

# De beschikbaarheid van biomassa voor energie in de agro-industrie

Wolter Elbersen (Wageningen UR Food & Biobased Research)

Bas Janssens (Wageningen UR LEI)

Jaap Koppejan (Procede Biomass BV)

Onder begeleiding van Timo Gerlagh en Albert Moerkerken (AgentschapNL)

Report 1200

Januari 2011

## Colofon

Titel	De beschikbaarheid van biomassa voor energie in de Agro-industrie
Auteur(s)	<i>Wolter Elbersen, Bas Janssens en Jaap Koppejan</i>
Nummer	1200
ISBN-nummer	<i>n.v.t.</i>
Publicatiedatum	januari 2010
Vertrouwelijk	<i>nee</i>
Project code.	

Wageningen UR Food & Biobased Research  
Postbus 17  
NL-6700 AA Wageningen  
Tel: +31 (0)317 480 084  
E-mail: [info.afsg@wur.nl](mailto:info.afsg@wur.nl)  
Internet: [www.wur.nl](http://www.wur.nl)

© Wageningen UR Food & Biobased Research

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 right 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 the inaccuracies in this report.*



Het kwaliteitsmanagementsysteem van Wageningen UR Food & Biobased Research is gecertificeerd door SGS International Certification Services EESV op basis van ISO 9001:2000.

## Samenvatting

In het Agroconvenant is een doelstelling opgenomen voor duurzame energie van 200 PJ. Van de agro-industrie wordt een bijdrage van 75 tot 125 PJ (bio-energie). De sector vraagt zich af of deze doelstelling wel realistisch is. Het doel van dit project was het in kaart brengen van de kwaliteit en kwantiteit van reststromen uit de agro-industrie die aanwezig of beschikbaar zijn of reeds (in Nederland) ingezet worden voor bio-energie nu en in 2020.

Biomassastromen die eventueel voor energie zijn in te zetten komen vrij voor het de fabriek bereikt (upstream), in de agro-industrie zelf, of na gebruik of consumptie verderop in de keten (downstream). In deze studie hebben wij vooral gekeken naar de biomassa die vrij komt bij de eerste verwerking, bij de agro-industrie zelf. Verder is ook de upstream biomassa gekwantificeerd die aan de agro-industrie is toe te rekenen en ook de downstream biomassa die aan de agro-industrie is toe te rekenen. Voor de belangrijkste inputstromen van de agro-industrie is de verwerkingsroute nagegaan en zijn de producten die daaruit worden gemaakt geïdentificeerd en gekwantificeerd. Voor stromen die eventueel in aanmerking zouden kunnen komen voor energieproductie zijn de belangrijkste eigenschappen gekwantificeerd en de mogelijke conversieroutes (naar energie) zijn bepaald. Om het gebruik van biomassa uit de agro-industrie voor energieproductie in 2020 in te schatten hebben wij gebruik gemaakt van vier contrasterende toekomstscenario's. Deze basisscenario's zijn gebouwd rondom twee fundamentele drijvende krachten: (1) De mate van regulering en (2) de mate van globalisering. Voor ieder van de scenario's is ingeschat hoeveel en welke biomassastromen er in 2020 geproduceerd zullen worden (onder ieder scenario) en of (een deel) van deze stroom voor energieproductie zou worden ingezet in dat scenario.

Op basis van de analyse verwachten wij dat uit de agro-industrie (eerste verwerking) in 2020 tussen de 500 kton en 1876 kton DS (14 tot 53 PJ HHV) wordt ingezet voor energieproductie (zie eerste Tabel). Dit levert tussen de 11,7 en 47,3 PJ finale energie en 12,9 a 48,5 PJ vermeden fossiele energie. Dit is 0,4 a 1,4 % van de Nederlandse energieverbruik in 2008. De grootste bijdrage wordt geleverd door productie van biodiesel uit allerlei gebruikt frituurvet, dierlijke vetten en plantaardige oliën en vetten.

Als we aannemen dat in het Agroconvenant een doelstelling is opgenomen om 75 tot 125 PJ biomassa (uit de agro-industrie) te gebruiken voor energieproductie kunnen we concluderen dat dit zelfs in het meest optimistische scenario (53 PJ HHV biomassa uit de voedings- en genotmiddelenindustrie ingezet) niet gehaald wordt.

Indien ook de upstream en downstream biomassa wordt meegerekend (zie tweede Tabel) is de inzet van biomassa (gerelateerd aan de agro-industrie) in 2020 tussen de 2,3 en 6,0 miljoen ton droge stof, overeenkomend met 44 a 122 PJ HHV. Hiermee kan 20 a 73 PJ finale energie worden geproduceerd en 28 a 88 PJ fossiele energie worden vermeden. Dit is 0,9 a 2,2 % van het Nederlandse energieverbruik in 2008.

Een geïntegreerd beleid gericht op efficiënte benutting van biomassa voor de huidige toepassingen en energie maar ook op transportreductie, energiebesparing, efficiënte recycling van nutriënten en vermindering van de uitstoot van broeikasgassen, zal meer van de achterliggende

doelen bereiken. Een flexibele afzet van bijproducten uit de agro-industrie naar energie kan hierbij een belangrijk element vormen dat verder onderzoek verdient.

