een ander deel wordt gebruikt voor de vorming van biomassa. Deze biomassa bestaat uit micro-organismen die zelf ook weer kunnen dienen als substraat. De zogenaamde yield (opbrengst) bedraagt ongeveer 0,5-0,6. Dat wil zeggen dat per gram afgebroken cellulose ongeveer 0,5-0,6 gram biomassa wordt gevormd.
Molecuulformule biomassa	De globale molecuulformule voor biomassa is CH _{1,8} O _{0,5} N _{0,2} , waaruit blijkt dat voor de vorming van 1 gram biomassa circa 0,1 gram stikstof (N) nodig is. Doordat de biomassa zelf ook weer substraat is voor afbraak, wordt een C/N verhouding van 25 als optimaal gezien voor het uitgangsmateriaal voor compostering.

Samenstelling van compost

De samenstelling van compost moet voldoen aan bepaalde (milieukundige) eisen wat betreft chemische samenstelling, zware metalen en arseen en fysieke eisen wat betreft bijvoorbeeld deeltjes grootte. De eisen die aan compost gesteld worden in het kader van de mestwetgeving worden vermeld in Uitvoe-

Uitvoeringsbesluit meststoffenwet	ringsbesluit meststoffenwet, artikel 17, zoals gepubliceerd in het Staatsblad (nr. 251, 4 juli 2007), waar wordt gesteld:
Samenstellingseisen	1. Compost bevat geen biologisch afbreekbare delen met een diameter groter dan 50 millimeter en niet meer dan 0,5 gewichtsprocent aan bodemvreemde niet-biologisch afbreekbare delen. 2. Compost bevat ten minste tien gewichtsprocenten organische stof van de droge stof. 3. Het is uitsluitend toegestaan om bij de bereiding van compost bodembe-standdelen te gebruiken, indien dit betreft grond als bedoeld in artikel 1 van het Besluit bodemkwaliteit, waarvan de kwaliteit de krachtens artikel 40 van dat besluit, vastgestelde achtergrondwaarden niet overschrijdt. 4. Compost overschrijdt niet de in bijlage II, onder tabel 2, bij dit besluit op-genomen maximale waarden voor zware metalen, uitgedrukt in milligrammen per kilogram droge stof.

In tabel 2 zijn de eisen die gelden voor compost weergegeven.

Mineralen, zware metalen en arseen

Tabel 2. Samenstellingseisen die gelden voor compost

Organisch Stof percentage (o.s.)	Min. 10% (m/m) van droge stof
Stikstof (N)	-
Fosfaat (P ₂ O ₅)	-
Cadmium (Cd)	1 mg/kg ds
Chroom (Cr)	50 mg/kg ds
Koper (Cu)	90 mg/kg ds
Kwik (Hg)	0,3 mg/kg ds
Nikkel (Ni)	20 mg/kg ds
Lood (Pb)	100 mg/kg ds
Zink (Zn)	290 mg/kg ds
Arseen (As)	15 mg/kg ds

Bron: LNV, 2007

Compost als bodemverbeteraar en meststof

Organische stof
BOOM

Compost bevat veel organische stof. Wettelijk moet het gecomposteerde product minimaal 10% organische stof bevatten voordat het compost mag worden genoemd. In het Besluit Overige Organische Meststoffen (BOOM) dat per 1 januari 2006 is overgeheveld naar de nieuwe mestwetgeving (mestwet 2006) was dat zelfs 20%. De compost van uienpellen heeft een organisch stof-

Groencompost	gehalte van 25-30% en een zeer lage bemestende waarde, waarmee het zich onderscheid van andere groencompostsoorten en zeker van andere categorieën compost zoals bijvoorbeeld GFT-compost of champost. De belangrijkste nutriënten die de uienpellencompost bevat zijn stikstof en fosfaat. Deze stoffen komen in zeer lage concentraties voor van gemiddeld respectievelijk 3,0 gram en 2,0 gram per kilogram droge stof (Gunter, G.A., 2006a).
Bemestende waarde	Naast bemestende waarde heeft het product vooral de functie van bodemverbeteraar. De organische stof in compost is van belang voor de bodemstructuur en zorgt voor een natuurlijke balans in de bodem. De organische stof is een voedselbron voor micro-organismen en andere hogere bodemorganismen zoals regenwormen. Doordat deze organismen de organische stof afbreken wordt de bodemstructuur verbeterd. Bij kleigronden zorgt het voor een betere lucht- en waterhuishouding en daardoor voor een betere bewerkbaarheid. Bij zavel is vooral vermindering van slempgevoeligheid van belang. Bij zand- en dalgrond zorgt de organische stof voor een betere beschikbaarheid van water en voedingsstoffen. Tenslotte speelt betere onderlinge binding van de gronddeeltjes door humusvorming uit de organische stof een belangrijke rol in porositeit van de bodem, waardoor deze minder stuifgevoelig is.
Bodemstructuur verbeteraar	
Adsorptievermogen	Organische stof heeft dus een groot adsorptievermogen waardoor het veel water kan opnemen. Het waterbindend vermogen is van belang voor een optimale waterhuishouding waardoor de plant in droge perioden toch water kan opnemen. Hierdoor zijn gronden met een relatief hoog organisch stofgehalte minder droogtegevoelig.
Voorkomen uitspoeling	Doordat de organische stof mineralen kan binden komen voedingsstoffen slechts langzaam vrij en wordt uitspoeling naar grond- of oppervlaktewater voorkomen. Naast het binden van mineralen speelt ook de adsorptie van zware metalen en andere verbindingen zoals gewasbeschermingsmiddelen een belangrijke rol in het voorkomen van uitspoeling. Deze eigenschappen maken dat het aanwenden van compost ter verhoging van het organisch stofgehalte in de bodem van groot belang is voor het milieu. Daarom stimuleert de overheid het verhogen van het organisch stofgehalte van de bodem, zeker met het oog op de Kaderrichtlijn Water en de Nitraatrichtlijn die door de Europese Commissie zijn vastgesteld is het een uitstekend middel om uitspoeling van nutriënten en andere verbindingen te voorkomen.
Positief effect	Uit bodemonderzoek is gebleken dat het aanwenden van uienpellencompost (en in het verleden ongecomposteerde reststroom) een positief effect heeft op de bodem. Het organisch stofgehalte is hoger dan gemiddelde waarden en de concentraties zware metalen en arseen blijven ruim onder de norm. Hieruit blijkt temeer dat het aanwenden van uienpellencompost een duurzame wijze van verwerking is die milieuhygiënisch verantwoord is.

De Nederlandse markt voor compost

Compostsoorten

Compostsoorten

Er bestaan verschillende compostsoorten, afhankelijk van de input (grondstoffen) van het composteringsproces. Zo zijn er boomschorscompost, champost, GFT-compost, heidecompost en groencompost (Brinkhorst en Ter Berg, 2001; Heeres, E, 2005). Groencompost wordt onder andere gemaakt van groenafval afkomstig van bijvoorbeeld plantsoenafval, berm- en slootmaaisel, snoeihout en agrarische bij- of restproducten. Onder deze laatste categorie valt de organische reststroom die vrijkomt tijdens het uienbewerkingsproces.

Groencompost

Verschillen die groencompost duidelijk onderscheiden van het meer bekende GFT-compost zijn; een lagere organisch stof gehalte, lagere bemestende waarde door stikstof en fosfaat, minder zware metalen en arseen en een lager zoutgehalte. Daarnaast bevat groencompost geen dierlijke resten en is de hoeveelheid niet-organische vervuilingen zoals glas, plastic etc. beduidend lager tot verwaarloosbaar klein. Tenslotte kan worden opgemerkt dat bij groencompost sprake is van 100% recycling. Immers alle mineralen en zware metalen hebben al eerder deel uitgemaakt van de Nederlandse bodem. GFT-compost kan bestaan uit een gedeelte nieuw aangevoerd materiaal. De toepassing van groencompost is daarmee uiterst duurzaam, zeker in vergelijking met andere toepassingen of compostsoorten.

Compostgebruik

BVOR

Uit cijfers van Belangenvereniging voor Verwerkingsbedrijven van Organische Reststoffen (BVOR) blijkt dat in het jaar 2003 totaal 3,2 miljoen ton groenafval is binnen Nederland, exclusief (!) de categorie agrarische reststromen. Daaruit wordt circa 500.000 ton groencompost geproduceerd. Ook indien rekening wordt gehouden met het verlies aan volume tijdens het composteringsproces, blijkt dat er veel meer groenafval is dan er daadwerkelijk wordt gecomposteerd, of waarvan bekend is dat het als compost wordt afgezet (De Wolf *et. al.*, 2005).

Compostgebruik in
de landbouw

Het gebruik van compost in verschillende bedrijfstypen binnen de landbouw is weergegeven in tabel 3 en 4. Naast afzet binnen de landbouw wordt ook compost afgezet binnen de groenvoorziening en de consumentenmarkt.

Tabel 3 Gebruik van compost (inclusief champost) voor drie bedrijfstypen binnen de landbouw

	Compost (ton)		Compost (kg/ha)	
Bedrijfstype	2002	2005	2002	2005
Graasdieren en graslandbedrijven	2.183	255.739	1,8	218,6
Akker- en Tuinbouw	176.508	583.466	297,3	861,9
Overige bedrijfstypen	125.416	32.166	634,9	155,2
Totaal	304.107	871.371	151,3	424,2

Bron: Bedrijven-Informatienet LEI

Tabel 4 Gebruik van compost (inclusief champost) in kg stikstof en kg fosfaat per hectare voor drie bedrijfstypen binnen de landbouw

	Kg Compost 2002			Kg Compost 2005		
Bedrijfstype	Totaal fosfaat (x1000)	Fosfaat (kg/ha)	Stikstof (kg/ha)	Totaal fosfaat (x1000)	Fosfaat (kg/ha)	Stikstof (kg/ha)
Graasdieren en graslandbedrijven	20	0,0	0,0	536	0,5	0,8
Akker- en Tuinbouw	950	1,6	2,7	2015	3,0	5,0
Overige bedrijfstypen	632	3,2	4,8	142	0,7	1,1
Totaal	1.809	0,9	1,3	2.882	1,4	2,2

Bron: Bedrijven-Informatienet LEI

Technische kwaliteit van uienpellencompost

Bodemonderzoek

De samenstelling van de bodem van één van de percelen waarop de uienpellen in het verleden en tot heden met regelmaat worden uitgereden is onderworpen aan een bodemanalyse volgens de normen van het BOOM. Omdat de analyse in 2005 is uitgevoerd is uitgegaan aan de eisen die gelden ten aanzien van wetgeving die in dat jaar van kracht was. De gecomposteerde uienpellen en

BOOM-bodem

in het verleden ongecomposteerde uienpellen worden al ruim 30 jaar uitgereden met een dosering van ca. 350 m³ per ha per jaar (!). In totaal is over de periode van 30 jaar al ruim 10.000 m³ gecomposteerde uienpellen per hectare aan de bodem toegevoegd. Op dit perceel wordt jaarlijks een graansoort (tarwe, gerst) verbouwd wat leidt tot een normale, gemiddelde opbrengst. De laatste dosering van gecomposteerde uienpellen heeft medio augustus 2007 plaatsgevonden.

Bodembemonstering De bodem is op 2 dieptes bemonsterd respectievelijk in de bodemlagen van 0 – 30 cm en 30 – 60cm. De resultaten zijn samengevat in tabel 5 en 6.

Tabel 5. Resultaten kwaliteitsonderzoek BOOM-bodem van een perceel waar ruim 30 jaar lang jaarlijks ca 350 m³ gecomposteerde uienpellen op worden uitgereden. De bemonsterde laag ligt op 0- 30 cm.

Element	Eenheid	Resultaat	Grenswaarde	Toetswaarde
Droge stof (d.s.)	g/kg product	740		
Organische stof (o.s.)	% van d.s.	7.2		
Lutum	% van d.s.	19.3		
Cadmium (Cd)	mg/kg d.s.	0.24	0.69	0.82
Chroom (Cr)	mg/kg d.s.	38	89	105
Koper (Cu)	mg/kg d.s.	14	31	37
Kwik (Hg)	mg/kg d.s.	0.05	0.28	0.33
Nikkel (Ni)	mg/kg d.s.	14	29	35
Lood (Pb)	mg/kg d.s.	29	76	91
Zink (Zn)	mg/kg d.s.	60	119	141
Arseen (As)	mg/kg d.s.	14	26	30

Tabel 6. Resultaten kwaliteitsonderzoek BOOM-bodem van een perceel waar ruim 30 jaar lang jaarlijks ca 350 m³ gecomposteerde uienpellen op worden uitgereden. De bemonsterde laag ligt op 30- 60 cm.

Element	Eenheid	Resultaat	Grenswaarde	Toetswaarde
Droge stof (d.s.)	g/kg product	816		
Organische stof (o.s.)	% van d.s.	4.1		
Lutum	% van d.s.	20.5		
Cadmium (Cd)	mg/kg d.s.	0.19	0.63	0.75
Chroom (Cr)	mg/kg d.s.	40	91	108
Koper (Cu)	mg/kg d.s.	11	30	35
Kwik (Hg)	mg/kg d.s.	0.04	0.28	0.33
Nikkel (Ni)	mg/kg d.s.	13	30	36
Lood (Pb)	mg/kg d.s.	26	75	89
Zink (Zn)	mg/kg d.s.	51	118	140
Arseen (As)	mg/kg d.s.	14	25	30

Samenstelling bodem

Uit de resultaten van het bodemonderzoek blijkt dat de onderzochte bodemonsters ruimschoots voldoen aan de samenstellingseisen van bodem volgens BOOM en dat de bodem voldoet aan de eisen die BOOM stelt in verband met het gebruik van zuiveringsslib. Het organisch stofgehalte ligt in de diepst bemonsterde laag (30 – 60 cm) 57% lager dan in de bovenste bodemlaag. Het lutumgehalte is vrijwel gelijk. De verschillen met betrekking tot zware metalen en arseen in beide bemonsterde lagen liggen in de bovenste bemonsterde laag vrijwel allemaal iets hoger. Te weten; cadmium: +26%, chroom: -5%, koper: +27%, kwik: +25%, nikkel: +8%, lood: +11%, zink: +18% en arseen 0 procent. Echter, beide bemonsterde lagen vallen ruimschoots binnen de door het BOOM gestelde normen.

Er kan uit dit onderzoek niet worden afgeleid dat de hogere waarden voor zware metalen in de bovenste laag het gevolg zijn van het aanwenden van de uienpellen en/of uienpellencompost. Daarvoor zouden bodems op naastliggende percelen eveneens moeten worden bemonsterd. Het is zeer waarschijnlijk dat de hogere waarden voor de zware metalen en arseen een gevolg zijn van andere factoren. Wanneer de data wordt vergeleken met literatuurwaarden die binnen de regio bekend zijn blijkt dat de verschillen gering zijn (Spijker, J., 2005). Ook in de literatuur komt duidelijk naar voren dat de toplaag van de bodem over het algemeen aanzienlijk meer zware metalen bevat dan onderliggende lagen. Om een uitspraak te kunnen doen met betrekking tot significantie van de gegevens is veel uitgebreider onderzoek noodzakelijk. In principe is met dit beknopte onderzoek wel aangetoond dat, gezien de geldende normen voor zware metalen en arseen, de waarden ruimschoots binnen deze normen liggen. Daarmee geven deze waarden een sterke indicatie dat het aanwenden van grote hoeveelheden uienpellen en/of uienpellencompost geen nadelige effecten heeft op de bodem. Integendeel, het hoger organisch stofgehalte geeft juist een positief effect aan.

Samenstelling “uienpellencompost”

Omdat uit bovengenoemd onderzoek is gebleken dat het uitrijden van grote hoeveelheden (gecomposteerde) uienpellen geen nadelige invloed heeft op de bodemkwaliteit in de zin van zware metalen en arseen, is besloten een beknopte studie op te zetten naar de samenstelling van de gecomposteerde pellen (Luesink, H, 2006, Gunter, G.A. 2006a). Wanneer namelijk blijkt dat het gecomposteerde product aan de gestelde normen voldoet kan verder worden gekeken of de mogelijkheid bestaat het gecomposteerde product toe te passen als bodemverbeteraar cq meststof. Toepassing zou kunnen plaatsvinden op eigen grond of pachtgrond die in gebruik is van de onderneming die composteert. Een andere mogelijke optie is het vermarkten van de compost.

Proefopzet

Bemonstering
uienpellencompost

BOOM

Zwarte grond

Analyse

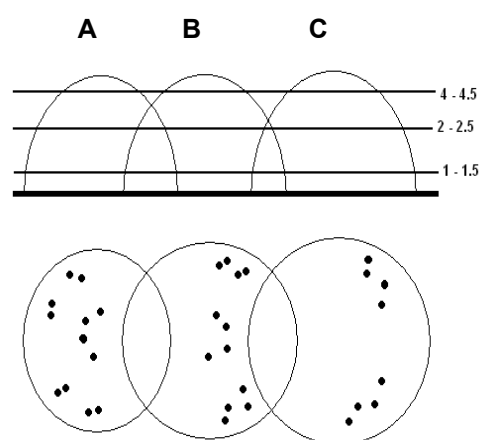
Temporele proces

De proefopzet is beschreven in het voorgaande oriënterend onderzoek (Gunter, 2005). Een schematisch overzicht is weergegeven in figuur 2. De monsters zijn op het oog beoordeeld op vocht en hoeveelheid grond, gefotografeerd en verzonden voor onderzoek naar samenstelling. Het onderzoek is uitgevoerd volgens de nomen die het BOOM stelt aan zwarte grond. En dus niet aan de huidige normen die worden gesteld in de nieuwe mestwet. Omdat het product tegenwoordig moet voldoen aan de normen voor compost zoals in de wetgeving aangegeven is, zijn de resultaten van het onderzoek tegen de huidige

normen weergegeven. De resultaten zijn weergegeven in tabel 7. Vervolgens is elke onderzochte verbinding individueel geanalyseerd als functie van de tijd in sommige gevallen en als functie van de diepte (eigenlijk hoogte!) waarop het monster is genomen uit de pellenhoop. Er dient de kanttekening te worden geplaatst dat de data die voor deze bepalingen zijn genomen slechts uit 8 monsters bestaan. Weliswaar betreft het deelmonsters, waardoor getracht wordt meetfouten en stochastiek te voorkomen. Voor meer betrouwbare resultaten en het trekken van conclusies is een uitgebreider onderzoek gewenst. Het betreft hier een oriënterend onderzoek op een enkel uienbewerkingsbedrijf.

Resultaten en discussie

Uit de analyse blijkt dat alle monsters voldoen aan de samenstellingseisen die momenteel gelden voor compost. Om inzicht te verkrijgen in het temporele proces van composteren zijn de resultaten uitgezet als functie van de tijd. Hierbij is aangenomen dat alleen de tijd invloed heeft op het composteringsproces. De diepte waarop de individuele monsters zijn genomen is niet meegenomen. Het feit dat een monster bovenop uit de pellenhoop is genomen of juist helemaal van onder is dus in feite weggelaten. Op de meetpunten is een lineaire regressie uitgevoerd. Er dient rekening mee te worden gehouden dat in



Figuur 2: Schematisch overzicht van de monsternamen. In totaal zijn 8 monsters genomen uit drie pellenhopen (A, B en C) op drie verschillende diepten (1-1,5m, 2-2,5m en 4-4,5m). Elk monster is een mengsel van vier verschillende deelmonsters. Dit om een goed beeld te krijgen van de hele pellenhoop.

Hoop A is de oudste hoop en hoop C is de jongste. Van de jongste pellenhoop (C) is de bovenste laag niet bemonsterd, omdat deze bestaat uit verse uienpellen die net zijn aangevoerd

de praktijk de tijdlijn niet evenredig hoeft te zijn met de diepte waarop de monsters zijn genomen. Immers, de aanvoer van de hoeveelheid pellen is per tijdseenheid niet altijd gelijk. Daarnaast kunnen bepaalde factoren, zoals vocht, ook invloed hebben op de hoogte van de pellenhoop. Een regenbui kan de hoop doen inklinken met het gevolg dat een monster dus ouder wordt ingeschat dan in werkelijkheid het geval is. Bovendien zijn de grootheden van chemische, fysische en biologische factoren die het composteringsproces beïnvloeden binnen en tussen de verschillende pellenhopen in de praktijk wellicht niet homogeen.

Daarnaast is per individuele pellenhoop gekeken of er een relatie aanwezig is tussen de diepte waarop de monsters zijn genomen en de grootte van een individuele parameter. Hierop is geen lineaire regressie uitgevoerd omdat hiervoor te weinig data beschikbaar is.

Droge stof gehalte

Droge stof

De hoeveelheid droge stof in een monster is de hoeveelheid droge delen die overblijven na het verwijderen (meestal verdampen) van alle vocht.

Uit de resultaten is geen duidelijk verband af te leiden in het verloop van droge stof in de tijd. Het gemiddelde droge stofgehalte is 60%. Een regressielijn geeft een richtingscoëfficiënt van 3 en een bijbehorende R^2 van 0.0207. Wanneer wordt gekeken naar een relatie tussen droge stof gehalte en diepte waarop het monster is genomen lijken de resultaten erop te wijzen dat in elke hoop het droge stof gehalte afneemt naarmate het monster dieper is genomen. Dit kan worden verklaard door percolaatwater dat door zwaartekracht en druk van de composthoop neersijpelt tot onder in de composthoop. Bovendien kan een snelle verdamping aan de buitenzijde van de composthoop een rol spelen.

Organische stof gehalte

Organische stof

Het organische stof gehalte in de compost wordt gevormd door al het dode plantenmateriaal dat al of niet is omgezet naar andere organische verbindingen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen verse organische stof en verveende organische stof. Bacteriën en andere in de bodemlevende organismen, zoals schimmels gebruiken de organische stof als voedingsbron. De resultaten wijzen uit dat de hoeveelheid organische stof in de tijd afneemt. Gemiddeld ligt het organisch stofgehalte op 35%. In de tijd neemt het organisch stofgehalte af van 50% naar circa 25%. De stabilisatie van het organisch stof gehalte is een maat dat het product na 3 tot 4 maanden is gecomposteerd tot een stabiel eindproduct dat dus ongeveer 25% organische stof bevat. Dit is een logisch gevolg van het composteringsproces waarbij de organische stof wordt omgezet in humus, biomassa en anorganische verbindingen. De snelheid waarmee de

omzetting plaatsvindt is afhankelijk van vele chemische, fysische en biologische factoren, zoals voorgaand genoemd. Wanneer een regressielijn door de meetpunten wordt getrokken heeft deze een richtingscoëfficiënt van 2.8 ($R^2=0.4514$). Om een betere inschatting te geven van de omzettingssnelheid zal meer data moeten worden verzameld. De hoeveelheid organische stof is van groot belang voor de bodem. Indien de omzettingssnelheid (richtingscoëfficiënt) beïnvloed moet worden om het composteringsproces aan te sturen kan dit door factoren aan te passen zoals eerder genoemd (bijv. C/N verhouding, vochtigheid, verblijftijd, omzetten van de composthoop etc.).

Lutum gehalte

Lutum

Lutum wordt gevormd door de anorganische bodemdeeltjes die kleiner zijn dan $2\mu\text{m}$. Uit de resultaten blijkt dat het gehalte lutum sterk toeneemt in de tijd. De regressielijn heeft een richtingscoëfficiënt van 1,775 en een R^2 van 0.8277. De toename van lutum kan een gevolg zijn van het ontstaan van lutum uit omzettingproducten die gevormd worden door (micro-) organismen en wellicht ook door het uiteenvallen en mengen van kleine kluitjes klei die met de pellen worden meegevoerd.

Stikstof

Mineralisatie

Hoeveelheid stikstof

Stikstofgebruiksnorm

Stikstofverlies

Stikstof is een nutriënt dat van belang is voor de groei van de plant. Met name voor de aanmaak van eiwitten. De gehalten aan vrije stikstof zijn in het gecomposteerde product dermate laag dat de direct voor de plant beschikbare stikstof slechts minimaal is. De stikstofpercentages ten opzichte van de droge stof liggen gemiddeld rond de 0.5% (m/m). Dat betekent dat er per ton product 3,0 gram stikstof aanwezig is. Omdat wordt uitgegaan van een mineralisatie van 10% telt 0,3 kg stikstof per ton product mee in het stelsel van gebruiksnormen. Theoretisch kan dan 566 ton product per hectare worden aangewend voordat de totale stikstofgebruiksnorm van 170 kg is opgevuld. Dit geeft te meer aan dat het gaat om uiterst kleine hoeveelheden in vergelijking met andere compostsoorten of meststoffen. Er lijkt een verband te bestaan tussen de hoeveelheid stikstof en de composteringstijd. De hoeveelheid stikstof lijkt af te nemen in de tijd. Het verlies van stikstof kan plaatsvinden doordat het wordt ingebouwd in biomassa, emitteert naar de lucht en uitspoelt. Emissie is gezien de hoge C/N verhouding onwaarschijnlijk. De totale hoeveelheid stikstof in de monsters is bepaald; daarom is inbouw van stikstof in biomassa niet waar te nemen in de analyse. Percolatie is waarschijnlijk de meest voor de hand liggende oorzaak. Echter, herhalingen om meer data te genereren zijn nodig om een betrouwbare uitspraak te doen.

Fosfaat

Conservatief element

Fosfaat is een slecht oplosbaar nutriënt dat van belang is voor beworteling en groei van de plant. Het element is conservatief, dat wil zeggen dat het niet vluchtig is of onderhevig aan microbiële omzettingen. De chemische vorm blijft in tegenstelling tot stikstof, ook dezelfde. Door afbraak van organische stof tijdens het composteringsproces treedt massareductie op waardoor de hoeveelheden fosfaat relatief toenemen. Wanneer de hoeveelheid fosfaat wordt gevolgd in de tijd is er een geringe stijgende lijn waar te nemen. Voor bepaling van de richtingscoëfficiënt en significantie is echter meer data nodig. De gemiddelde hoeveelheid fosfaat ligt op 2,0 gram per kilogram droge stof. Uitgaande van een droge stof percentage van 60% en een vrijstelling van 50% betekent het dat er per ton product 0,6 kilo fosfaat wordt aangevoerd. Uitgaande van een fosfaatgebruiksnorm van 85 kilogram per hectare betekent dit dat er ruim 141 ton compost per hectare kan worden aangewend indien de gehele gebruiksnorm wordt opgevuld met compost. Daarmee is fosfaat de beperkende factor voor het aanwenden van compost binnen het huidige stelsel van gebruiksnormen. Indien de volledige gebruiksnorm voor fosfaat wordt ingevuld blijft binnen de stikstofgebruiksnorm (van 170 kilogram per hectare) nog een ruimte over van 127 kilogram stikstof per hectare.

Hoeveelheid fosfaat

Fosfaatgebruiksnorm

Maximale dosering

Zware metalen

Mobiliteit

In de analyse zijn de volgende zware metalen beoordeeld: Cadmium (Cd), Chroom (Cr), Koper (Cu), Kwik (Hg), Nikkel (Ni), Lood (Pb), Zink (Zn). Tevens is Arseen (As) beoordeeld. Over het algemeen kan worden gesteld dat de zware metalen in zure bodems meer mobiel zijn dan in basische of neutrale bodems. Het organische stof gehalte in de bodem heeft de capaciteit om de zware metalen te binden waardoor uitspoeling van zware metalen wordt belemmerd. De meeste zware metalen zijn in geringe hoeveelheden essentieel voor organismen. Grote(re) hoeveelheden kunnen echter leiden tot ernstige milieuvervuilingen en verhoogde gezondheidsrisico's.

Relatieve toename

door massareductie

Alle zware metalen en arseen, met uitzondering van lood nemen toe in de tijd. Dit is waarschijnlijk evenals bij het element fosfaat een gevolg van massareductie door afbraak van organische stof. Relatief nemen de hoeveelheden toe, absoluut blijven ze waarschijnlijk gelijk. Er lijkt een tendens waar te nemen dat evenals het organisch stofgehalte een stabilisatie optreedt na 3 à 4 maanden. Doordat het product is gestabiliseerd en verder afbraak van organische stof slechts nog zeer langzaam plaatsvindt, lijken ook de waarden voor zware metalen en arseen niet meer toe te nemen. Het zware metaal lood ligt bij zeven van de acht analyses onder de detectiegrens waardoor er geen uitspraak over toe- of afname kan worden gedaan.

Cadmium	De hoeveelheid cadmium blijft zeer ruim onder de gestelde norm van 1 mg/kg ds. Cadmium is een zwaar metaal dat sterk adsorbeert aan organisch materiaal in de bodem. Bodems die verzuurd zijn verbeteren de opname van cadmium door planten waardoor via accumulatie relatief grote hoeveelheden in de voedselkringloop terecht kunnen komen. Cadmium wordt via het bloed naar de lever getransporteerd waar het bindt aan eiwitten om complexen te vormen die naar de nieren worden getransporteerd. In de nieren wordt het filtermechanisme beschadigd waardoor de nieren worden belemmerd in hun functioneren.
Chroom	De hoeveelheid chroom ligt bij elke monster ruim onder de gestelde norm van 50 mg/kg ds. Ook hier geldt dat de relatieve stijging waarvan massareductie waarschijnlijk de oorzaak is. De gezondheidsrisico's van chroom zijn afhankelijk van de mate van oxidatie. In metaalvorm is chroom nauwelijks toxisch. Chroom dat in de bodem zit, wordt sterk aangetrokken tot bodemdeeltjes en zal zich daarom niet snel naar het grondwater verplaatsen.
Koper	Voor koper geldt dat de hoeveelheden in het gecomposteerde product tussen de 10 en 20% van de norm van 90 mg/kg ds liggen. Ook voor koper geldt een relatieve toename in de tijd. Koper is een metaal dat in aanzienlijke hoeveelheden door de mens wordt opgenomen via voedsel en drinkwater. Langdurige blootstelling aan koper kan op de lange termijn effect hebben op verschillende lichaamsfuncties. Koper hecht zich sterk aan organische stof en mineralen. Hierdoor is het risico op uitspoeling niet extreem groot. Het breekt echter niet af in het milieu en kan daarom accumuleren in planten en dieren. Op een koperrijke bodem kan slechts een gering aantal plantensoorten overleven, daarom is het effect van koper op de langere termijn een potentiële bedreiging. De opname van koper door planten hangt af van de zuurgraad van de bodem en de hoeveelheid organische stof.
Kwik	Over de hoeveelheid kwik waarvoor een norm geldt van 0.3 mg/kg ds, valt in de verschillende monsters geen uitspraak te doen omdat al de hoeveelheden, op één na, onder de detectiegrens liggen. Qua gezondheidsrisico zijn de belangrijkste effecten van kwik verstoring van het zenuwstelsel en de hersenen, schade aan het DNA, negatief effect op het reproductie apparaat en allergische reacties. Kwik dat in de grond zit accumuleert in paddenstoelen.
Nikkel	Nikkel is het zware metaal dat qua hoeveelheid het dichtst bij de norm van 20 mg/kg ds ligt. Alhoewel de hoeveelheden die in het gecomposteerde product aanwezig zijn onder de toetswaarde vallen. Er is ook hier een relatieve stijging waar te nemen. Een opname van grote hoeveelheden nikkel kan leiden tot allerlei aandoeningen waaronder verhoogde kans op verschillende soorten kanker, geboortefwijkingen, allergische reacties e.d.

Lood

De gevonden hoeveelheden lood liggen over het algemeen ruim onder de helft van de norm van 100 mg/kg ds. Lood is een metaal dat de meest schadelijke effecten heeft op de menselijke gezondheid. De gevonden effecten lopen uiteen van verhoging van de bloeddruk tot verstoring van het zenuwstelsel en hersenbeschadiging. Grote hoeveelheden lood zijn in het milieu terecht gekomen door verbranding van benzine waarin lood werd toegepast. Lood wordt niet afgebroken en kan alleen worden omgezet in andere vormen. Bodemfuncties kunnen verstoord worden en bovendien accumuleert lood in de voedselketen.

Zink

De hoeveelheden zink die voorkomen in de verschillende monsters liggen gemiddeld tussen rond de 25% van de geldende norm van 190 mg/kg ds. Ook hier is een relatieve stijging te ontdekken. Over het algemeen komt zink in behoorlijke hoeveelheden voor in de bodem. Wanneer de concentraties te sterk toenemen kunnen slechts enkele plantensoorten overleven. Bovendien kan zink de activiteit van micro-organismen en wormen beïnvloeden wat de omzetting van organische stof negatief beïnvloed.

Arseen

De hoeveelheid arseen ligt onder de norm, hoewel dit wel een verbinding is die het dichtst bij de gestelde norm voor compost ligt. Arseen komt echter ook voor in ijzerhoudende gronden, waar het dan niet als vervuiling wordt aangemerkt. Er bestaan verschillende arseenverbindingen waarbij de ene verbinding veel meer toxisch is dan de ander. Arseen is een vrij mobiele en zeer toxische verbinding die voorkomt in geconserveerd hout en in het verleden ook is toegepast in pesticiden. Arseen kan verschillende ziekten veroorzaken waaronder verschillende soorten kanker.