**De beschikbaarheid en inzet van biomassa-reststromen voor energieopwekking uit de eerste verwerking in de agro-industrie in 2008 en 2020 onder de vier scenario's (tussen haakjes staat de totale hoeveelheid biomassa-stromen die meegenomen zijn in de overweging)**

	2008	A1	A2	B1	B2
kton nat	1.254 (24.958)	771 (20.601)	1.819 (24.555)	3.635 (21.487)	4.283 (22.153)
kton DS	633 (11.432)	500 (9.464)	1.099 (11.260)	1.177 (9.557)	1.876 (9.757)
PJ HHV	14 (291)	14 (239)	35 (286)	34 (240)	53 (252)
PJ finaal	7,6	11,7	31,7	30,3	47,3
<i>Electr.</i>	1,8	0,9	1,2	1,4	1,0
<i>Warmte</i>	0,6	0,6	0,6	1,4	0,8
<i>Biofuels</i>	5,2	10,2	29,9	27,5	45,5
<i>Waarvan 2<sup>e</sup> generatie<sup>1</sup></i>	2,8	3,3	2,4	3,8	4,4
PJ vermeden fossiel	10,0	12,9	33,2	32,1	48,5

**Beschikbaarheid van en inzet van biomassa-reststromen voor energieopwekking uit de voedingsmiddelenindustrie in 2008 en 2020 onder de vier scenario's, inclusief upstream (in Nederland) en downstream.**

	2008	A1	A2	B1	B2
kton nat	16,53 (104,59)	6,86 (98,46)	8,01 (80,77)	40,26 (87,58)	35,27 (76,48)
kton DS	2,92 (21,63)	2,29 (19,54)	2,86 (19,25)	5,62 (18,53)	5,96 (17,55)
PJ HHV	52 (462)	44 (409)	65 (421)	109 (391)	122 (383)
PJ finaal	15,9	20,0	40,4	56,1	73,2
<i>Electr.</i>	8,4	6,3	7,3	11,3	11,3
<i>Warmte</i>	0,6	1,0	0,8	8,7	9,1
<i>Biofuels</i>	6,8	12,7	32,2	36,1	52,8
<i>Waarvan 2<sup>e</sup> generatie<sup>1</sup></i>	4,4	5,2	4,3	6,1	6,7
PJ verm fossiel	26,4	27,7	49,2	70,6	87,7

De agro-industrie kan en wil ook bijdragen aan het beschikbaar komen (voor energieproductie) van biomassa die in Nederland en in het buitenland ontstaat bij de productie van de grondstoffen voor de agro-industrie en zou zo een deel van de doelen kunnen halen.

<sup>1</sup> Onder 2e generatie wordt hier verstaan alle transportbrandstoffen die dubbelgeteld zou kunnen worden

# Inhoudsopgave

<b>Samenvatting</b>	<b>3</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>8</b>
1.1 Afbakening	9
<b>2 Aanpak en methoden</b>	<b>11</b>
2.1 Identificatie van productstromen	11
2.2 Kwantificeren van productstromen	13
2.3 Conversietechnieken en bioraffinage	13
2.4 Scenario-ontwikkeling en inschatting beschikbaarheid	14
2.5 Evaluatie	14
<b>3 Sectoren en commodities in de Nederlandse agro-industrie</b>	<b>16</b>
3.1 Slachterijen (rund, varken, pluimvee)	16
3.1.1 Upstream	16
3.1.2 Keten en volumes	17
3.1.3 Slachtbijproducten	18
3.1.3.1 Varken	22
3.1.3.2 Rund	22
3.1.3.3 Pluimvee	23
3.1.4 Ontwikkelingen en trends	24
3.2 Visverwerking	25
3.2.1 Upstream: visvangst	25
3.2.2 Keten en volumes	25
3.2.3 Samenstelling en prijzen	26
3.2.4 Ontwikkelingen en trends	26
3.3 Zuivel	27
3.3.1 Upstream: melkveehouderij	27
3.3.2 Keten en volumes	27
3.3.3 Ontwikkelingen en trends	29
3.4 Oliën, vetten en schroten	30
3.4.1 Upstream: teelt en lokale verwerking	30
3.4.2 Keten en volumes	32
3.4.2.1 Oliezaden-crush:	33
3.4.2.2 Oliën en vetten verwerking:	35
3.5 Aardappel	39
3.5.1 Upstream: teelt en bewaring	39
3.5.2 Pootaardappel	39
3.5.3 Consumptieaardappel	40
3.5.3.1 Keten en volumes consumptieaardappel	40
3.5.3.2 Samenstelling en prijzen consumptieaardappel	43

3.5.3.3	Chips	44
3.5.3.4	Ontwikkelingen en trends consumptieaardappel	45
3.5.3.5	Keten en volumes en afzet zetmeelaardappelen	46
3.5.3.6	Ontwikkelingen en trends zetmeelaardappelen	49
3.6	Voedingstuinbouw	50
3.6.1	Upstream: teelt	50
3.6.2	Opengrondstuinbouw	50
3.6.3	Fruit	51
3.6.4	Keten en volumes	52
3.6.5	Samenstelling en prijzen	54
3.6.6	Ontwikkelingen en trends	55
3.7	Industriegroenten	56
3.7.1	Upstream: teelt	56
3.7.2	Keten industriegroenten	56
3.7.3	Fruit	57
3.7.4	Bijproducten, samenstelling en prijzen	58
3.7.5	Samenvatting en ontwikkelingen en trends	59
3.8	Granen: tarwe, gerst, maïs, etc	60
3.8.1	Upstream: teelt en transport en opslag	60
3.8.2	Tarwe	61
3.8.2.1	Keten en volumes	61
3.8.2.2	Maalindustrie (tarwe en maïs)	62
3.8.3	Meel uit granen (maïs)	64
3.8.4	Zetmeel uit granen (tarwe)	65
3.8.5	Mout- en bierindustrie (brouwgerst)	66
3.8.5.1	Keten en volumes	67
3.8.5.2	Bijproducten van mout en bierindustrie	69
3.8.5.3	Samenvatting en ontwikkelingen en trends	69
3.9	Koffie	70
3.9.1	Upstream: teelt en verwerking	70
3.9.2	Keten en volumes	70
3.9.3	Samenstelling en prijzen	71
3.9.4	Samenvatting en ontwikkelingen en trends	72
3.10	Suikerbiet	73
3.10.1	Upstream: teelt	73
3.10.2	Keten en volumes	73
3.10.3	Samenstelling en prijzen	77
3.10.4	Samenvatting en ontwikkelingen en trends	78
3.11	Uien	80
3.11.1	Teelt, drogen en opslag	80