Tabel 7. Waarden van de nutriënten stikstof, fosfaat, zware metalen en arseen in uienpellencompost. De getallen (%) zijn steeds de percentages ten opzichte van de normen die gelden voor compost. Monster 1 is de oudste compost (ca. 5 a 6 maanden oud) en nummer 8 is de jongste compost (ca. 2 weken oud). Zie voor beschrijving van proefopzet de tekst in de eerste paragraaf van deze annex.

Monsternummer	1	2	3	4	5	6	7	8
Composthoop	A	A	A	B	B	B	C	C
Diepte	1.0-1.5	2.0-2.5	4.0-4.5	1.0-1.5	2.0-2.5	4.0-4.5	1.0-1.5	2.0-2.5
Droge stof (d.s.) (%)	56.8	63.0	70.4	53.8	58.1	62.3	57.2	60.2
Org. stof (o.s.) (%)	27.4	23.5	25.3	34.1	50.0	40.2	30.1	47.1
NUTRIENTEN								
Stikstof (totaal) (g/kg d.s.)	3.9	4.3	5.3	4.9	6.0	5.2	4.4	5.9
Fosfaat (g/kg d.s.)	1.98	2.13	1.87	2.09	1.97	2.05	2.4	1.94

Verwaarding reststroom uienbewerking

ZWARE METALEN								
Cadmium (Cd) (mg/kg d.s.)	0.30	0.34	0.36	0.32	0.34	0.34	0.33	0.29
<i>Norm=1 (%)</i>	<i>(30.0)</i>	<i>(34.0)</i>	<i>(36.0)</i>	<i>(32.0)</i>	<i>(34.0)</i>	<i>(34.0)</i>	<i>(33.0)</i>	<i>(29.0)</i>
Chroom (Cr) (mg/kg d.s.)	35.0	35.0	31.0	28.0	27.0	32.0	32.0	22.0
<i>Norm=50 (%)</i>	<i>(70.0)</i>	<i>(70.0)</i>	<i>(62.0)</i>	<i>(56.0)</i>	<i>(54.0)</i>	<i>(64.0)</i>	<i>(64.0)</i>	<i>(44.0)</i>
Koper (Cu) (mg/kg d.s.)	15.0	13.0	14.0	9.2	8.1	11.0	11.0	8.7
<i>Norm=90 (%)</i>	<i>(16.7)</i>	<i>(14.4)</i>	<i>(15.5)</i>	<i>(10.2)</i>	<i>(9.0)</i>	<i>(12.2)</i>	<i>(12.2)</i>	<i>(9.7)</i>
Kwik (Hg) (mg/kg d.s.)	0.04	0.06	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
<i>Norm=0.3 (%)</i>	<i>(13.3)</i>	<i>(20.0)</i>	<i>(13.3)</i>	<i>(13.3)</i>	<i>(13.3)</i>	<i>(13.3)</i>	<i>(13.3)</i>	<i>(13.3)</i>
Nikkel (Ni) (mg/kg d.s.)	17.0	15.0	12.0	11.0	11.0	14.0	14.0	9.3
<i>Norm=20 (%)</i>	<i>(85.0)</i>	<i>(75.0)</i>	<i>(60.0)</i>	<i>(55.0)</i>	<i>(55.0)</i>	<i>(70.0)</i>	<i>(70.0)</i>	<i>(46.5)</i>
Lood (Pb) (mg/kg d.s.)	27.0	31.0	30.0	19.0	16.0	23.0	21.0	15.0
<i>Norm=100 (%)</i>	<i>(27.0)</i>	<i>(31.0)</i>	<i>(30.0)</i>	<i>(19.0)</i>	<i>(16.0)</i>	<i>(23.0)</i>	<i>(21.0)</i>	<i>(15.0)</i>
Zink (Zn) (mg/kg d.s.)	52.0	52.0	47.0	39.0	37.0	47.0	40.0	33.0
<i>Norm=190 (%)</i>	<i>(27.4)</i>	<i>(27.4)</i>	<i>(24.7)</i>	<i>(20.5)</i>	<i>(19.5)</i>	<i>(24.7)</i>	<i>(21.1)</i>	<i>(17.4)</i>
Arseen (As) (mg/kg d.s.)	12.0	14.0	13.0	8.8	7.5	10.0	12.0	8.3
<i>Norm=15 (%)</i>	<i>(80.0)</i>	<i>(93.3)</i>	<i>(86.6)</i>	<i>(58.7)</i>	<i>(50.0)</i>	<i>(66.7)</i>	<i>(80.0)</i>	<i>(55.3)</i>

Regelgeving voor afval en compostering

Afval en organische reststromen

**Afval en Europese
regelgeving**

Het begrip “afval” en “afvalstoffen” wordt verschillend geïnterpreteerd. Met name Europese regelgeving en het ontstaan van nieuwe soorten afvalstoffen en reststromen zijn hiervan de oorzaak. Voor het bedrijfsleven is het daarvoor soms moeilijk of een stof die bij het productie of bewerkingsproces vrijkomt in juridische zin ook daadwerkelijk een afvalstof is. Indien meningsverschillen niet kunnen worden opgelost tussen handhavende instanties of bevoegd gezag en het bedrijfsleven zal bij rechterlijke uitspraak bepaald moeten worden of daadwerkelijk sprake is van een afvalstof.

Rechterlijke uitspraak

Afvalstof in de

Wet milieubeheer (Wm)

Als belangrijkste nationale milieuwetgeving geldt de Wet milieubeheer (Wm) waarin een afvalstof wordt omschreven als “*alle stoffen, preparaten of andere*

Jurisprudentie
Europese Hof

producten die behoren tot de categorieën die zijn genoemd in bijlage I bij de richtlijn nr. 2006/12/EG van het Europees Parlement en de Raad van 5 april 2006 betreffende afvalstoffen, waarvan de houder zich ontdoet, voornemens is zich te ontdoen of zich moet ontdoen". (zie ook paragraaf Europese richtlijn afvalstoffen). Dit criterium wordt in de jurisprudentie van het Europese Hof van Justitie en, in navolging van dat Hof, door de Nederlandse Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State zeer ruim uitgelegd. Of daadwerkelijk in een concreet geval sprake is van een afvalstof is afhankelijk van de concrete omstandigheden van het geval.

Europese richtlijn afvalstoffen

Richtlijn 2006/12/EG

Inhoud

Interpretatie

Definitie afvalstof

Categorie Q14

Nuttige toepassing

De Europese richtlijn afvalstoffen die momenteel geldend is heet officieel de 'Richtlijn 2006/12/EG van het Europees Parlement en de Raad van 5 april 2006 betreffende afvalstoffen.' De richtlijn vervangt de Europese richtlijn 75/442/EEG van 15 juli 1975 voor afvalstoffen, die herhaaldelijk en ingrijpend is gewijzigd. De richtlijn 2006/12/EG geeft definities (voor afvalstoffen, nuttige toepassing en definitieve verwijdering) en legt algemene verplichtingen (voor een inzamelvergunning voor het inzamelen en verwerken van afval, het opstellen van afvalbeheerplannen, het verwerken van afval zonder de gezondheid van de mens in gevaar te brengen of het milieu te schaden) en tot het treffen van maatregelen om preventie en nuttige toepassing te bevorderen. De interpretatie en toepassing van de kaderrichtlijn zijn nog voortdurend onderwerp van discussie tussen de Europese Commissie en de lidstaten (bron: www.vrom.nl).

In artikel 1.1a van de Richtlijn 2006/12/EG wordt afvalstof gedefinieerd als: *"elke stof of elk voorwerp behorende tot de in bijlage I genoemde categorieën waarvan de houder zich ontdoet, voornemens is zich te ontdoen of zich moet ontdoen."* In dezelfde richtlijn is de in bijlage I genoemde categorie Q14 de categorie afvalstoffen waaronder landbouwafvalstoffen vallen, en is derhalve interessant met betrekking tot de organische reststroom die bij de uienbewerkingsbedrijven vrijkomt. Categorie Q14 is omschreven als *"Producten die voor de houder niet meer bruikbaar zijn (bijvoorbeeld artikelen die zijn afgedankt door landbouw, huishoudens, kantoren, winkels, bedrijven enz.)*. Deze categorie wordt soms aangewezen als het gaat om de organische reststroom die bij de uienbewerkingsbedrijven vrijkomt. Echter, het gaat hier om producten die niet meer bruikbaar zijn. Omdat de reststroom nuttig kan worden toegepast als bodemverbeteraar of compost en zelfs hoogwaardige verwaarding mogelijk is kan niet worden gesproken van een product dat niet meer bruikbaar is. In veel gevallen kan worden beargumenteerd dat de reststroom wordt aangewend als grondstof voor een bewerkingsproces en derhalve niet als afvalstof kan worden aangemerkt.

Nuttige toepassingen en vrijstelling stortverbod buiten inrichtingen

Nuttige toepassing R10 In bijlage IIB van de richtlijn 2006/12/EG wordt onder de nuttige toepassingen “R 10” verstaan dat uitrijden voor landbouwkundige of ecologische verbetering een nuttige toepassing is van een afvalstof. In die zin zou de organische reststroom die vrijkomt bij de uienbewerkingsbedrijven, en zonder verdere bewerking wordt aangewend als bodemverbeterende stof, geïnterpreteerd kunnen worden als zijnde een afvalstof (“ontdoen van”) die een nuttige toepassing heeft als bodemverbeteraar. Hiervoor zou vrijstelling kunnen worden verleend op grond van “artikel 10.2 van de wet milieubeheer” door het “Besluit vrijstelling stortverbod buiten inrichtingen” toe te passen op de reststroom die vrijkomt bij de uienbewerkingsbedrijven. Het bevoegd gezag (gemeenten) kan vrijstelling verlenen op grond van de “Vrijstellingsregeling van het stortverbod buiten inrichtingen van plantenresten en tarragrond (d.d. 10 november 2005, nr. SAS/2005197401, artikel 4 (oogstrestanten))”. Echter, de restricties die hieraan zijn verbonden wat betreft perceelskeuze, afstand en dergelijke bieden in de praktijk vaak niet de mogelijkheid dit daadwerkelijk te realiseren. Bovendien kan meningsverschil bestaan over de in “artikel 5 onder d” genoemde *“de hoeveelheid die op of in de bodem wordt gebracht, uit oogpunt van goede landbouwpraktijk of goed natuurbeheer, in evenwichtige verhouding staat tot het oppervlak van het ontvangende perceel”*. Wellicht bestaat de mogelijkheid de gecomposteerde reststroom wel toe te passen onder het genoemde besluit van vrijstellingen stortverbod. Immers, de uit de reststroom vervaardigde compost is een product dat een positief effect heeft op het milieu doordat het organisch stofgehalte van de bodem wordt verhoogd. Dit biedt kansen omdat de compost dan mogelijk niet valt onder de meststoffenwet en de restricties wat betreft dosering dan niet zijn gekoppeld aan het stelsel van gebruiksnormen. De compost mag dan niet worden vervaardigd uit van buiten de het bedrijf aangevoerde grondstoffen en mag alleen worden aangewend op eigen percelen of pachtpercelen die tot het bedrijf behoren waar de compost is vervaardigd. Aan de hier gestelde eisen voldoen de uienbewerkingsbedrijven. Immers, de grondstof voor composteren wordt uitsluitend verkregen door de reststroom die op het eigen bedrijf vrijkomt en de geproduceerde compost wordt niet verhandeld of aangewend op percelen die niet tot het bedrijf behoren.

Dosering ontkoppelen aan het stelsel van gebruiksnormen

Nader overleg

Deze optie is zeker interessant om nader bestudeerd te worden. Wel dient rekening te worden gehouden met het feit dat de compost die op het uienbewerkende bedrijf is geproduceerd, oorspronkelijk niet van het perceel afkomstig is waar het wordt aangewend en er derhalve nieuwe mineralen worden aangevoerd. De hoeveelheid nutriënten in de vorm van fosfaat en stikstof die per ton product wordt aangevoerd van respectievelijk 0,6 kg en 0,3 kg is echter dermate laag dat een vrijstelling (tot een bepaalde maximale hoeveelheid com-

Administratieve verlichting

post) wellicht mogelijk is. Bovendien kan collectieve bemonstering van het product uitkomst bieden. Het product is hoogstwaarschijnlijk bij de verschillende uienbewerkingsbedrijven gelijk qua samenstelling, zodat een standaard-samenstelling kan worden aangegeven. Dit kan door onderzoek vrij gemakkelijk worden aangetoond. In combinatie met de dichtheid per volume kan dan eenvoudig de totale hoeveelheid mineralen worden bepaald die wordt aangewend. In het kader van administratieve verlichting brengt dit voor de uienbewerkingsbedrijven voordelen met zich mee. Daarnaast wordt de aanwending van mineralen op voorgestelde wijze, in het kader van de mestwetgeving volledig verantwoord.

Ladder van Lansink

Standaard

De Ladder van Lansink is een standaard op het gebied van afvalbeheer. Het afvalbeleid is erop gericht prioriteit te geven aan de meest milieuvriendelijke verwerkingswijzen. Deze staan bovenaan de 'ladder'. Het beleid van de overheid moet erop gericht zijn zo veel mogelijk afval de Ladder van Lansink te laten 'beklimmen'. In de praktijk betekent dit dat altijd zal worden gekeken of een bepaalde stap gerealiseerd kan worden. Pas indien dit niet het geval is zal een volgende stap in aanmerking komen. De *Ladder van Lansink* is opgebouwd uit de volgende 'treden': a) preventie, b) hergebruik (recycling), c) verbranden en d) storten. In het Landelijk afvalbeheerplan 2002 - 2012 (LAP) is de indeling verrijkt:

'treden'

Landelijk Afvalbeheer- plan (LAP)

- *kwantitatieve preventie*: het ontstaan van afvalstoffen wordt voorkomen of beperkt
- *kwalitatieve preventie*: bij het vervaardigen van stoffen, preparaten of andere producten wordt gebruik gemaakt van stoffen en materialen die na gebruik van het product geen of zo min mogelijk nadelige gevolgen voor het milieu veroorzaken
- *nuttige toepassing door producthergebruik*: stoffen, preparaten, of andere producten worden na gebruik als zodanig opnieuw gebruikt
- *nuttige toepassing door materiaalhergebruik*: stoffen en materialen waaruit een product bestaat worden na gebruik van het product opnieuw gebruikt
- *nuttige toepassing als brandstof*: afvalstoffen worden toegepast met een hoofdgebruik als brandstof of voor een andere wijze van energie-opwekking
- *verbranden als vorm van verwijdering*: afvalstoffen worden verwijderd door deze te verbranden op het land
- *storten*: afvalstoffen worden gestort

Reststroom als grondstof voor compostering

Afvalstof vs. grondstof	Indien de reststroom die vrijkomt bij het uienbewerkingsproces wordt gecomposteerd op het erf van het eigen bedrijf is er juridisch geen sprake van een afvalstof.
Afvalverwerkende inrichting	Immers het “zich ontdoen van” is niet van toepassing omdat de reststroom binnen de inrichting blijft en wordt gebruikt als grondstof voor het composteringsproces. Het bedrijf is geen afvalverwerkende inrichting omdat geen stromen van buiten de inrichting worden ontvangen. Indien grondstoffen van buiten de inrichting worden aangevoerd is volgens de wet wel sprake van een afvalverwerkende inrichting en is derhalve een vergunning vereist. Ook al vallen
Aanvoeren grondstoffen van buiten inrichting	aangevoerde stromen van buiten de inrichting binnen de mogelijkheden die de wet biedt. Zoals bijvoorbeeld gewasrestanten of houtsnippers om te mengen met de te composteren reststroom voor een betere samenstelling van het droge stof gehalte en de C/N verhouding. Het droge stof gehalte van de grondstof dient overigens minimaal 30% te zijn.
Mengen	De wet biedt in principe wel de mogelijkheid om de grondstoffen voor de composthoop te mengen tot een volumeverhouding van 50%, hiervoor moet echter vergunning worden aangevraagd bij de gemeente die als bevoegd gezag is aangewezen. In de provincie Noord Brabant geldt dat voor het aanvoeren van houtachtig materiaal voor verhoging van de C/N verhouding tot een volume van 50 m ³ geen vergunning vereist is (Dam, AM van, 2006). Bij de uienbewerkingsbedrijven worden geen grondstoffen aangevoerd omdat de samenstelling van de grondstof gezien de samenstelling uitermate geschikt is voor compostering.

Regelgeving voor een composteringsplaats

Milieucompartimenten	Bij een composteringsplaats gelden verschillende wetten die betrekking hebben op verschillende milieucompartimenten. Uitgaande dat de composteringsplaats zoals die bij de uienbewerkingsbedrijven is opgezet valt onder de wetgeving die in deze paragrafen wordt genoemd geldt dat een drietal wetten van kracht zijn. Concreet zijn de volgende wetten van kracht: ▪ Wet milieubeheer (WM); bevoegd gezag is de gemeente ▪ Wet bodembescherming (WBB); bevoegd gezag is de gemeente ▪ Wet verontreiniging oppervlaktewater (WVO); bevoegd gezag is de waterkwaliteits- beheerder (waterschap)
----------------------	---

‘Afgedragen gewas’ ‘plantaardig restmateriaal’	In de wetgeving worden “uienpellen” genoemd als zijnde “afgedragen gewas” of “plantaardig restmateriaal”. Onderstaande eisen gelden voor composteringshopen met een oppervlak groter dan 10m² of meerdere composteringshopen met een gezamenlijk grondoppervlak dat groter is dan 10m². Voor kleinere composthopen gelden uitsluitend afstanden tot waterlopen en erfgronden (5 meter vanaf de insteek van het oppervlaktewater en 7,5 meter vanaf de erfgronden) zoals genoemd in Besluit landbouw milieubeheer paragraaf 2.4.1.
Afstanden	Overigens wordt de afstand tot de erfgronden niet expliciet genoemd in de wet, maar omdat wordt verwezen naar de voorschriften zoals die worden genoemd in de “Handreiking composteringsplaats voor bedrijven met bloembollenteelt 2005” waarschijnlijk wel van kracht. Bovendien mag de het totaal volume van de composteringshoop krachtens het besluit landbouw milieubeheer artikel 3 lid 1 onderdeel “m 16” niet meer dan 600 m³ bedragen. Hier geldt dat in de eerder genoemde handreiking wordt gesproken van 500 m³ waardoor verwarring kan optreden.
Composteringsplaats	De composteringsplaats is die plaats waar de organische reststroom ligt en wordt omgezet in compost. Deze plaats valt in het kader van de wet Milieubeheer onder de het Besluit landbouw milieubeheer (Blm) (Staatsblad 390, 2006) hoofdstuk 2, paragrafen 2.2, 2.3 en 2.4. Hierin wordt gesteld dat met betrekking tot het opslaan van bedrijfsstoffen in relatie tot de bodembescherming geldt dat: ▪ (paragraaf 2.2.1 en 2.2.2) Indien de reststroom een half jaar of langer wordt opgeslagen, vindt die opslag plaats op een mestdichte vloer met opstaande randen of een ten minste gelijkwaardige voorziening. Uitzakkend vocht (percolaatwater) kan niet in contact treden met de bodem en het oppervlaktewater en wordt bewaard in een vloeistofdichte opslagruimte of vloeistofdichte voorziening. <i>De opslag behoeft niet in beton te worden uitgevoerd, ook bij gebruik van zand-bentoniet of leemverhardingen kan zijn voldaan aan het vereiste van mestdichtheid. De vraag wanneer een vloer mestdicht is, wordt, gelet op de begripsomschrijving, bepaald met gebruikmaking van de bouwtechnische richtlijnen mestbassins.</i>
Bodemverontreiniging	Het risico van belasting van de bodem met uitgespoelde nutriënten uit de composteringshoop neemt toe naarmate de hoop langer op dezelfde plaats ligt. Bij het composteren van de reststroom die ontstaat bij de uienbewerkingsbedrijven wordt uitgegaan van “situatie C” zoals omschreven in de “Handreiking composteringsplaats voor bedrijven met bloembollenteelt 2005” waarin wordt verwezen in de wetgeving. “Situatie C” heeft daar betrekking op een composthoop die meer dan negen maanden binnen een periode van drie jaar op dezelfde plaats ligt. Daarvoor gelden:
‘Situatie C’	

- de laag bestaat uit tuinturf
- per vierkante meter composteringsplaats wordt minstens 0,15 m³ tuinturf gebruikt, bij een droge bulkdichtheid van 0,5 tot 0,7 kg per liter. Dit leidt ertoe dat de laag bij deze bulkdichtheid minstens 15cm dik is. Dit betekent dat losgestorte tuinturf (bulkdichtheid ongeveer 0,14 kg per liter) aanzienlijk verdicht moet worden. In plaats van deze adsorptielaag mag ook een gelijkwaardige laag van een ander materiaal gebruikt worden, die de uitspoeling van stikstof en fosfaat in minstens gelijke mate vermindert.
- De laag ligt onder de hele composteringshoop.
- De laag wordt gebruikt zolang de hoop er ligt. De tuinturf kan na gebruik worden gebruikt voor organische bemesting van percelen.
- De laag mag bij het omzetten van de hoop niet beschadigd worden: de dikte moet gehandhaafd blijven zolang de composteringshoop er ligt.
- Indien de compost wordt verwijderd wordt de adsorberende laag eveneens verwijderd omdat het adsorberend vermogen afneemt. Afname is ongewenst omdat dan een ophoping van nutriënten kan ontstaan
- (paragraaf 2.3.1 en 2.3.8) De locatie waar plantaardig restmateriaal wordt gecomposteerd, vindt plaats:
 - a. op ten minste 100 meter van een object categorie I of II, en
 - b. op ten minste 50 meter van een object categorie III, IV of V.

Waarbij:

Categorie I:

- 1) bebouwde kom met stedelijk karakter
- 2) ziekenhuis, sanatorium en internaat en
- 3) objecten voor bedrijfsrecreatie

Categorie II:

- 1) bebouwde kom of aaneengesloten woonbebouwing Van beperkte omvang in een overigens agrarische omgeving.
- 2) Objecten voor dagrecreatie

Categorie III:

- 1) Verspreid liggende niet agrarische bebouwing die aan het betreffende buitengebied een overwegende woon- of recreatiefunctie verleent.

Categorie IV:

- 1) Woning behorend bij een agrarisch bedrijf, niet zijnde een veehouderij waar 50 of meer mestvarkeneenheden op grond van een vergunning of een algemene maatregel van bestuur aanwezig mogen zijn;
- 2) verspreid liggende niet-agrarische bebouwing

Categorie V:

- 1) Woning behorende bij een veehouderij waar 50 of meer mestvarkeneenheden op grond van een vergunning of een algemene maatregel van bestuur aanwezig mogen zijn zoals bedoeld onder aa t/m ae van deze categorie.

De afstanden, genoemd in deze paragraaf 2.3 worden gemeten vanaf de buitenzijde van een object categorie I, II, III, IV of V tot het dichtstbijzijnde punt van de opslag respectievelijk composteringsplaats.

Wierzen

- (paragraaf 2.3.5) Na verwijdering van het gecomposteerde product dienen restanten direct opgeslagen of van het terrein van de inrichting te worden afgevoerd. Bij de uienbewerkingsbedrijven wordt het jaar rond gecomposteerd, waarbij het product één tot vier maal per jaar wordt afgevoerd. Afhankelijk van de grootte van de composthoop en de grootte van het bedrijf. De compost wordt in nagenoeg alle gevallen op een hoop gezet en niet op zogenaamde wierzen. Wierzen zijn ruggen van gemiddeld 1,5 meter hoog en een basis van 2 tot 4 meter breed, die met een zogenaamde Wiersfrees gemakkelijk kunnen worden omgezet. Deze wijze van composteren gaat aanzienlijk sneller doordat organisch materiaal beter wordt omgezet en het proces beter kan worden gestuurd. Composteren op wierzen neemt wel meer ruimte in dan een composthoop.
- (paragraaf 2.4.1) De composthoop dient ten minste 5 meter vanaf de insteek van het oppervlaktewater te liggen (en 7,5 meter vanaf de erf-grens).
- 2.4.2 Plantaardig restmateriaal wordt gecomposteerd overeenkomstig de “Handreiking composteringsplaats voor bedrijven met bloembollenteelt 2005”, uitgegeven door het Landelijk Milieuoverleg Bloembollenteelt.

Gewenste ontwikkeling

In genoemde handreiking worden voorschriften gesteld aan het composteren van bloembollenaafval (loof- en pellenafval). De ontstane compost wordt, zoals eveneens bij de uienbewerkingsbedrijven het geval is, weer op het land gebracht. In de nota van toelichting op het besluit milieubeheer wordt gesteld dat de overheid het composteren op het eigen bedrijf een gewenste ontwikkeling vindt vanuit het oogpunt van preventie (hergebruik), remming van ziekteoverdracht en beperken van transport. Er wordt aangegeven dat ook in andere inrichtingen dan bloembollenbedrijven restmateriaal in het kader van genoemde voordelen kan worden gecomposteerd. Hierbij wordt aangegeven dat waar in de voorschriften van eerder genoemde handleiding, wordt gesproken van plantaardig restmateriaal, daaronder mede afgedragen gewas, en dus uienpellen wordt verstaan.

Percolaat

Naast voorschriften met betrekking tot de composthoop an sich, worden ook voorschriften gesteld aan het verwijderen van percolaatwater indien een vloeistofdichte ondervloer wordt gebruikt. Daarvoor geldt dat:

- | | |
|-----------------------------|---|
| Opvangen | - Het percolaatwater, na opvangen kan worden teruggebracht in het proces. |
| Zuivering | - Indien dat niet mogelijk is kan het percolaatwater, na zuivering worden geloosd op het riool. Zuivering kan plaatsvinden door het percolaatwater door een zogenaamde helofytenvijver of een agrowadi (een ondiepe grasgreppel met op de bodem een dikke laag grof zand met drains) te leiden. De graszode legt de verontreinigingen vast als koper en zink vast en gebruikt en gebruikt de nutriënten stikstof en fosfaat voor de groei (Dam, AM van, 2007) |
| Helofytenvijver
Agrowadi | |
| Verspreiden over perceel | - Daarnaast is het mogelijk het opgevangen percolaatwater gelijkmatig over grond met een agrarische gebruiksvorm uit te rijden tot een maximum van 50m ³ per jaar. Daarvoor is ontheffing van het bevoegd gezag (gemeente) nodig. |

Regelgeving voor toepassing van compost

Afzet uienpellencompost en mestwetgeving

Mestwet 2006

Indien de uienpellencompost wordt aangemerkt als zijnde compost, zonder dat de eerder genoemde vrijstellingen kunnen worden gegeven, is voor de afzet van het product de mestwet 2006 van kracht. Hierin wordt bepaald aan welke eisen de compost moet voldoen en aan welk regelgeving de afzet van het product is gebonden. In deze paragrafen wordt er vanuit gegaan dat de uienpellencompost voor de wet valt onder de noemer “compost”.

MINAS en BOOM

MINAS
BOOM

Zwarte grond

Sinds de start van het overleg (2005) is al heel wat wetgeving de revue gepasseerd. In het verleden (voor 1 januari 2006) viel de geproduceerde compost bij de uienbewerkingsbedrijven onder de MINAS (Mineralen Aangifte Systeem) en het BOOM (Besluit Overige Organische Meststoffen) (Min. VROM, 2003). Onder deze wetgeving was het mogelijk de geproduceerde compost van de organische reststroom die bij de uienbewerkingsbedrijven vrij komt af te zetten onder de noemer “zwarte grond”, mede omdat normen voor hoeveelheid zware metalen en arseen die in het product voorkomen werden gekoppeld aan het lutum en organisch stof percentage. Dit bood voor de sector perspectief wat betreft afzetmogelijkheden. Immers, het gehalte aan organische stof en het lutumpercentage van het product is dusdanig hoog dat de

Dosering gekoppeld Aan lutum en organische stof hoeveelheden zware metalen en arseen ruimschoots binnen de aldus gestelde normen vielen. De uienpellencompost kon worden aangewend op landbouwpercelen zonder dat daar doseringsbeperkingen aan waren verbonden.

Compost Sinds 1 januari 2006 is de nieuwe mestwetgeving van kracht en daarin was het alleen mogelijk het product af te zetten onder de noemer “compost”, waar een maximale dosering van 12 (!) ton per ha per jaar aan gebonden was. Afzet van het product onder de noemer “zeer schone compost” was niet mogelijk omdat bepaalde zware metalen niet aan de normen voor “zeer schone compost” voldeden. De normen werden in de nieuwe wetgeving absoluut gesteld en niet meer gekoppeld aan organische stof en lutum percentage. De wetgeving belemmerde de afzet dus dermate (BVOR, 2004, 2005a, 2005b) dat het aanwenden van uienpellencompost binnen het eigen bedrijf veel minder aantrekkelijk was voor de uienbewerkingsbedrijven. Een gemiddeld uienbewerkingsbedrijf van 25.000 ton productafzet per jaar zou dan bijna 60 hectare grond moeten gebruiken om de hoeveelheid geproduceerde uienpellencompost aan te wenden.

Ontkoppeling dosering van lutum en organische stof

Mestwet 2006

Bezwaarschrift ZUVER In de loop van de jaren 2006 en 2007 wordt de mestwetgeving geëvalueerd (TCB, 2006, LNV, 2006). ZUVER heeft daarom in augustus 2006 een bezwaarschrift ingediend bij het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (LNV), waarin zij heeft gepleit het onderscheid tussen “compost” en “zeer schone compost” te laten vervallen, (of de term “zwarte grond” te handhaven) en bovendien de maximale dosering te koppelen aan het gebruiksnormstelsel, zoals dat sinds 1 januari 2006 van kracht is (Eversdijk, H en Jansen, J, 2006). Daarmee wordt voor de sector ruimte gecreëerd om de uienpellencompost af te zetten. Immers, het product bevat nauwelijks fosfaat en stikstof, waardoor de bemestende waarde erg laag is.

Lage bemestende waarde Deze onderscheidendheid van het product biedt tegelijkertijd kansen voor de afzet. Het aanwenden van compost in het algemeen wordt door veel telers als niet aantrekkelijk gezien omdat de, veelal krappe, fosfaat- en stikstofnorm al ver wordt opgevuld bij toepassing van de meest gangbare compostsoorten en daardoor weinig ruimte overblijft om te bemesten met anorganische (kunst)meststoffen. Terwijl het op peil houden van het organisch stof gehalte van de bodem juist van groot belang is in velerlei opzichten en daarom door de overheid ook wordt gestimuleerd. Denk alleen al aan de vermindering van uitspoeling van zware metalen en mineralen met het oog op de Kaderrichtlijn Water, zoals die binnen de Europese Unie (EU) van kracht is. Maar ook voor de structuur en waterhuishouding van de bodem aan zich speelt het organisch

Kaderrichtlijn Water (KRW)

stofgehalte een zeer belangrijke rol. Er zijn tal van positieve effecten te noemen waarom het van grote betekenis is om het organisch stofgehalte van de bodem op een voldoende niveau te houden.

Evaluatie mestwet 2006

Evaluatie Wageningen
UR

Naast het indienen van een bezwaarschrift heeft ZUVER ook via Wageningen UR, die door de overheid belast is met onderzoek naar problematiek omtrent de in 2006 ingevoerde mestwetgeving, aangegeven wat de knelpunten waren voor de sector en daarbij tevens handvatten aangereikt voor mogelijke oplossingen (Ham, van der, 2007). Op deze wijze wordt de sector de mogelijkheid geboden actief mee te denken in de kaderstellende beleidsvorming, wat door alle partijen als positief is ervaren. Hieruit blijkt dat wanneer de sector zich gedegen verdiept in de problematiek die zich voordoet, en daarbij richting de overheid en ander instanties eenduidig naar buiten komt met een zienswijze en daarbij behorende mogelijke oplossingen, gebaseerd op een steekhoudende argumentatie die draagvlak heeft binnen de sector, zij dan een positieve bijdrage kan leveren aan ontwikkelingen die de sector raken op welke wijze ook.

Basisvrachtbenadering

Naast het aangeven van knelpunten heeft ZUVER ook onderzocht welke ruimte wordt gegeven aan de hoeveelheid fosfaat, wat de meest beperkende factor blijkt te zijn in het product, binnen de zogenaamde “basisvrachtbenadering” (Ehlert, P.A.I., 2005). Immers, de grond die zich in de reststroom bevindt bevat al een bepaalde basishoeveelheid fosfaat en stikstof die direct van het landbouwperceel wordt meegevoerd. Deze hoeveelheid wordt in het product ook meegeteld en is dus niet afkomstig van de eigenlijke organische (planten)delen. Echter, de hoeveelheid fosfaat binnen het product valt boven de gestelde norm die geldt voor de zogenaamde basisvrachtbenadering en valt daarmee niet binnen de basisvracht. Er is dus werkelijk sprake van een meststof, hoewel die een zeer lage bemestende waarde heeft. Dit geeft te meer aan dat het aanwenden van de uienpellencompost absoluut milieuhygiënisch verantwoord is, ook in relatie tot andere, van kracht zijnde normen. Deze aannahme kan worden gestaafd uit aanvullend bodemonderzoek zoals dat is uitgevoerd op een perceel waar al decennialang uienpellen(compost) op is uitgereiden (Gunter, G.A., 2006a).