3.11.2	Keten en volumes	80
3.11.3	Samenstelling en prijzen	81
3.11.4	Samenvatting en ontwikkelingen en trends	81
3.12	Cacaooverwerking	82
3.13	Tabakswaren	83
3.13.1	Upstream: teelt	83
3.13.2	Keten en volumes	83
3.13.3	Samenstelling en prijzen	85
3.13.4	Samenvatting en ontwikkelingen en trends	85
3.14	Afvalwater en slibben	85
<b>4</b>	<b>Afvalanalyse en ingezamelde producten</b>	<b>88</b>
4.1	Inleiding	88
4.2	Putvetten	88
4.3	Frituurolie en vetten	89
4.4	Over de datum producten (ODP) en productuitval	91
4.5	Swill	92
4.6	Restafval en GFT bij consumenten	93
<b>5</b>	<b>Samenvatting huidige beschikbaarheid van biomassa voor energie</b>	<b>94</b>
5.1	Samenvatting beschikbaarheid in 2008	94
5.2	Huidige inzet van biomassa voor energie	99
<b>6</b>	<b>Scenario's voor beschikbaarheid van biomassa uit de agro-industrie in 2020</b>	<b>100</b>
6.1	Scenariobeschrijving	100
6.2	Trends naar 2020	106
6.3	Beschikbaarheid van biomassa uit de agro-industrie onder vier scenario's	111
6.3.1	Conversietechnologie	111
6.3.2	Reststromen van eerste verwerking	111
6.3.3	Upstream en Downstream	113
<b>7</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>116</b>
	<b>Literatuur</b>	<b>119</b>
	<b>Bijlage 1. Afkortingen en begrippenlijst</b>	<b>123</b>
	<b>Bijlage 2. Beschouwde reststromen en bijbehorende samenstelling en energie-inhoud</b>	<b>124</b>
	<b>Bijlage 3. Scenarioresultaten: A1 - Global Economy</b>	<b>126</b>
	<b>Bijlage 4. Scenarioresultaten: A2 – Transatlantic Markets</b>	<b>128</b>
	<b>Bijlage 5. Scenarioresultaten: B1 – Strong Europe</b>	<b>130</b>
	<b>Bijlage 6. Scenarioresultaten: B2 – Regional Communities</b>	<b>132</b>

# 1 Inleiding

De Nederlandse overheid en de EU zien bio-energie als een van de belangrijkste opties om invulling te geven aan de doelstellingen voor duurzame energieopwekking in Nederland en de EU. Voor 2020 blijkt dit bijvoorbeeld uit het werkprogramma Schoon en Zuinig, het Europese Biomassa Actieplan, de Europese Richtlijn voor Duurzame Energie (EC, 2009) en het Nederlandse National Renewable Energy Action Plan (nREAP).

Om het mogelijk te maken dat energie uit biomassa een belangrijke plaats verwerft in de Nederlandse energiehuishouding in 2020, is het essentieel dat de installaties die dan in bedrijf zijn, kunnen beschikken over voldoende biomassa van de juiste kwaliteit en prijs om een rendabele bedrijfsvoering mogelijk te maken. Daarbij hangt de prijs vooral af van de vaste en variabele kosten van deze installaties, marktprijzen voor de geproduceerde energie alsmede het economische stimuleringsklimaat. Zoals nu reeds het geval is zal de biomassa ook in de toekomst afkomstig zijn van import en voor een relevant maar beperkt deel uit Nederland.

In 2009 is er een studie uitgevoerd die de beschikbaarheid van Nederlandse biomassa voor elektriciteit en warmte in 2020 in kaart heeft gebracht (Koppejan et al., 2009). In deze studie waren de secundaire biomassastromen het moeilijkst te kwantificeren zeker die uit de Agro-industrie. De beschikbaarheid van biomassa (uit secundaire producten uit de Agro-industrie) voor elektriciteit en warmte in 2020 werd geschat tussen de 3.5 en 3.6 PJ finale energie en 5.5 en 6.7 PJ vermeden fossiel. Dit omvat niet de tertiaire producten (vooral afvallen) die aan de agro-industrie toe te rekenen zijn. De studie bracht niet de biomassa voor biofuels (transportbrandstoffen) in kaart. Dit is alsnog gedaan in een aanvulling. De resultaten van de studie zijn inclusief deze aanvulling integraal opgenomen in het National Renewable Energy Action Plan (nREAP).

In het convenant Schone en Zuinige Agrosectoren (ook wel ‘Agroconvenant’ genoemd) (LNV, 2009) is een doelstelling opgenomen voor duurzame energie van 200 PJ. Van de agro-industrie wordt een bijdrage van 75 tot 125 PJ verwacht. Onduidelijk hierbij is of dit primaire, finale of vermeden fossiele energie betreft. Daarnaast vraagt de sector zich af of deze doelstelling wel realistisch is. Zij heeft het idee dat een aantal reststromen dubbel is geteld en dat de reststromen niet beschikbaar zullen zijn vanwege alternatieve afzetmarkten (veevoeders) of van onvoldoende kwaliteit zijn om efficiënt toe te passen voor energieproductie.

Het doel van dit project is het in kaart brengen van de kwaliteit en kwantiteit van reststromen uit de agro-industrie die aanwezig of beschikbaar zijn of reeds (in Nederland) ingezet worden voor bio-energie. Door een systematische aanpak wordt dubbeltelling in de cijfers over de beschikbare reststromen voorkomen en ontstaat reproduceerbaarheid van de methode van schatting om ook in de toekomst de inzet van biomassastromen te kunnen blijven monitoren.