Meststof

Inhoudelijk overleg

Tijdens de ontwikkelingen binnen aanpassingen en evalueren van de mestwetgeving heeft verschillende malen inhoudelijk overleg plaatsgevonden met zowel het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) als Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM). Tijdens dit overleg zijn de knelpunten die ZUVER heeft aangegeven steeds meegenomen in het ontwikkelen van de wetgeving, zoals blijkt in de onlangs verschenen publicaties in het Staatsblad. Bovendien is door vragen van Tweede Kamerlid ir.

SGP B. van der Vlies (SGP) aan de minister van VROM (J. Cramer), op verzoek van ZUVER, direct antwoord gekregen op de inhoudelijke vragen met betrekking tot het vervallen van de noemer “zeer schone compost” en de koppeling van dosering aan het gebruiksnormenstelsel, zoals door ZUVER werd bepleit.

Huidige situatie

Noemer ‘compost’
Gebruiksnormenstelsel
Maximale dosering

Alle inspanningen tezamen hebben tot dusdanige aanpassing in de wet- en regelgeving geleid dat het momenteel mogelijk is de uienpellencompost aan te wenden op landbouwpercelen, onder de noemer “compost”, waarbij de doseringsbeperking is gekoppeld aan het gebruiksnormenstelsel. Dit is exact waarop door ZUVER ook steeds is aangedrongen bij de verschillende instanties waarmee overleg is geweest. Voor 2008 geldt een fosfaatsnorm van 85 kg per ha, waarbij per ton uienpellencompost 0,6 kg fosfaat wordt ingevuld. Concreet wil dit zeggen dat de maximale dosering ruim 141 ton per hectare is, uitgaande van een homogeen product dat voor de gehele sector gelijk is. Daarnaast blijft binnen de stikstofgebruiksnorm nog ruimte voor bemesting met stikstof. Uitgaande van 3,0 gram stikstof per kg droge stof, betekent het dat naast de ruim 141 ton uienpellencompost nog ruimte is om 127 kilogram stikstof aan te wenden binnen een stikstofgebruiksnorm van 170 kilogram per hectare.

Ruime afzetmogelijkheden
Registratie en administratie

Dit biedt voor de sector ruime afzetmogelijkheden, waarbij wel de kanttekening moet worden geplaatst dat natuurlijk bewezen dient worden dat de hoeveelheid fosfaat en stikstof inderdaad gelijk is voor alle geproduceerde compost bij alle individuele sorteerb企业. Bovendien moet kunnen worden aangetoond dat de maximale dosering niet wordt overschreden. Met andere woorden: de hoeveelheid uienpellencompost die per oppervlakte-eenheid wordt aangewend dient te worden geregistreerd. Immers, het moet aantoonbaar zijn dat de uienpellencompost verantwoord wordt toegepast, binnen de van kracht zijnde wet- en regelgeving. De overheid legt de verantwoordelijkheid hiervoor bij de sector.

Aanbevelingen

Homogeniteit

Voor de sector is het van groot belang dat de uienpellencompost met zo laag mogelijk administratieve belasting en verdere kosten kan worden afgezet. Omdat van overheidswege de verantwoording bij de sector wordt gelegd, is het verstandig de mogelijkheden te bestuderen om de geproduceerde compost te onderzoeken op homogeniteit, zowel binnen als tussen de afzonderlijke sorteerb企业. Wanneer voor de uienpellencompost een gemiddelde waarde

Besparing administratie en bemonsteringkosten	kan worden bepaald met een beperkte spreiding voor fosfaat, stikstof en zware metalen, wat gezien de samenstelling van het te verwerken product aanneemelijk is, kan dit leiden tot een forse besparing op zowel bemonsterings- als administratieve kosten. Immers, indien voornoemde het geval is kan een document worden samengesteld wat door de gehele sector als standaardrapport kan worden gebruikt. Wellicht blijft wel een bepaalde meldingsplicht voor de individuele bedrijven van kracht. Hierover zal nog nader overleg plaatsvinden met het bevoegd gezag.
Gewicht per volume-eenheid	Daarnaast kan wellicht een inschatting worden gemaakt wat betreft een gemiddelde waarde voor het gewicht per volume-eenheid. Dit zou namelijk de mogelijkheid bieden om het gewicht van de geproduceerde uienpellencompost in te schatten op basis van een volumebepaling, wat in de praktijk meestal eenvoudiger is dan een gewichtsbepaling op basis van het wegen van elke afzonderlijke afgevoerde vracht, mede gezien de hierin te realiseren kostenbesparing qua tijdsduur lijkt dit wenselijk. Bij het realiseren hiervan kan in aanmerking worden genomen dat een afwijking, mits deze binnen bepaalde grenzen ligt, als aanvaardbaar moet kunnen worden beschouwd, gezien de zeer lage bemestende waarde van het product. Daarbij is het wel van belang dat het composteringsproces bij de afzonderlijke bedrijven, tot een vergelijkbaar product leidt. Naast een gewichtsbepaling op basis van volume en dichtheid kan wellicht een nog eenvoudiger manier worden onderzocht. Het gaat dan om een bepaling van de hoeveelheid compost in verhouding tot de afzet van product. Bekend is dat de organische reststroom 2,8 procent van het bruto aangevoerde product betreft. Dat betekent dat een uienbewerkingsbedrijf met een afzet van 25.000 ton bruto product een reststroom genereert van 700 ton. Na compostering zal dit nog lager liggen, gezien de massa- en volumereductie die tijdens het composteringsproces plaatsvindt. Indien hier een juiste inschatting van kan worden gemaakt biedt dat mogelijkheden de hoeveelheid nutriënten te bepalen die totaal worden aangewend via de compost. Dit zal onderling terdege moeten worden afgestemd.
50% vrijstelling	Bovendien dient voor de toekomst de wet- en regelgeving nauwkeurig te worden gevolgd, zeker ook wat betreft de 50% vrijstelling wat betreft het meetellen van fosfaat in het product, die momenteel van kracht is. Indien deze wordt verkleind leidt dat direct tot een beperking van de maximale dosering
Aanscherpen gebruiks-normen	per hectare. Daarnaast wordt de gebruiksnorm voor de komende jaren verder aangescherpt, wat in 2013 zou kunnen leiden tot een fosfaat gebruiksnorm van 70 kg per ha. Deze ontwikkelingen zijn nog niet definitief, echter gezien het uitgangspunt voor een evenwichtsbemesting binnen de EU dient hiermee zeer zeker rekening te worden gehouden.

Kansen en afzetmogelijkheden als compostproducten

Compost en ziekteverende eigenschappen

Biologische- en geïntegreerde bestrijding

Naast het omzetten van de organische reststroom tot een duurzaam product als compost kan verder worden nagedacht om de compost niet alleen in te zetten als meststof of bodemverbeteraar maar tevens gebruik te maken van de ziekteverende eigenschappen van het product in het kader van biologische en geïntegreerde bestrijding (Blok, W. *et. al.* 2005).

Onderzoeksresultaten geven hoge verwachtingen voor het toepassen van uienpellencompost ter bestrijding van onder andere witrot (*Sclerotium cepivorum*). In bijvoorbeeld Engeland (University of Warwick) (Noble, R, 2007; Clarkson, J.P., 2002, 2003, 2006; Defra, Coventry, E., 2002) en Australië (Villata, O., 2007a, 2007b) wordt onderzoek op zowel laboratoriumschaal als in de praktijk uitgevoerd.

Veenervanger

Veenervanger

De geproduceerde compost kan mogelijk concurreren met zogenaamde veenervangers (Disco, A, 2005; Rovers, J., 2007). Er bestaan goede kansen dat het product goedkoper op de markt kan worden gezet dan concurrerende verwante producten. In ieder geval is het materiaal vrij van fysische en chemische verontreinigingen.

Deel van de reststroom benutten als compost

Naast genoemde mogelijkheden voor afzet van compost kan in het kader van totale project worden gekeken naar mogelijkheden om een gedeelte van de reststroom te composteren en een ander deel, waarin bruikbare grondstoffen zitten voor andere toepassingen van verwaarding.

De toepassing composteren kan dan als hoofdlijn worden gebruikt die altijd mogelijk is en daarnaast kunnen bijvoorbeeld waardevolle componenten als de buitenste droge rokken van de ui worden gebruikt voor winning van kleurstoffen of anti-oxidanten.

Literatuur

Agelet L. E., 2006; Composting of municipal solid wastes

Beinum, A en Westra, S, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO) 2004; Verwerking Gewasresten: Mogelijke verwerkingsopties gewasresten voor de agrarische sector.

Blok, W, Rijn, E. van, Termorshuizen, A en Volker, D., 2005; Compostonderzoek aan de leerstoelgroep Biologische bedrijfssystemen, Wageningen Universiteit: Gewasbescherming pag. 212-115, (36-5).

Brinkhorst, J. en Berg, C ter, Louis Bolk Instituut (LBI), 2001; Handboek Mest en Compost: behandelen, beoordelen en toepassen.

BVOR Nieuwsbulletin, 2004; TCB-advies aanpassing BOOM: einde aan onbeperkte dosering en MINAS-vrije toepassing zwarte grond (2004, jrg.14, nr.2)

BVOR Nieuwsbulletin, 2005a; LTO: Compost buiten gebruiksnormen houden! (2005, jrg.15, nr.1)

BVOR Nieuwsbulletin, 2005b; Amendement Koopmans haalt compost uit benarde positie (2005, jrg.15, nr.2)

Coventry, E., Noble, R., Mead, A., Whipps, J.K., 2002; Control of allium white rot (*Sclerotium cepivorum* with composted onion waste.

Clarkson, J., Payne, T., Whipps, J., 2002; Biological control of Allium white rot by sclerotial degrading fungi.

Clarkson, J.P., Coventry, E., Noble, R., Whipps, J.M., 2003; Integrated control of allium white rot.

Clarkson, J.P., Scruby, A., Mead, A., Wright, C., Smith, J.M., Whipps, J., 2006; Integrated control of allium white rot with *Trichoderma viride*, tebuconazole and composted onion waste. Plant pathology (vol. 55-3 pag. 375-386).

Dam, AM van en Zuilichem, H, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO), 2006; Composteren van organisch afval: Informatieblad Nutriënten Waterproof no. 8

Dam, AM van, 2007; Praktijkonderzoek Plant en Omgeving en Louis Bolk Instituut (PPO en LBI); Composteren van organisch afval: Biokennis bericht #3 akkerbouw en vollegrondsgroente

Defra Science and Research; Composting of onion and other vegetable wastes, with particular reference to control allium white rot.

Disco, A., 2005 Natuurcompost als milieuverantwoord substraat: weekblad Groenten en Fruit, week 26- 2005.

Ehlert, P.A.I., 2006; Toepassing van de basisvrachtbenadering op fosfaat van compost (Wot natuur en milieu: rapport).

Eversdijk, H en Jansen, J (namens ZUVER), 2006; Bezwaarschrift tegen ontwerp besluit houdende wijziging van het Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet en het Besluit gebruik meststoffen (overheveling Meststoffenwet 1947 en Besluit kwaliteit en gebruik overige organische stoffen).

Geel, P.L.B.A. van, 2005; Afbakening afvalstoffenregelgeving en meststoffen regelgeving, afzet compost en relatie compost en CO₂ (de “groene brief”).

Gunter, G.A., 2005; Oriënterend onderzoek naar de mogelijkheid om uienpellen toe te passen als meststof.

Gunter, G.A., 2006a; Onderzoek naar de samenstelling van gecomposteerde uienpellen.

Gunter, G.A., 2006b; Notitie: Knelpunten afzet gecomposteerde uienpellen.
Ham, A. van den, Daatselaar, C.H.G., Doornewaard, G.J. en Hoop, D.W. de, 2007; Eerste ervaringen met het gebruiksnormenstelsel: Studie in het kader van de Evaluatie Meststoffenwet 2007(achtergrondrapport).

Haug, 1980; Compost engineering, Principles and Practice; Ann. Arbor Science Publishers.

Heeres, E. Louis Bolk Instituut (LBI), Postma, J. Plant Research International (PRI), Velvis, H. (PRI), Wolf, P. Praktijkonderzoek plant en omgeving (PPO) 200

Landelijk Milieuoverleg Bloembollenteelt (LMB), 2005; Handreiking composteerplaats voor bedrijven met bloembollenteelt 2005

Luesink, H. Landbouw Economisch Instituut (LEI), 2006; Verwaarding reststromen uienbewerking tot zwarte grond.

Milieudienst Regio Eindhoven, 2002; Notitie: kuilvoeder en organisch afval.

Ministerie van LNV, 2006; Overheveling meststoffenwet 1947 en BOOM

Ministerie van VROM, 2003; Handreiking relevante regelgeving bij de toepassing van groenafval.

Noble, R., 2007; Conference abstract: Control of allium white rot using composts and *Trichoderma* (Warwick HRI).

Rovers, J. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO), 2007; Composterend rookt *Xanthomonas* uit: weekblad Groenten en Fruit, week 23- 2007.

Salve, J.I., Urgert, W., Roelse, L. en Rooijakkers, L., 2006; Duurzame verwerking van houtachtige stoffen in Zeeland.

Spijker, J., 2005; Geochemical patterns in the soils of Zeeland: Natural variability versus antropogenic impact.

Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden 390, 13 juli 2006; Besluit landbouw milieubeheer (BLM).

Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden 251, 4 juli 2007; Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet en Besluit gebruik Meststoffen

Technische Commissie Bodembescherming (TCB), 2006; Advies overheveling meststoffenwet 1947 en BOOM.

Veeken, A en Hamelers, H, 2002; Sources of Cd, Cu, Pb and Zn in biowaste: Science Total Environment 300, 87-98

Villata, O, Wite, D, Porter, I, Pung, H, Duff, A, McLean, K., Stewart, A., 2007a; Development of a disease management system for onion shite rot in Australia.

Villata, O., Porter, I.J., McLean, K.L., Stewart, A., 2007 Summary for ISEA; Integrated control of white rot on spring onions in Australia.

Wal, A.J. van der, Kool, A en Leendertse, P.C., Centrum voor Landbouw en Milieu (CLM), 2001; Waarderingsstelsel voor milieumanagement in de bol-lenteelt.

Wolf, J. de (PPO), Heeres, Louis Bolk Instituut (LBI), Postma, J, Plant Research International (PRI), Velvis, H (PRI), 2005; Compost voor de biologische kringloop: een verkenning van mogelijkheden en grenzen

Zwart, K (Alterra), Pronk, A, Plant Research International (PRI) en Kater, L, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO), 2004; Verwijderen gewasresten in de open teelten.

Bijlage 5: Bio-ethanol

(Auteur: G.A. Gunter, Zuver)

Inleiding

Deze annex beschrijft kort de ontwikkelingen op de energiemarkt in relatie tot de productie van bio-energie. Daarbij wordt aandacht besteed aan politieke ontwikkelingen binnen Europa en Nederland. Daarnaast worden technieken beschreven die kansen bieden binnen het project “verwaarding reststroom uienbewerking”. In het bijzonder wordt ingegaan op de productie van bio-ethanol uit cellulose, een polysaccharide dat voorkomt in de reststroom die bij de uienbewerkingsbedrijven vrijkomt.

Ontwikkelingen in de markt

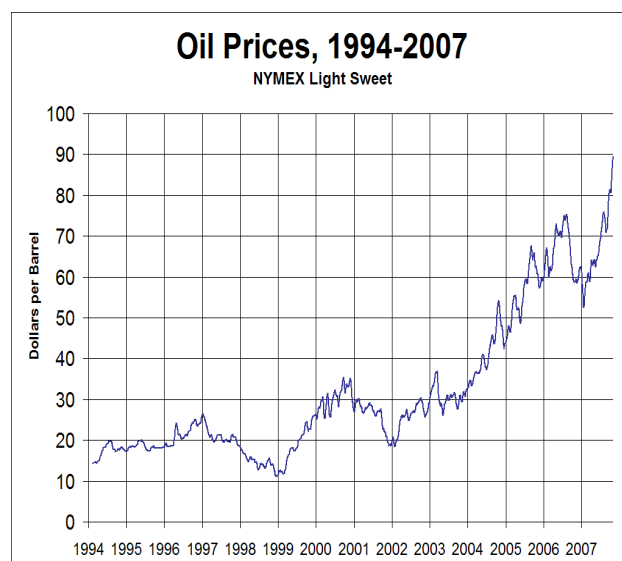
Energiemarkt

De vraag naar energie is de laatste jaren enorm gestegen, terwijl het aanbod niet toeneemt. Sterker nog, het is duidelijk dat binnen afzienbare tijd de fossiele energiebronnen opraken. De vraag is niet of dit gebeurt, maar wanneer dit gebeurt.

Door de enorme vraag naar energie in opkomende economieën zoals China en Azië wordt record naar record verbroken. De olieprijs stijgt

enorm. Alleen over het jaar 2007 is de prijs voor een vat ruwe olie met bijna 100% gestegen. Daardoor wordt steeds meer geïnvesteerd in alternatieve energiebronnen.

Naast schaarste van het product spelen ook politieke redenen wat betreft onafhankelijkheid van olieproducerende landen zoals in het Midden-Oosten, risicospreiding en een meer verspreide energievoorziening een belangrijke rol.



Figuur 1. Ontwikkeling olieprijsen over de periode 1994-2007.

Bron: www.peakoil.nl.

Fossiele
energiebronnen

Azië

Olieprijs

Factoren

Productie bio-brandstoffen	De productie van brandstoffen uit planten wordt als zeer kansrijk gezien. Daarbij kan de agrarische sector een rol vervullen en haar continuïteit waarborgen. Immers, de agrarische grondstoffen kunnen niet alleen als voedsel, maar tevens als energiebron worden gebruikt. Los van de ethische aspecten die een belangrijke rol spelen in de discussie, liggen hier kansen voor de landbouw
Bio-based economy	die een enorme rol van betekenis kan spelen in de bio-based economy. Dat geldt niet alleen op het gebied van energiebronnen, maar zeker ook in voor andere bio-based producten zoals bijvoorbeeld bioplastics. De mogelijkheid bestaat dat een betere prijsstabiliteit voor bepaalde producten ontstaat doordat een tijdelijk overvloedig aanbod richting energieproductie kan worden afgezet.
Flexibiliteit	De flexibiliteit van het productieproces van biobrandstoffen is dan ook een belangrijk aandachtspunt.
Graanprijzen	Een bekend voorbeeld is de recente ontwikkeling van de graanprijzen. De enorme stijging is voor een aanzienlijk deel toe te schrijven aan de productie van bio-ethanol uit granen, hoewel ook tegenvallende opbrengsten en speculaties op de graanmarkten een rol van betekenis spelen. Toch bieden deze ontwikkelingen kansen voor de afzet van agrarische producten en voor de landbouwsector op zich.
<i>CO₂ reductie en Europese richtlijnen</i>	
Verdrag van Kyoto	In het kader van het Verdrag van Kyoto zijn afspraken gemaakt met betrekking tot uitstoot van broeikasgassen. Binnen de Europese Unie zijn richtlijnen ontwikkeld waarin afspraken staan met betrekking tot stimulatie van biobrandstoffen om aan de EU-richtlijnen voor vermindering van uitstoot van broeikasgassen te kunnen voldoen. Een belangrijke ontwikkeling is de bijmenging van ethanol in benzine. In 2003 zijn doelstellingen bepaald waarin wordt gesteld dat in 2006 2,0% bio-ethanol wordt bijgemengd in benzine. Voor 2011 is deze hoeveelheid vastgesteld op 5,75% en voor 2020 ligt de doelstelling op 10%. Een ander belangrijk beleidsinstrument dat daaraan is verbonden is de wijziging van bestaande richtlijnen met betrekking tot accijnzen.
EU-richtlijnen	
Productiekosten	De productiekosten liggen in beginsel nog hoger dan reguliere brandstoffen als benzine. Oorzaak hiervan is onder andere het relatief jonge stadium waarin productietechnieken zich bevinden en het evenwicht tussen vraag en aanbod. Stimulering van ontwikkeling op het gebied van productie kan plaatsvinden door subsidie of verlaging van accijns.
Lange- en korte-termijn doelstellingen	Als het gaat om technische en beleidsmaatregelen voor CO ₂ -reductie is het belangrijk om onderscheid te maken tussen korte- en lange-termijn doelstellingen. Korte-termijn doelstellingen zoals de Kyoto-afspraken en nationale doelstellingen zijn bindend vastgelegd (5,2% reductie t.o.v. 1990 niveau in 2008 binnen de Europese Unie en 6% binnen Nederland) en moeten worden ge-

Nationaal Milieu-
beleidsplan (NMP4)

haald met technieken die nu of op korte termijn toepasbaar zijn. Lange-termijn doelstellingen zijn in de regel indicatieve doelen die niet bindend zijn maar wel zeer ambitieus. Het Nationaal Milieubeleidsplan (NMP4) spreekt van 40 – 60% reductie in 2030 t.o.v. 1990. Voor het halen van deze doelen zijn technieken nodig die zich nu nog in een ontwikkelingsfase bevinden.

Broeikasgassen

Wat betreft de invloed van zogenaamde broeikasgassen zoals koolstofdioxide (CO₂) op de temperatuurstijging binnen het milieu spelen biobrandstoffen dus een belangrijke rol. Ondanks het feit dat personenauto's zuiniger zijn geworden en brandstofbesparing uit kosten oogpunt veel aandacht krijgt, is sinds 1990 de CO₂-uitstoot van verkeer met 20% toegenomen. Vergeleken met benzine wordt de uitstoot van zogenaamde broeikasgassen door het gebruik van bio-ethanol fors teruggedrongen. Ook wanneer de totaalbalans wordt vergeleken. Dat wil zeggen, wanneer de uitstoot van broeikasgassen die tijdens de productie van energiegewassen vrijkomt wordt meegenomen in het totaalbeeld, is sprake van een positieve energiebalans. De CO₂ die vrijkomt bij de verbranding van de ethanol is kortcyclisch en draagt per saldo niet bij aan de totale CO₂-emissie. Dat komt omdat uitstoot van CO₂ bij verbranding gelijk is aan de totale opname van een plant tijdens de gehele groeiperiode. De eerste generatie bio-ethanol, geproduceerd uit energiegewassen levert een reductie van 40-50% CO₂-uitstoot. De tweede generatie echter levert een reductie op van 80-90%.

Positieve energiebalans

Kortcyclisch CO₂

Europese markt

Indien binnen de Europese Unie 10% van de brandstoffen van biologische oorsprong moet zijn betekent dit dat per jaar circa dertig miljoen ton biobrandstoffen op de Europese markt moet komen, wat overeenkomt met ruwweg 120 miljoen ton biomassa. Ter vergelijking: momenteel bedraagt de overslag van agro-producten in de Rotterdamse havens rond de tien miljoen ton (Wielen, L van der, 2007).

Ontwikkelingen in de automobiellindustrie en de distributie van autobrandstoffen

Flexible Fuel Vehicles
(FFV's)

Tweede generatie
biobrandstoffen

Het rijden op ethanol is niets nieuws onder de zon. Henry Ford ontwikkelde al een auto met een verbrandingsmotor die als brandstof ethanol gebruikte. In de landen Brazilië, Zweden en de Verenigde Staten wordt al een heel aantal jaren bio-ethanol gebruikt als motorbrandstof. Voor 2008 rekent het Amerikaanse Ministerie van landbouw op een totale productie van ruim 37 miljard liter, wat overeenkomt met ruim 100 miljoen liter per dag. In de Amerika rijden al zo'n drie miljoen "Flexible Fuel Vehicles (FFV's)" van verschillende merken. De Europese productie ligt veel lager dan de Amerikaanse, wat onder andere een gevolg is van de veel kleinschaliger landbouw. Echter, de tweede generatie biobrandstoffen heeft wel degelijk kansen voor Europa. In Zweden is het aantal auto's dat op bio-ethanol kan rijden inmiddels 11.000.

ETBE

Flexauto's

Prijs per liter

Bio-ethanol kan zonder aanpassingen aan de motor worden bijgemengd tot een volumeverhouding van 10 tot 15%. Er dient rekening te worden gehouden dat de volumeverhoudingen niet gelijk zijn aan de verhoudingen wat betreft verbrandingswaarde. Bio-ethanol heeft een 32% lagere verbrandingswaarde. Dat betekent dat met 1 liter bio-ethanol dezelfde afstand kan worden afgelegd als met 0,68 liter benzine. Het toepassen van bio-ethanol in reguliere fossiele benzine kan via toevoeging als ETBE (Etyl Tertiair Butyl Ether) en directe bijmenging bij benzine. Bij het gebruik als toevoeging via de synthetisch geproduceerde verbinding ETBE bestaat deze uit 45% bio-ethanol. ETBE kan als additief tot 10% uitmaken van de benzine. Via directe bijmenging (blending) kunnen hoeveelheden van 5% (E-5), 10% (E-10) en 85% (E-85) worden toegevoegd aan benzine. De autofabrikanten spelen in op bio-ethanol brandstoffen door zogeheten “flexauto’s” op de markt te brengen. Die kunnen op verschillende mengsels van bioethanol en fossiele brandstof rijden. Het aantal tankstations waar bio-ethanol kan worden getankt neemt steeds meer toe, mede door de stimulering vanuit Europese wetgeving. In Nederland zijn nog maar 3 tankstations waar E-85 kan worden getankt. In Duitsland echter al 72 en in Zweden zelfs 792. In tabel 1 zijn van verschillende landen binnen Europa het aantal tankstations en de prijs per liter E-85 weergegeven. De prijs per liter loopt erg uiteen. Dit heeft onder andere te maken met accijnzen die worden geheven op de bio-ethanol. In Nederland wordt momenteel aandacht besteed aan beleid dat het rijden op bio-ethanol niet duurder mag zijn dan op benzine.

Tabel 1. Aantal pomplocaties in landen binnen de EU waar E-85 kan worden getankt en de prijs per liter in april 2007

Land	Aantal stations	Prijs per liter (incl. btw en accijnzen)
Zweden	792	€ 0,80
Duitsland	72	€ 0,90
Frankrijk	18	€ 0,78
Groot Brittannië	14	€ 1,13
Ierland	12	€ 0,90
Oostenrijk	11	Onbekend
Zwitserland	6	€ 0,70
Noorwegen	6	€ 1,00
Nederland	3	€ 1,92
België	1	Onbekend

Bron: www.biogasinternational.nl

Ontwikkelingen op de grondstoffenmarkt

Grondstoffen

Grondstoffen voor de productie van bio-ethanol zijn zogenaamde energiegewassen en reststromen die vrijkomen uit de verwerkende industrie. Bezwaren tegen de productie van biobrandstoffen uit energiegewassen zijn veelal gebaseerd op de mening dat voedsel wordt gebruikt voor energieproductie terwijl een groot deel van de wereldbevolking honger heeft. Ter illustratie: In 2006 werd de tortilla in Mexico tweemaal zo duur, doordat de grondstof, maïs, werd gekocht voor de productie van bio-ethanol in de Verenigde Staten en voor veevoer in het Verre Oosten. Voedselproductie en energievoorziening hadden vroeger niets met elkaar gemeen, maar nu worden dezelfde grondstoffen gebruikt.

Gebruik reststromen

Vooraf het gebruik van reststromen is de laatste tijd erg in opmars. Daarbij speelt wetgeving op het gebied van afvalbeheer met name preventie en hergebruik een belangrijke rol in. Het gaat daarbij om de zogenaamde tweede generatie biobrandstoffen. Rest- en bijproducten die vrijkomen bij het productieproces zoals C-zetmeel, aardappelstoomschillen, melasse en overtollige producten uit de voedselverwerkende industrie. Momenteel wordt veel onderzoek gedaan naar het gebruik van cellulosehoudende reststoffen als grondstof voor bio-ethanol productie. Voor de toekomst wordt alweer verder gekeken naar stoffen zoals butanol en afgeleide producten die kunnen dienen als benzinevervanger. Door ontwikkeling van technieken, toename en koppeling van kennis op het gebied van biobrandstoffen is steeds meer mogelijk.

Potentiële opbrengsten

Om een beeld te schetsen van de hoeveelheid biomassa die nodig is voor de productie van bio-ethanol is in tabel 2 aangegeven wat de potentiële opbrengsten aan bio-ethanol zijn van verschillende soorten gewassen en reststromen. In deze tabel wordt uitgegaan dat de soortelijke massa van bio-ethanol 0,787 kg per liter is, oftewel 1 liter bio-ethanol weegt 1,27 kilogram. De verbrandingswaarde van bio-ethanol is 68% ten opzichte van benzine. Voor

Verbrandingswaarde

benzine ligt de verbrandingswaarde op 42,9 MJ/kg (32,2MJ/ltr) en voor bio-ethanol op 26,8 MJ/kg (21,3MJ/kg).

Tabel 2. Potentie van gewassen en restproducten voor bio-ethanol productie

Gewas/reststroom	Opbrengst	Type bestanddeel	Omzetting naar	Opbrengst	Opbrengst
Suikerbieten	60.000	16% suiker	0,47	4.512	5.730
Aardappels	45.000	16% zetmeel	0,52	4.446	5.646
Graan	10.000	70% zetmeel	0,52	3.640	4.623
Maïs	12.000	36% zetmeel	0,52	4.060	5.156
Hooi	7.000	25% cellulose	0,42	735	933
Stro	4.000	40% cellulose	0,42	672	853

Bron: Van Hall Instituut

Economische haalbaarheid

Huidige productiekosten

De kosten (VITO, 2007) voor het produceren van bio-ethanol worden globaal geraamd op € 0,67 cent per liter. Uitgaande van een fabriek die 100.000 ton bio-ethanol per jaar produceert en een afschrijving over 15 jaar worden de productiekosten geraamd op € 0,65 per liter (€ 0,30 voor afschrijving en € 0,35 voor proceskosten). Voor de biomassa input wordt uitgegaan van ongeveer € 0,32 per liter, wat overeenkomt met € 100 per ton gepelleteerde biomassa. De opbrengsten die worden verkregen door de opbrengst van bijproducten zoals elektriciteit worden geraamd op € 0,30 cent waardoor per saldo de kosten van een liter bio-ethanol op circa € 0,67 per liter liggen. Voor distributie en marge wordt € 0,14 per liter gerekend zodat de prijs aan het pompstations € 0,81 bedraagt zonder BTW en accijnzen. Voor benzine bedraagt dezelfde prijs aan de pomp € 0,57 per liter. Indien de verbrandingswaarde wordt meegenomen van 68% geldt dat ter vergelijking bio-ethanol € 1,19 kost en dus nog € 0,62 per liter duurder is.

Nieuwe technologieën

Echter nieuwe technologieën (TNO, 2007) maken het mogelijk de kostprijs voor de productie te laten dalen tot € 0,20 tot € 0,30 per liter. De techniek voor het ontsluiten van de suikers is daarbij niet gebaseerd op gebruik van enzymtechnologie, maar op een nieuw ontwikkeld zogeheten “biosulfurolproces”. Het proces maakt gebruik van geconcentreerd zwavelzuur, een beproefde methode in de analytische chemie waarbij zeer hoge opbrengsten worden verkregen. Het zwavelzuur is niet selectief en ontsluit elke soort biomassa. Dit in tegenstelling tot enzymcocktails die veel selectiever werken en momenteel ook aanzienlijk duurder zijn, hoewel de prijzen daarvan de laatste jaren enorm zijn gedaald door bulkproductie en nieuwe technologie. Naast het gebruik van de chemische ontsluiting van suikers wordt door de toepassing van een membraanunit en een afvalzuiveringsinstallatie 99,9 procent van het zwavelzuur teruggewonnen. Bovendien wordt energie die vrijkomt direct weer gebruikt binnen het productieproces. TNO geeft aan dat op deze wijze bio-ethanol zonder subsidies de concurrentie op de wereldmarkt voor brandstoffen aan kan. Inmiddels worden plannen gemaakt voor de bouw van een eerste demonstratiefabriek.

Biosulfurolproces

Deze technische ontwikkelingen in combinatie met de stijging van olie-prijzen en politiek beleid bieden enorme kansen die de productie van bio-ethanol grootschalig, op concurrerend niveau met fossiele brandstoffen mogelijk maken.