## 1.1 Afbakening

Bij biomassa wordt gewoonlijk onderscheid gemaakt tussen primaire (bij-)producten, secundaire (bij-)producten en tertiaire producten. Primaire bijproducten (gewasresten) komen op het veld vrij en kunnen meestal achtergelaten worden. Als deze stromen voor energie ingezet worden moeten minstens de kosten voor inzameling en transport betaald worden.

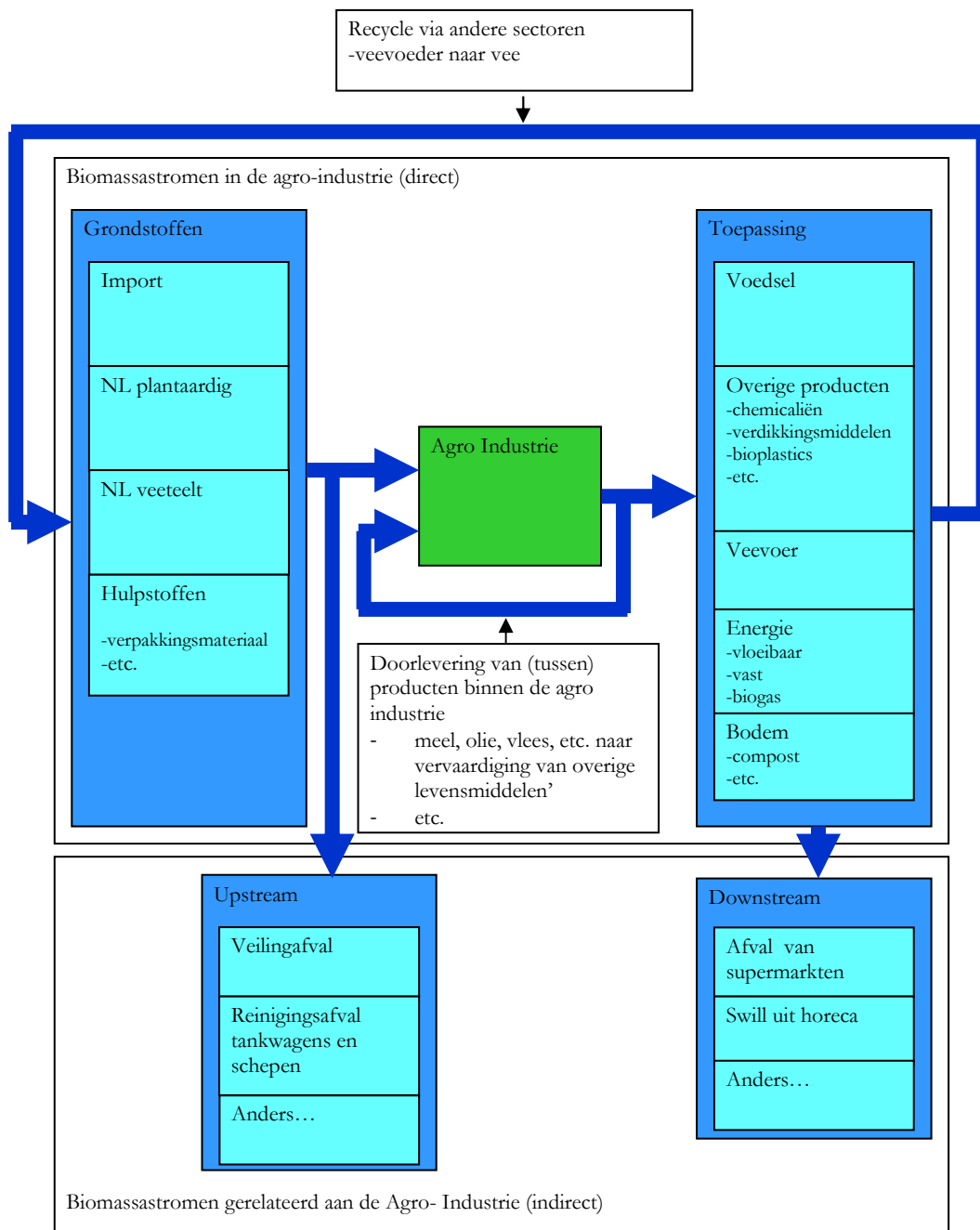
Secundaire bijproducten komen bij de verwerking vrij, meestal bij de fabriek, en zijn dan meestal in een groot volume en relatief uniform beschikbaar met beperkte extra logistieke kosten. Meestal is er al een toepassing/afzet is voor deze secundaire bijproducten. Inzet voor energie is dan alleen mogelijk als er een betere prijs betaald kan worden dan nu het geval is.

De agro-industrie betreft zijn grondstoffen van het land of via import. De hoeveelheid grondstof is redelijk goed in te schatten, hoewel met name samengestelde producten en kleine volumes niet goed te kwantificeren of te kenmerken zijn (Meesters et al., 2010). Na een eerste verwerkingsstap (in veelal grote bedrijven) komen producten vrij die ook in kaart te brengen zijn.

De verdere toepassing van deze producten (uit een eerste bewerking) gebeurt in zeer veel verschillende bedrijven die elkaars producten als grondstof gebruiken en weer doorleveren (zie Figuur 1.1). Zoals al door Meesters et al. (2010) geconstateerd bestaan er geen statistieken om deze stromen te volgen zowel wat betreft volume als samenstelling. Wel komt een groot deel van de biomassa weer in statistieken voor als de voedingsmiddelenindustrie verlaat en het als rest- of afvalproduct wordt ingezameld. Denk hierbij o.a. aan afgewerkt frituurvet, putvet, swill en “over de datum producten” die specifiek worden ingezameld en een soort “secundaire commodity” vormen. Van deze producten zijn er ook bruikbare statistieken of tenminste schattingen. Vaak zijn deze producten voor energieproductie in te zetten.

In overleg met de begeleidingscommissie is besloten om de studie vooral te richten op de grootste 20 ingaande stromen en te analyseren welke stromen er bij de eerste (grootschalige) verwerking beschikbaar komen en die nu of later mogelijk voor energie in te zetten zijn. Daarmee is de focus dus gericht op de grootste commodities en de fabrieken die eerste verwerking uitvoeren.

We beschouwen in dit rapport de inzet van biomassa voor elektriciteit, warmte en transportbrandstoffen. Andere toepassingen van biomassa in de biobased economy zoals chemie of andere nieuwe toepassingen vallen buiten de doelstelling van het Agroconvenant en zijn daarom buiten beschouwing gelaten.



**Figuur 1.1** Schema van biomassastromen van de agro-industrie en biomassastromen die gerelateerd zijn aan de agro-industrie.

## 2 Aanpak en methoden

Om te komen tot een schatting van de hoeveelheid op te wekken energie uit beschikbare biomassa zijn een drietal stappen te onderscheiden:

1. Identificatie en kwantificeren van de aanwezige en beschikbare (rest)stromen
2. Definiëring van toepasbare conversietechnieken
3. Berekening van met de beschikbare biomassa op te wekken energie.

Een toelichting op deze stappen wordt hieronder weergegeven.

### 2.1 Identificatie van productstromen

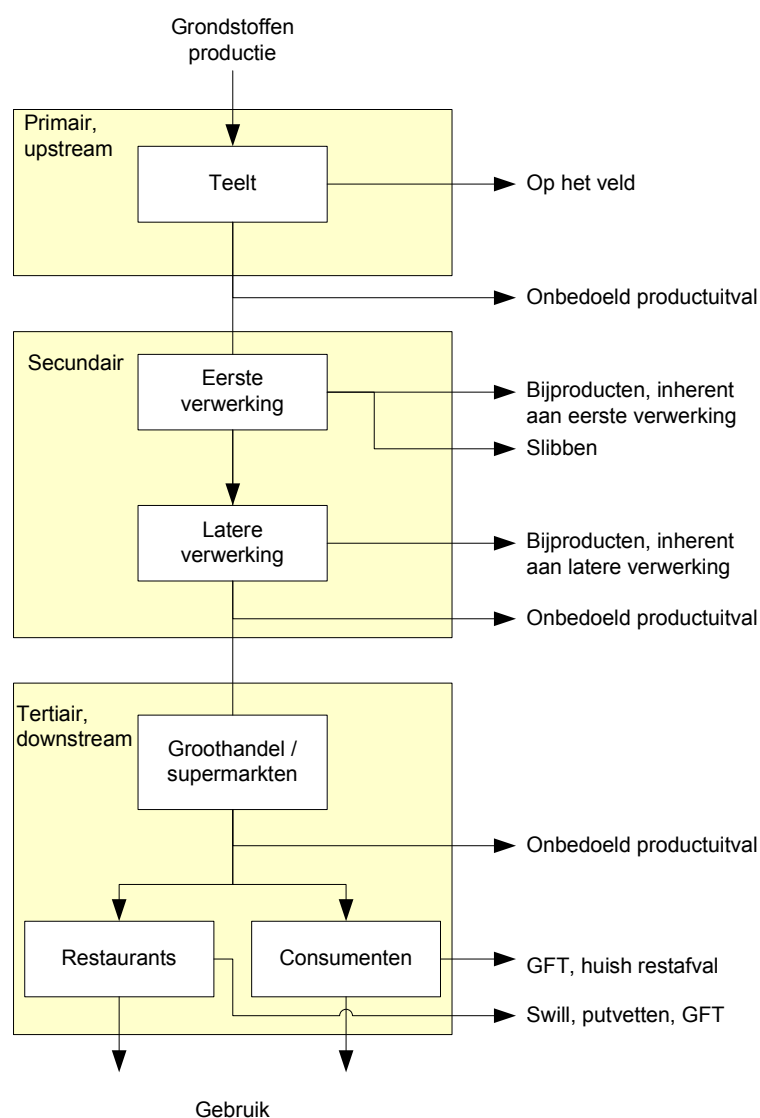
In het onderzoek is gestart met de identificatie van de grondstoffen of “commodities” die als belangrijkste grondstof voor de agro-industrie dienen. Wij hebben ons hierbij beperkt tot de 20 a 30 grootste stromen. Omdat dit veruit de grootste stromen zijn, wordt aangenomen dat daarmee ook vrijwel de volledige agro-industrie wordt meegenomen.

Door analyse van literatuur en gericht interviews is in kaart gebracht wat de ingaande stromen zijn, op welke wijze deze worden verwerkt en welke producten hierbij worden gevormd. Daarbij is van de verschillende producten beschouwd wat de huidige afzet is en wat de belangrijkste kenmerken zijn, met name de samenstelling. Verder is onderzocht welke van deze stromen en onder welke condities nu of in de toekomst voor energieproductie in aanmerking zouden kunnen komen. In de analyse is onderscheid gemaakt tussen:

1. stromen die vrijkomen voorafgaand aan de primaire verwerking (‘primaire reststromen’ of ‘upstream’), bij oogst en bij opslag en transport. De sector kan in sommige gevallen invloed uitoefenen op de wijze waarop vrijkomende primaire reststromen worden verwerkt.
2. stromen die vrijkomen tijdens de primaire verwerking (‘secundaire reststromen’). De agro-industrie heeft direct invloed op de wijze waarop hier vrijkomende reststromen worden verwerkt en kan daarmee bijdragen aan de doelstellingen uit het Agroconvenant.
3. stromen die ‘downstream’ vrijkomen na de productie en tijdens of na het beoogde gebruik bij de eindgebruiker, zoals supermarktafval, swill, GFT. Deze ‘tertiaire reststromen’ zijn aan de agro-industrie toe te schrijven en in dit onderzoek voor zover mogelijk gekwantificeerd.