Nieuwe technologieën

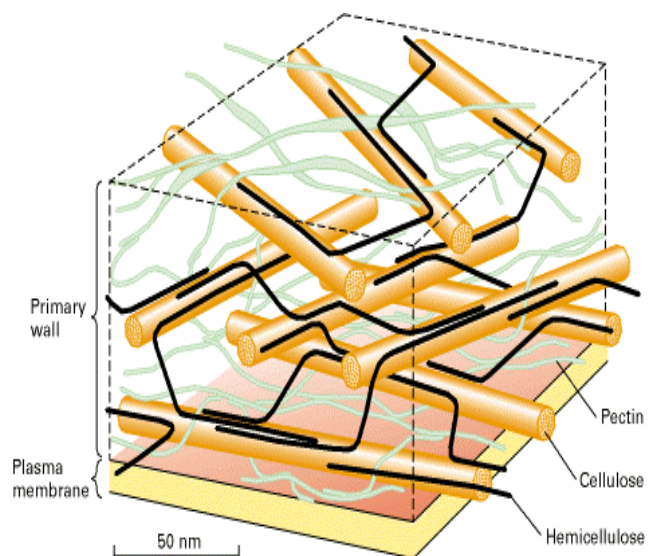
Cellulose

Suikerpolymeren

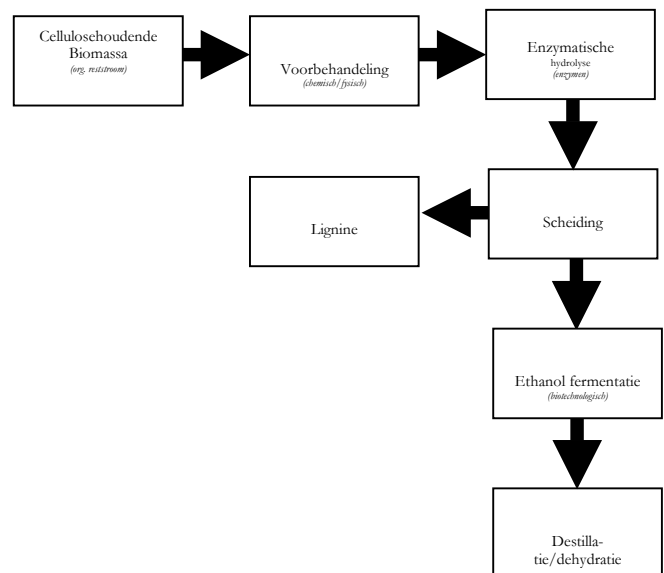
Cellulosehoudende grondstoffen konden tot voor kort niet worden gebruikt voor de productie van bio-ethanol omdat de fermenteerbare suikerpolymeren niet of moeilijk toegankelijk zijn voor de micro-organismen die de ethanol produceren. In figuur 2 is een schematisch overzicht gegeven van de celwand van de ui (*Allium cepa* L.). Hierin is duidelijk de complexe structuur te zien, waarmee de cellulose houdende celwand is opgebouwd. Duidelijk is dat de suikerpolymeren moeilijk toegankelijk zijn voor afbraak.

Nieuwe technologieën

Nieuwe enzymatische en chemische technologieën maken het echter mogelijk de suikers vrij te maken uit de cellulosehoudende reststroom. Enzymen spelen een steeds grotere rol in industriële productieprocessen. Het zijn stoffen die helpen bij omzettingen in chemische reacties. Bekende voorbeelden van toepassingen zijn de toepassingen in de farmaceutische industrie, maar



Figuur 2. Schematisch overzicht van de celwand van de ui. Cellulose en hemicellulose zijn in minimaal drie bovenliggende lagen aanwezig in de celwand en ingebed in een matrix van pectine. De verbindingen (cross links) tussen de afzonderlijke hemicellulose strengen zijn voor de overzichtelijkheid maar beperkt weergegeven. (Bron: M. McCann and K. R. Roberts, 1991, in C. Lloyd, ed., *The Cytoskeletal Basis of Plant Growth and Form*, p. 126).



Figuur 3. Schematisch overzicht van het bio-ethanol productieproces uit ligno-cellulose.

	ook bijvoorbeeld wasmiddelen zijn veelal gebaseerd op enzymtechnologie die het mogelijk maakt te wassen bij een veel lagere temperatuur met hetzelfde resultaat.
Sleuteltechnologieën	
Lignocellulose	Sleuteltechnologieën zijn dus een chemische en/of thermische voorbehandeling van lignocellulose waardoor cellulose en hemicellulose vrijkomen, die door enzymatische hydrolyse worden omgezet in fructose (C5-suiker) en glucose (C6-suiker). Deze suikers worden door micro-organismen omgezet in ethanol. Het Deense bedrijf Novozymes dat zich richt op enzymtechnologie heeft enzymen ontwikkeld die nodig zijn voor de afbraak van cellulose. Het bedrijf heeft plannen een fabriek te bouwen om de ontwikkeling grootschalig te gaan toepassen. Bovendien bieden de eerder genoemde technieken van
Novozymes	TNO kansen voor goedkope(re) productie van bio-ethanol uit cellulosehoudende grondstoffen. Shell heeft bij het Canadese bedrijf Iogen een productielijn op basis van stro. Maar ook in de regio Zeeland lopen vergaande initiatieven voor de productie van bio-ethanol uit (agrarische) reststromen zoals Nedalco in Sas van Gent en het project De Groene Poort in Rilland. Naast de ontwikkeling op het gebied van enzymtechnologie worden ook resultaten behaald door genetisch gemodificeerde micro-organismen te gebruiken in het fermentatieproces voor bio-ethanol productie. Door de organismen dusdanig genetisch aan te passen dat deze veel gemakkelijker cellulose kunnen afbreken
TNO	kunnen voordelen worden behaald. Het Amerikaanse bedrijf Celunol heeft de
Shell/Iogen	bacterie <i>Escherichia coli</i> genetisch gemodificeerd, zodat deze veel gemakkelijker en efficiënter cellulose kan afbreken uit allerlei soorten biomassa.
Nedalco	
Groene Poort	Bij de afbraak van cellulose tot suikers komt lignine vrij dat dient als grondstof voor verbranding om elektrische energie op te wekken. Ook hier telt de daarbij vrijkomende CO ₂ niet mee aan toename van broeikasgassen, omdat het van biologische oorsprong is. In figuur 3 wordt het productieproces van bio-ethanol uit cellulose schematisch weergegeven.
Celunol	
Genetische modificatie	
Lignine	

Mogelijkheden voor de reststroom van de uienbewerkingsbedrijven

Potentiële productie	Uitgaande van literatuurgegevens kan worden aangenomen dat het gehalte koolhydraten in de reststroom 40-50% bedraagt. Indien wordt aangenomen dat 75% van de koolhydraten bestaat uit suikerverbindingen die kunnen worden omgezet in bio-ethanol kan daaruit 160 tot 200 liter bio-ethanol per ton reststroom worden geproduceerd. De gehalten aan cellulose zijn literatuurgegevens en aannames; daarom dienen deze gegevens voor nader onderzoek geverifieerd te worden. Toch geven deze waarden aan dat de reststroom een potentieel interessante grondstof is voor bio-ethanol productie.
-----------------------------	--

Voor toepassing van de organische reststroom die vrijkomt bij de uienbewerkende sector liggen dus kansen op het gebied van bio-ethanol productie. Hoewel de procestechnieken wat betreft de tweede generatie biobrandstoffen op grotere productieschaal nog in de kinderschoenen staan, is het van belang mogelijke marktpartijen te volgen en contacten te onderhouden. Bio-ethanol productie uit energiegewassen is een bewezen techniek, maar daarin maakt de reststroom, gezien de celluloserijke structuur geen kans. Daarom zijn initiatieven van Nedalco, om in Sas van Gent een bio-ethanol fabriek te realiseren op basis van reststromen wel interessant wat betreft de reststroom van de uienbewerking.

De Groene Poort

Daarnaast is er contact met “De Groene Poort” dat glastuinder van der Lans in samenwerking met een aantal jonge agrarische ondernemers (ZAJK) wil opzetten. “De Groene Poort” is een project om bio-ethanol te produceren in Rilland. De provincie Zeeland steunt het project dat een milieuvriendelijke kas combineert met nieuwe toepassingen voor akkerbouwproducten. De ondernemers willen een biogascentrale koppelen aan de productie van ethanol. De opzet van het project is dat er geen afvalstoffen ontstaan die ergens moeten worden gestort of verbrand.

De duurzame centrale begint bij een vergister, waarin geteelde gewassen worden omgezet in biogas en warmte. In een warmtekrachtinstallatie levert het biogas elektriciteit en opnieuw warmte op. De elektriciteit wordt aan het net van Delta geleverd en de bij het proces vrijkomende warmte wordt benut voor de productie van bio-ethanol. In eerste instantie wordt gedacht aan tarwe als grondstof. Echter, met de ondernemers die in dit project actief zijn is overleg geweest wat betreft mogelijkheden om de organische reststroom die bij de uienbewerkingsbedrijven vrijkomt aan te wenden voor de productie van bio-ethanol. Mede door de stijgende tarweprijzen is dit een interessante optie. In eerste instantie wordt een inventarisatie gemaakt door “De Groene Poort” welke reststromen in de regio vrijkomen en wat de energetische waarde is.

Conclusies en aanbevelingen

Gezien de ontwikkelingen van stijgende olieprijsen, politieke besluiten en beleidsvorming op Europees en nationaal niveau en daarnaast de discussie om voedselbronnen in te zetten voor energieproductie, worden kansen gecreëerd om rest- en afvalstromen in te zetten voor productie van bio-energie. De toepassing om de reststroom die bij de uienbewerkingsbedrijven vrijkomt te gebruiken als grondstof voor bio-ethanol productie staat nog in de kinderschoenen. Wel biedt de toepassing van ligno-cellulose houdende grondstoffen kansen voor de reststroom die de uienbewerkende sector genereert, gezien de

toepassing van nieuwe technologieën binnen de productie van bio-ethanol. Zeker omdat deze productielocaties ook binnen de regio Zeeland worden opgezet. Daarbij gaat het om bio-ethanol productielocaties van Nedalco in Sas van Gent en bio-ethanol productie project “De Groene Poort” in Rilland. Met deze laatste partij is overleg dat nog steeds loopt. Hoewel de gegevens die zijn onderzocht binnen dit project een goede basis vormen, is nader onderzoek naar de exacte samenstelling van de reststroom om deze in te zetten voor bio-ethanol productie waarschijnlijk noodzakelijk.

Literatuur

Biogas International, 2007; www.biogas.nl

De Groene Poort, 2007;

M. McCann and K. R. Roberts, 1991, in C. Lloyd, ed.; The Cytoskeletal Basis of Plant Growth and Form

TNO-magazine, 2007; Bioethanol kan veel goedkoper.

Van Hall Instituut/Larenstein, 2007; Duurzame energie.

VITO (Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek), 2007; 2^e generatie bio- brandstoffen.

Wielen, L. van der (Shell), 2007; Intermediair, 24 oktober 2007.

Bijlage 6: Kleurstoffen

(Auteur: G.A. Gunter, Zuver)

Inleiding

Deze annex behandelt de toepassing van natuurlijke kleurstoffen. Eerst wordt de stof quercitine uitgebreid besproken, omdat deze stof een natuurlijke kleurstof is die in relatief hoge concentraties wordt gevonden in uien. In het bijzonder in de buitenste droge rokken van de ui. Vervolgens worden de aspecten wat betreft kosten en opbrengsten besproken en de laatste paragraaf betreft de afzetmogelijkheden in zowel binnen als buitenland.

Markt van natuurlijke kleurstoffen

Oudheid

Het gebruik van natuurlijke kleurstoffen uit planten is al eeuwenoud. In de oudheid werden al pigmenten gewonnen voor het kleuren van textiel. Kleur is erg belangrijk voor beleving van veel dagelijkse dingen, waarvan voedsel en kleding sprekende voorbeelden zijn. Na de opkomst van synthetische kleurstoffen in de vorige eeuw verdween de belangstelling voor natuurlijke kleurstoffen.



guur 1. Wol geverfd met natuurlijke kleurstoffen, onder andere afkomstig van uienpellen
ron: www.azerbaijanrugs.com)

Producten op
natuurlijke basis

Sinds enkele jaren neemt de belangstelling voor dit type kleurstoffen echter weer toe. Dit is mede een gevolg van de algehele opkomst van producten op natuurlijke basis. Kleding waarin het gebruik van natuurlijke kleurstoffen en de ontwikkeling van natuurlijke vezels wordt gecombineerd, creëren nieuwe afzetmarkten. Daarnaast groeit ook de belangstelling voor het zelf bewerken van stoffen met natuurlijke kleurstoffen. De talloze pagina's op internet getuigen hiervan. Hoewel dit laatste meer een "hobbyistische" markt betreft.

Markt

Naast het gebruik van natuurlijke kleurstoffen in kleding worden de pigmenten op natuurlijke basis wereldwijd toegepast in de cosmetica en voedselindustrie. De afzetkansen zijn dus zeker niet klein te noemen. Hoewel in het licht van de totale reststroom die vrijkomt bij de uienbewerkingsbedrijven, deze markt binnen Nederland niet extreem groot is, liggen in bijvoorbeeld Duitsland en Oostenrijk zeker ook afzetkansen. Wel moet goed worden beschouwd dat het in deze markt gaat om de buitenste droge rokken van de ui die hoofdzakelijk vrijkomen bij het sorteer- en inpakproces. De totale reststroom “uienpellen” bij de uienbewerkingsbedrijven wordt zoals eerder aangegeven geschat op circa 30% van de totale reststroom wat neerkomt op een gewicht van 4.800 tot 5.500 ton per jaar. De kwalitatief beste pellen komen vrij bij het sorteer- en verpakkingsproces. Deze hoeveelheid wordt geschat op ongeveer 2.000 ton per jaar. Voordeel is dat de pellen uit de sorteer en inpakproces zonder verdere opschoning uitstekend kunnen dienen als grondstof voor kleurstoffen.

Quercitine

Fytochemicaliën

Flavenoïden

Uien bevatten relatief veel secundaire metabolieten, zogenaamde fytochemicaliën waaraan onder andere positieve gezondheidseffecten aan toegeschreven worden. De twee hoofdklassen zijn flavenoïden en organosulfur componenten. De klasse van flavenoïden zijn zogenaamde fenolische verbindingen die drie aromatische ringen bevatten die onderling gekoppeld worden door een zogenaamde C3-unit. De mate van oxidatie van de C3-unit bepaalt de subklasse van de flavenoïde verbinding, bijvoorbeeld anthocyanen, flavenolen, flavonen etc. (NOA, AMR, 1998)

Flavonen

Flavonen

De buitenste droge rokken van de ui hebben hun geelbruine kleur te danken aan de voorgaand genoemde flavenoïde verbinding. Flavenoïde verbindingen behoren tot de groep van flavonen. De naam van deze groep is afgeleid van het Latijnse woord “flavus” dat “geel” betekent en heeft zijn naam te danken aan plantenstoffen die gebruikt werden voor het geel verven van wol en katoen.

De groep van flavonen bevat verbindingen die eenzelfde chemische basisstructuur hebben. De fenolen zijn vaak geel gekleurde pigmenten en veel van de verbindingen hebben een bovendien een geneeskundige werking. Fenolen zijn organische verbindingen die uit koolstof (C), zuurstof (O) en waterstof (H) bestaan, waarbij de koolstofatomen een ringstructuur vormen. Aan de

koolstofring is minstens één hydroxylgroep (-OH) gebonden. In de plant zijn de fenolen verantwoordelijk voor verschillende functies zoals:

- Het verstevigen van celluloseverbindingen van houtachtige delen.
- Bescherming tegen plant-pathogenen en insecten.
- Bescherming tegen herbivoren vanwege de sterk bittere smaak.

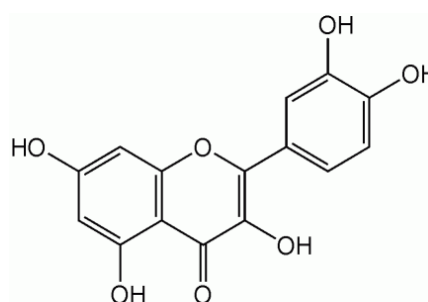
Houdbaarheid
levensmiddelen

De verbindingen zijn zwakke zuren die als anti-oxidatiemiddel en ook wegens antibacteriologische eigenschappen de houdbaarheid van levensmiddelen kunnen verlengen (FQN, 2007). In het bijzonder mag wel onder de aandacht gebracht worden dat een ui bij beschadiging niet verkleurt zoals de meeste groenten en fruit.