Daarnaast kan er onderscheid gemaakt worden tussen reststromen die onlosmakelijk verbonden zijn met de productieketen (zoals cacao-doppen bij het maken van chocola), en onopzettelijk geproduceerde reststromen zoals productuitval en Over de Datum productie waarvan in alle gevallen wordt gepoogd om de productie te minimaliseren. Dergelijke stromen komen zowel upstream, tijdens de productie als downstream vrij.

Een generiek beeld van de productie van reststromen is weergegeven in Figuur 2.1



**Figuur 2.1. Generieke productiekolom met bijproducten en afvalstromen <sup>2</sup>**

In dit rapport worden de stromen ‘upstream’ en tijdens de productie beschreven in hoofdstuk 3, de stromen ‘downstream’ worden beschreven in hoofdstuk 4.

Voor iedere reststroom is de typische samenstelling bepaald, in termen van

- |                       |                                    |
|-----------------------|------------------------------------|
| - cellulose (%DS)     | - eiwitten (%DS)                   |
| - hemicellulose (%DS) | - suikers (%DS)                    |
| - lignine (%DS)       | - overig (%DS)                     |
| - zetmeel (%DS)       | - asrest (%DS)                     |
| - vetten (%DS)        | - droge stofgehalte (% natte stof) |

<sup>2</sup> Het gebruik van termen als bijproducten, co-producten, afvalproducten en reststromen impliceert geen waardeoordeel.

Dit is gedaan omdat de effectiviteit van de toepasbare conversieprocessen voor de (veelal natte) reststromen nogal afhangt van de macrosamenstelling. Zo is het in de praktijk makkelijker om suikers en veten om te zetten naar biogas dan het omzetten van lignocellulose (vezels) naar biogas. Uit de chemische samenstelling van de individuele componenten is vervolgens weer afgeleid wat de chemische samenstelling is van het totaal, zodat ook de energie-inhoud (HHV en LHV) kon worden bepaald. Zie ook bijlage 1 voor een uitgebreid overzicht van de samenstelling op hoofdcomponenten van de beschouwde stromen en de energie-inhoud.

## 2.2 Kwantificeren van productstromen

Analoog aan Koppejan et al., 2009 is per biomassastroom de beschikbaarheid voor energie ingeschat met gebruik van de volgende formule:

$$Be + Bf = A - T1 - T2 - T3 - T4 \quad \text{in 2008 of per scenario in 2020}$$

Be = beschikbaarheid voor elektriciteit en warmte onder een scenario

Bf = beschikbaarheid voor biofuels onder een scenario

A = aanwezigheid van biomassa onder een scenario

T1 = conventionele concurrerende toepassing (food, fibre, feed, chemie)

T2 = nieuwe concurrerende toepassing (chemie, etc.)

T3 = Concurrerende toepassing als mest/compost voor bodemvruchtbaarheid, etc.

T4 = te duur door geen geschikte technologieën, logistiek of andere beperkingen.

Voor 2008 is beschikbaarheid niet gelijk aan inzet voor energieproductie, voor 2020 (onder 4 scenario's) wel.

## 2.3 Conversietechnieken en bioraffinage

De effectiviteit van de conversietechnieken die mogelijk kunnen worden toegepast voor het maken van brandstoffen, warmte of elektriciteit hangt af van de samenstelling van de biomassa. In deze studie is de conversie van biomassa naar finale energie opgesplitst in twee delen:

- Conversie van organische massa naar een secundaire energiedrager (massa procent van de organische stof)
- Conversie van de hiermee opgewekte energie (bijvoorbeeld biogas of warmte) naar finale energie (% van LHV of HHV)

De gehanteerde aannames voor de conversietechnieken zijn weergegeven in Tabel 2.1.

Er is een uitgebreid rekenmodel ontwikkeld dat op basis van de macrosamenstelling op componenten en de eigenschappen van de conversietechnieken, analyseert hoeveel energie (warmte, elektriciteit en biofuel) wordt geproduceerd en hoeveel primaire fossiele energie hiermee wordt vermeden. Het rekenmodel biedt tevens de mogelijkheid om een door de gebruiker op te geven deel van de interessante componenten voor bioraffinage (eiwitten en vetten) eerst te

verwijderen voor een meer hoogwaardige toepassing (bijvoorbeeld veevoer), zodat het restant ingezet kan worden voor energieopwekking.

Verder kan met het model in het geval van transportbrandstoffen doorrekenen, hoeveel van de geproduceerde brandstof afkomstig is van de lignocellulose component. Dit is van belang vanwege de 'Regeling dubbelstelling betere biobrandstoffen' (zie paragraaf 6.2).

#### **2.4 Scenario-ontwikkeling en inschatting beschikbaarheid**

Bestaande scenario's (zie paragraaf 6.1) zijn gebruikt om specifieke plausibele en consistente scenario's te genereren die de agro-industrie, en de vraag naar bioenergie in 2020 beschrijven. Hoofdstuk 6 geeft een beschrijving van de scenario's als de uitkomsten van het toepassen van de scenario's op de analyse voor de beschikbaarheid van biomassa reststromen.

#### **2.5 Evaluatie**

Op basis van de resultaten van deze studie worden de bevindingen en aanbevelingen geformuleerd in hoofdstuk 7.