Quercitine in uienpellen

Glycosiden

Quercitine (3,3',4',5,7-pentahydroxyflavone) en kaempferol zijn de grootste flavonoïde componenten (subklasse flavonen) in uien. De mate van hydroxylatie onderscheiden deze twee verbindingen. Quercitine wordt vaak gevonden als glycoside, dat betekent dat de rest-4 groep (R4) bestaat uit een saccharide (suikergroep). Ook aan deze glycosiden (quercitine-derivaten) worden eigenschappen toegeschreven die de gezondheid positief beïnvloeden (Tsao, 2005).



Figuur 2. Chemische structuur van quercitine

Preventie humane
aandoeningen

Onderzoek wijst uit dat quercitine een belangrijke rol speelt bij de preventie van een zeer groot aantal (humane) aandoeningen. Onder andere worden genoemd: Carcinogenese, allergieën, ontstekingsreacties en cardiovasculaire ziekten. Vooral ook de anti-oxidatiecapaciteit (het wegvangen van zeer reactieve vrije radicalen) is een belangrijke eigenschap van quercitine (Benkeblia, 2005). Er bestaan tientallen wetenschappelijke artikelen over deze onderzoeken. Een belangrijk punt is ook de (biologische) beschikbaarheid van quercitine voor het lichaam (Piskula, M.K., 2003).

Vorming quercitine

Quercitine wordt, waarschijnlijk onder invloed van licht, gevormd in de buitenste rokken van de ui. In 2006 is een proefschrift (Mogren, L., 2006) verschenen over de quercitine hoeveelheden in gele uien en de effecten van teeltmethoden, rijping en bewaring op de vorming van quercitine in uien. De buitenste droge rokken (pellen) bevatten de hoogste concentraties quercitine (Ly, T.N. *et. al.* 2005; Bonaccorsi, P, 2005; ZLF, 1976; Lachman, J. *et. al.* 2003; Hironota, S. *et. al.*, 1998; Bilyk, A. *et al.*, 1984). Quercitine- en quercitine-derivatenconcentraties variëren per variëteit. Er worden in de litera-

Concentraties

tuur waarden genoemd in een range van 100 tot 500 mg (!) per kg uien(pellen). Rode en gele variëteiten bevatten de hoogste concentraties. Witte variëteiten bevatten relatief weinig quercitine (Bonaccorsi, P, 2005; Lachman, J. *et. al.* 2003; Marotti, M. *et. al.*). Er wordt over het algemeen aangenomen dat de quercitine concentratie toeneemt gedurende de bewaring van uien, in het bijzonder onder hogere temperaturen (Lachman, J. *et. al.* 2003; Benkeblia, 2005). Het vrijmaken van quercitine kan op een vrij eenvoudige manier, d.m.v. extractie met methanol, of water wel dan niet in combinatie met een enzym-cocktail (tot 5x hogere opbrengst!) om de celwand af te breken zodat de verbindingen beter vrijkomen (Horbowicz, M, 2002; Suutarinen, M, 2002). Er wordt ook onderzoek gedaan naar de genetische achtergrond van quercitinevorming in uien (Smith, C, 2003).

In een aantal andere projecten is met betrekking tot de toegevoegde waarde van uien-afval wordt ook quercitine als mogelijkheid genoemd om te benutten als verwaarding van de reststroom die vrijkomt bij uienbewerkings- en uienverwerkendebedrijven. (Horbowicz, M, 2002; Waldron, K, 1999, 2001, 2004; Buitelaar, RM 1999; Piskula, MK 2003; Elbersen, HW 2002).

Quercitine als kleurstof

Quercitine is de gele stof die wordt gebruikt voor kleuring. Er is al verschillend onderzoek verricht naar technieken om quercitine als kleurstof te extraheren uit uien en uienpellen (Waibler, W., 2004).

Gebruik uienpellen

Het gebruik van uienpellen in de textielindustrie is een bewezen technologie. In Duitsland en Oostenrijk wordt de natuurlijke kleurstof uit uienpellen op industriële schaal toegepast (Trademark, 2006; Bechtold, 2007). Echter, ook het in Steenberg (Noord-Brabant) gevestigde “Rubia Pigmenta Naturalia” legt zich toe op het produceren van natuurlijke kleurstoffen, met name de kleur rood uit de meekrapwortel. Er is constructief contact met deze producent en er zijn verschillende malen monsters uienpellen naar toegezonden om mogelijkheden te bestuderen en technisch onderzoek te doen om de reststroom in te zetten als grondstof voor natuurlijke kleurstoffen. Tot nu toe zijn hoopgevend resultaten bereikt en verder onderzoek loopt momenteel nog.

Rubia Pigmenta

Naturalia

Universiteit Innsbruck

Aan de Universiteit van Innsbruck is een afdeling die zich richt op de textiel en het gebruik van natuurlijke kleurstoffen. Juist ook uit reststromen die vrijkomen uit de bij agrarische en industriële processen (Bechtold, T. *et. al.*, 2007).

In de presentatie van het onderzoek aan deze Universiteit (Bechtold, T. *et. al.*, 2007) wordt gesteld dat de productie van gewassen om natuurlijke kleurstoffen hoge kosten met zich meebrengt en dat er vaak goedkopere grondstof-

fen aanwezig zijn in de vorm van reststoffen uit de agrarische en verwerkende industrie. Er wordt onderscheid gemaakt tussen:

1. Teelt van gewassen voor natuurlijke kleurstoffen.
2. Gebruik van bij- of restproducten uit de agrarische en verwerkende industrie.
3. Gebruik van afval uit de verwerkende en voedingsmiddelenindustrie.

Prijs

De laatste twee genoemde toepassingen kunnen een enorme kostenbesparing opleveren. Wel dient rekening te worden gehouden met het feit dat het transport van de uienpellen duur is wat betreft de gewichtsverhouding per vracht. De prijs van het product moet dan wel toereikend zijn om deze transportkosten te dekken.

In figuur 2 is een overzicht gegeven van de mogelijke verwerkingsstappen om te komen tot de winning van natuurlijke kleurstoffen uit restproducten en/of afvalstromen.

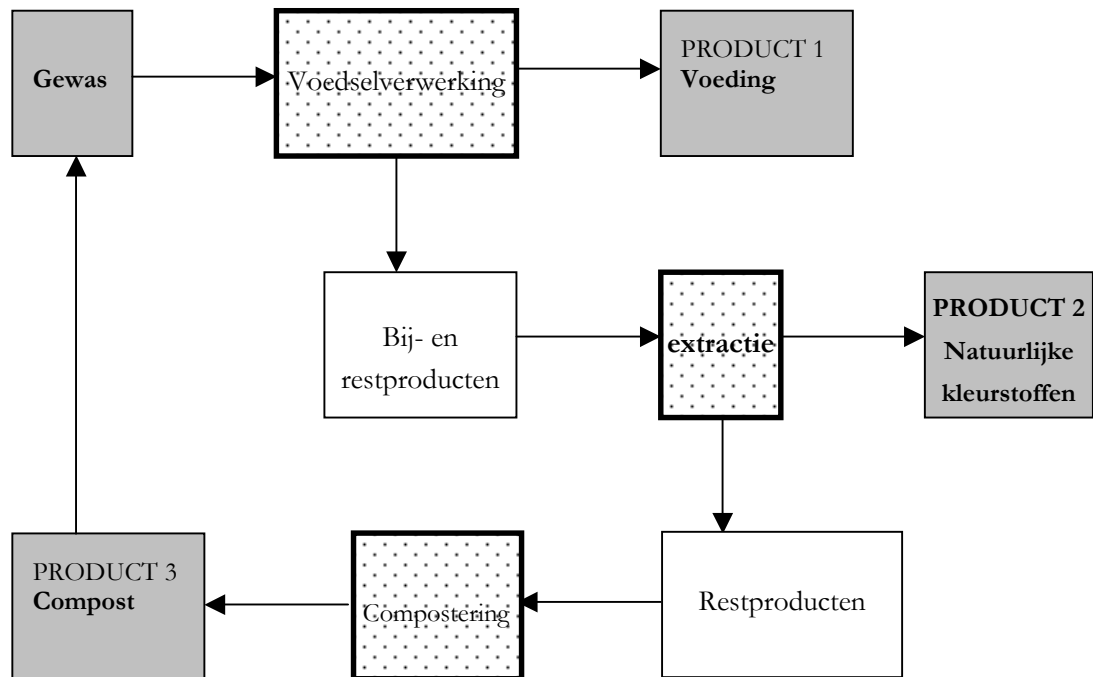
Kosten en opbrengsten

Grondstofkosten

Uit de gegevens van de universiteit van Innsbruck blijkt dat de grondstofkosten voor droge uienpellen wordt geschat op € 0,80 tot € 2,90 per kilogram. Zie tabel 1.

Tabel 1. Verschillende gewassen, rest- en bijproducten die gebruikt worden als grondstof voor natuurlijke kleurstoffen.
Bron: Bechtold, 2007

Source	Plant	Material	Class of dyestuff	Costs €/kg
Farming Agriculture	Weld	Plant	Flavonoid, Luteolin	4,10 - 6,10
	<i>Reseda luteola</i> L.			
	Dyer's Chamomile	Plant	Flavonoid, Apigenin	
	<i>Anthem. tinctoria</i> L.			
	Hedge Bedstraw	Roots	Hydroxyanthrachinone	
Side product Timber industry	<i>Gallium molugo</i> L.			6,70 - 8,80
	Walnut	Green peels	Naphtochinon, Juglone	
	<i>Juglans regia</i> L.			
	Ashes	Bark	Flavonoid, Tannin	
	<i>Fraxinus excelsion</i> L.			
Food industry	Sticky alder	Bark	Gallotannin	1,80 - 3,80
	<i>Alnus glutinosa</i> GAERNT			1,80 - 3,80
	Onions	Dry peels	Flavonoid, Quercetin	0,80 - 2,90
	<i>Allium cepa</i> L.			
Secondary raw material – wastes Food and beverage Industry	Raspberry	Pressed residues		1,90 - 4,00
	<i>Rubus idaeus</i>			
	Black tea	Tea residue	Tannins, gallic acid	
	<i>Camellia sinensis</i> (L.)			
	Black currant	Distillers wash	Anthocyan dyes	
Wood Processing	<i>Sambucus nigra</i> L.			
	Veneer wood	Boil water	Flavonoid, Tannins	



Figuur 4. Schematisch overzicht om bij- en restproducten op een duurzame wijze te gebruiken

Consumentenmarkt

Naast de productie van natuurlijke kleurstoffen op industriële schaal, die mogelijkheden bieden voor relatief grootschalige afzet zijn er ook bedrijven die zich specialiseren op de consumentenmarkt. Deze bedrijven leveren grondstoffen voor het kleuren van textiel door middel van natuurlijke kleurstoffen. Tabel 2 geeft een aantal leveranciers weer die uienpellen leveren voor natuurlijke kleurstoffen. Het gaat om kleine hoeveelheden variërend van 100 gram tot 1 kilo.

Tabel 2. Enkele leveranciers van uienpellen voor de consumentenmarkt en hun productprijzen.

Product	Naam leverancier	Prijs (incl. Btw, excl. verzendkosten)
Uienpellen (geel)	Holistikum www.holistikum.de	€ 15,95/1000gr
	Elcompra www.elcompra.de	€ 2,33/100gr
		€ 9,33/500gr

		€ 15,54/1000gr
Gemalen uienpellen (geel poeder)	Holistikum www.holistikum.de	€ 29,75/1000gr
	Elcompra www.elcompra.de	€ 4,11/100gr
		€ 16,43/500gr
		€ 27,38/1000gr
	Naturtuche www.naturtuche.de	€ 2,20/100gr

Conclusies en aanbevelingen

Alhoewel het gebruik van natuurlijke kleurstoffen gespecialiseerde markten betreft liggen hier goede afzetkansen voor uienpellen. Zeker wat betreft de reststroom die vrijkomt bij het sorteren en inpakken van de uien. Deze reststroom wordt door de bedrijven die de natuurlijke kleurstoffen produceren als een relatief schoon product gezien.



Figuur 5. Textiel dat geverfd is met de natuurlijke kleurstof die uit uienpellen wordt verkregen (Bron: Bechtold, 2007)

Het maken van contacten om gezamenlijk te zoeken naar mogelijkheden die de markt biedt en het leveren van enkele proefbatches hoeft niet veel tijd en geld te kosten. Het product “uienpellen” is bij de kleurstofproducenten een bekende grondstof. Op basis van de prijs die dergelijke bedrijven willen betalen kan eenvoudig worden nagegaan of het financieel interessant is om op deze afzetmarkt in te spelen. Juist de combinatie van dit gehele project biedt kansen wat betreft deze afzetmarkten. De grondstof is aanwezig en kan in plaats van te worden gecomposteerd gemakkelijk en zonder grote investeringen uit de reststroom worden gehaald. De onderlinge contacten die er lopen zullen worden onderhouden en waar nodig kunnen onderlinge afspraken worden gemaakt.

Literatuur

AMR (Alternative Medicine Review), 1998; Quercetin, monograph, vol. 3 (2), 140-143.

Bechtold, T., Mahmud-Ali, A., Mussak, R.A.M., 2007; Natural dyes for textile dyeing – a controversial field of offering opportunities.

Benkeblia, N, 2005; Free-radical scavenging capacity and anti-oxidant properties of some selected onions (*Allium cepa* L.) and Garlic (*Allium sativum* L.) extracts: Brazilian archives of Biology and Technology, vol 48 (5), 753-759.

Bilyk, A et. al., 1984; Varietal Differences in Distribution of Quercetin and Kaempferol in Onion (*Allium cepa* L.) Tissue; Journal of Agricultural Food Chemicals, vol 32, 274-276.

Bonaccorsi, P 2005; Flavonol glucoside profile of southern Italian red onion (*Allium cepa* L.) ;Journal of Agricultural Food Chemicals, vol 53 (7), 2733-2740.

Buitelaar, RM 1999; Agrotechnology & Food Innovations (WUR) - Project: Conversion of environmental friendly onion-waste in nutrient ingredients.

Elbersen, HW 2002; Quickscan Hoogwaardige Toepassingen voor Bijproducten uit de Voedings- en Genotmiddelenindustrie; Rapport voor LNV en I&H.

FQN, 2007; Food Quality News, 24 januari 2007.

Hirota, S et. al., 1998; Tissue and Spatial Distribution of Flavonol and Peroxidase in Onion Bulbs and Stability of Flavonol Glucosides during Boiling of the Scales ;Journal of Agricultural Food Chemicals, vol 46 (9), 3497-3502.

Horbowicz, M, 2002; Method of quercetin extraction from dry scales of onion; Vegetable Crops Research Bulletin vol 1 (3), 96-100.

Lachman, J et. al., 2003; Total polyphenol and main flavonoid anti-oxidants in different onion (*Allium cepa* L.) varieties; Horticultural Science (Prague), vol 30 (4), 142-147.

Ly, TN et.al., 2005; Antioxidative compounds from the outer scales of onion ;Journal of Agricultural Food Chemicals, vol 53 (21), 8183-8189.

Marotti, M et. al., Onion flavonoids; Functional compounds for health benefit (Poster).

Mogren, L, 2006; Quercetin content in yellow onion (*Allium cepa* L.): Doctoral thesis.

National Onion Association; Onions – Phytochemical and Health Properties. www.onions-usa.org.

Piskula, M.K., 2003; Bioavailability of health beneficial quercetin from raw and cooked onion, and dry onion peels in humans: European Journal of Biochemistry, vol 1 (1).

Smith, C, 2003; Genetic Analysis of Quercetin in Onion (*Allium cepa* L.) "Lady.

Raider"; The Texas Journal of Agricultural and Natural Resource vol 16, 24-28.

Suutarinen, M, 2002; Enzymatic Liberation of Functional Compounds from Vegetable Peel Matrix; VTT Biotechnology (Finland).

Trademark ^{color&Cloth} –, 2006; Plant dyes for Austrian textile industrie.

Tsao, Rong et. al., 2005; Nutraceuticals and functional foods: I Current trend in phytochemical anti-oxidant research; Journal of Food, Agriculture and Environment, vol. 3 (1), 10-17.

Waibler, W., 2004; Farbextracte aus Haselnuss (*Corylus avella* L.) und Zwiebel (*Allium cepa* L.).

Waldron, K 1999; Institute of Food Research (IFR) - Conversion of Environmental - Unfriendly Onion Waste Into Food Ingredients.

Waldron, K 2001; Institute of Food Research (IFR) - Turning Onion Waste into Food Ingredients; British Nutrition Foundation.

Waldron, K 2004; Institute of Food Research (IFR) - Adding value to onion waste; New Agriculturist On-line.

Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung Review; Flavonols and flavones of vegetables. VI On the changes of the flavonols of onions;(1976); vol 161 (2), 137-142.