**Tabel 2.1 Conversierendementen van gehanteerde energietechnieken naar massaprocent en energie**

Conversieroute		Cellulose	Hemi-cellulose	Lignine	Ruwe celstof	Zetmeel	Suikers	Vetten	Eiwitten	Overig organisch	Conversie-basis	productverdeling op basis van HHV/LHV basis			
												elekt	warmte	biofuel	restwarmte
Vergisting + gasmotor, met warmtebenutting	AD+W	40%	60%	0%	46%	100%	100%	100%	100%	100%	HHV	40%	45%	0%	15%
Vergisting + gasmotor, zonder warmtebenutting	AD-W	40%	60%	0%	46%	100%	100%	100%	100%	100%	HHV	40%	0%	0%	60%
Vergisting + groen gas	ADGG	40%	60%	0%	46%	100%	100%	100%	100%	100%	HHV	0%	0%	100%	0%
Verbranding WKK kleinschalig met warmtebenutting	CWKK+W	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	LHV	23%	50%	0%	27%
Verbranding WKK grootschalig zonder warmtebenutting	CWKK-W	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	LHV	30%	0%	0%	70%
verbranding AVI, geen warmtebenutting	AVI	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	LHV	23%	0%	0%	77%
bij- en meestoken in kolencentrale	COF	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	LHV	43%	0%	0%	57%
kleinsch verbranding voor warmte	HEAT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	LHV	0%	85%	0%	15%
bio-olie motor met warmtebenutting	OlieWKK	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	LHV	42%	40%	0%	18%
Slibverbrandingsinstallatie	Slibverbr	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	LHV	20%	0%	0%	80%
Superkritische vergassing met brandstofcel	SCWG	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	HHV	50%	0%	0%	50%
1st gen bioethanol	ETH1				0%	80%	100%				HHV			100%	0%
2nd gen bioethanol	ETH2	90%	90%		78%	80%	100%				HHV			100%	0%
1st gen biodiesel	Biodiesel1				0%			100%			HHV			100%	0%
2nd gen biodiesel	Biodiesel2	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	HHV			100%	0%
groen gas	ADGG	40%	60%	0%	46%	100%	100%	100%	100%	100%	HHV			80%	20%
50% groengas+50% wkk	50%ADGG/ 50%AD+W	40%	60%	0%	46%	100%	100%	100%	100%	100%	HHV	20%	23%	40%	18%

### 3 Sectoren en commodities in de Nederlandse agro-industrie

In dit hoofdstuk zijn per commodity de stromen, producten, volumes, etc. uitgewerkt. Iedere paragraaf eindigt met een samenvattend overzicht van de hoeveelheid producten; de in de samenvatting weergegeven cijfers vormen de basis voor de berekeningen in hoofdstukken 5 en 6.

#### 3.1 Slachterijen (rund, varken, pluimvee)

##### 3.1.1 Upstream

Volgens CBS Statline wordt er ruim 5 Mton DS (ca 67 Mton nat) per jaar aan drijfmest door runderen en varkens geproduceerd. Ongeveer 2/3 hiervan (bijna 3 Mton DS) is afkomstig van melkkoeien, en de resterende 1.4 Mton DS afkomstig van slachtvee. Daarvan wordt ruim 1 Mton DS ook daadwerkelijk beschikbaar verondersteld voor energieopwekking.

Daarnaast komt er jaarlijks ca 3,5 Mton (1,9 Mton DS) aan stabelbare mest vrij. Hiervan is ca. 1.43 Mton (0,78 Mton ds) afkomstig van pluimvee, dit kan als volledig beschikbaar worden verondersteld.

Verder produceren schapen, geiten en paarden ca 1,1 Mton (0,6 Mton ds). Dit komt deels vrij op het veld of wordt aangewend voor bijvoorbeeld champost en wordt dan ook niet als beschikbaar verondersteld. Tenslotte komt er 0,9 Mton aan vaste mest van vleesvee vrij (0,5 Mton ds), wat vooral in het veld vrijkomt en niet beschikbaar is. Geconcludeerd wordt dat van de stapelbare mest alleen pluimveemest (ca 1.43 Mton of 0,78 Mton DS) beschikbaar is.

Met deze getallen kan het geschatte potentieel aan bioenergie in worden opgesplitst in ‘upstream’ voor de zuivelindustrie en ‘upstream’ voor de vleesproducerende industrie:

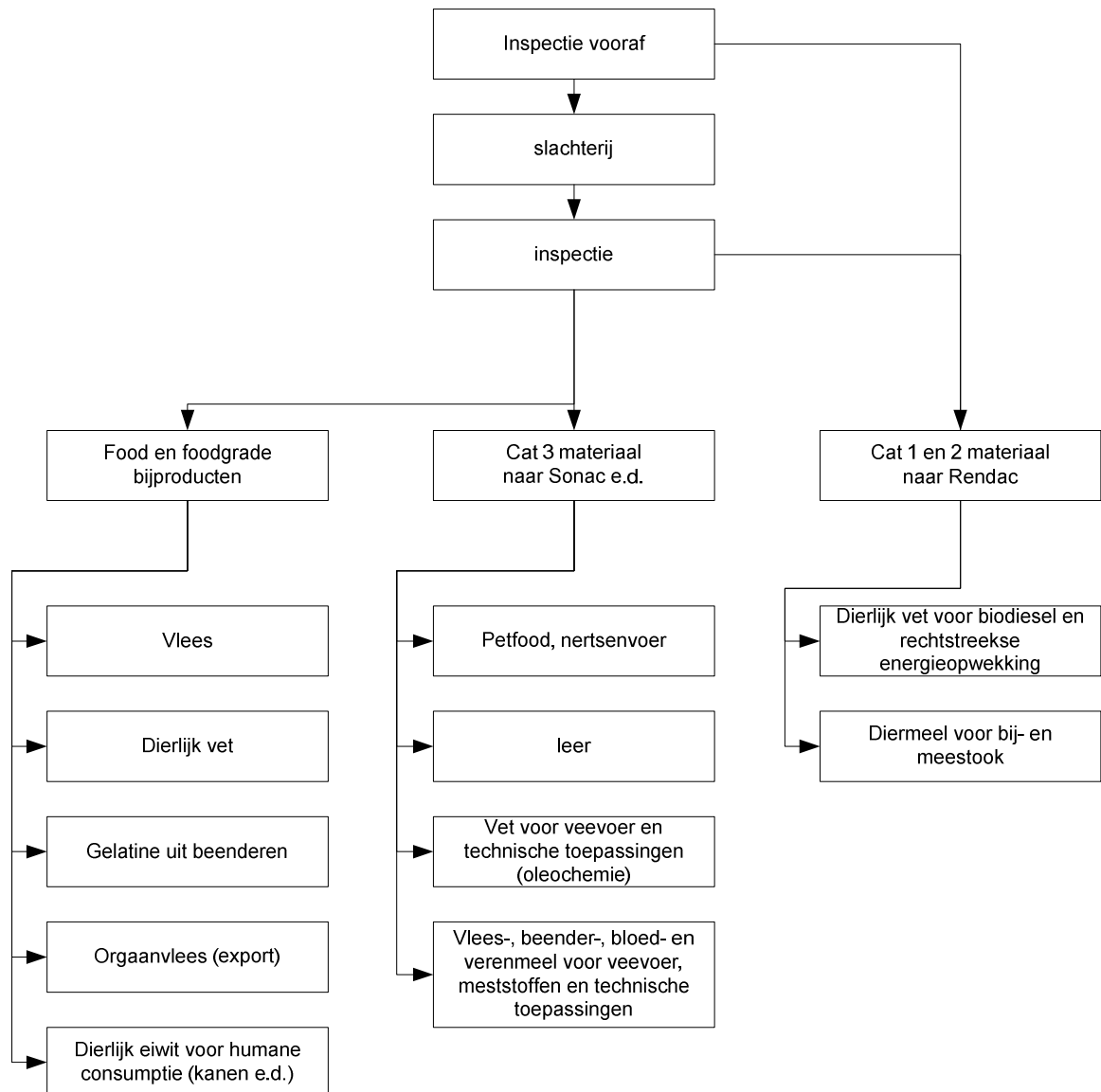
**Tabel 3.1 Upstream productie en beschikbaarheid van mest t.b.v. de melkveehouderij en de vleesverwerkende industrie in 2008. Cijfers afgeleid uit het de productie en beschikbaarheid van mest conform (CBS Statline, 2010 en Koppejan et al., 2009).**

t.b.v.	Aard biomassa	Productie		beschikbaar	
		kton DS	PJ HHV	kton DS	PJ HHV
zuivelindustrie	Runderdrijfmest	3.421	57,0	684	11,4
Vleesverw. industrie	Drijfmest van runderen en varkens	1.711	28,5	342	5,7
	Stapelbare mest, met name pluimvee	1.909	30,6	780	12,5
Totaal	Totaal	7.041	116,1	1.806	29,6



### 3.1.2 Keten en volumes

In 2008 werden er in Nederland ca 1.9 miljoen runderen, ca 14.4 miljoen varkens en 465 miljoen slachtkuikens en ander pluimvee geslacht (CBS Statline 2010). Een generieke verwerkingsboom voor de vleesverwerkende industrie met de verschillende soorten slachtbijproducten is weergegeven in Figuur 3.1.



**Figuur 3.1** Generiek verwerkingschema voor slachtbijproducten

De hoeveelheid aan vlees en slachtbijproducten is weergegeven in Tabel 3.2 en een uitleg van de verschillende categorieën is weergegeven in 3.1.3. Uit Tabel 3.2 blijkt dat er van het totale vers slachtgewicht (ca 3,1 miljoen ton), ca 1,7 miljoen ton als vlees vrijkomt en de resterende 1,4 miljoen ton vrijkomt als slachtbijproduct van categorie 1, 2, 3, of foodgrade kwaliteit.

Daarnaast kwamen er in 2008 ten gevolge van diersterfte op de boerderij ca 6 miljoen kadavers vrij, welke vooral door Rendac worden verwerkt. Dit betreft totaal ca. 150 kton, waarvan ca 5,5 miljoen kadavers of 63 kton van varkens en biggen (afgeleid uit Milieujaarverslag Rendac 2007) en het restant van voornamelijk rund en pluimvee. Momenteel maakt het voor de verwerking niet uit of deze kadavers als Categorie 1 of 2 dienen te worden aangemerkt volgens de definitie uit de Dierlijke Bijproductenverordening, omdat er toch geen aparte inzamel- en verwerkingsmogelijkheid bestaat voor Cat 2 kadavers. Aangenomen kan worden dat de volledige hoeveelheid materiaal op dit moment nog als Categorie 1 materiaal wordt bestempeld omdat deze kadavers niet zijn goedgekeurd voor de slacht. In jaren van calamiteiten (blauwtong bij geiten, varkenspest, vogelpest e.d.) kan de hoeveelheid kadavers overigens aanzienlijk toenemen ten opzichte van de hieronder weergegeven situatie in 2008.

**Tabel 3.2** Geschatte productie aan vlees en slachtbijproducten (kton as is) in 2008. Cijfers afgeleid uit het slachtgewicht per diercategorie uit (CBS Statline, 2010); de onderverdeling per categorie uit (Luske, en Blonk, 2009) en (Vito, 2003). De onderverdeling tussen Cat 1 en Cat 2 slachtbijproducten is door ons ingeschat.

	Varken	Rund + kalf	Pluimvee	schaap+geit	Overig	Totaal
Kadavers (cat 1)	63	46	20	9	11	150
vers slachtgewicht	1,671	585	854	15	0	3,125
Cat 1 slachtbijproducten	0	81	0	6	0	87
<i>Cat 1 totaal (incl kadavers)</i>	<i>63</i>	<i>127</i>	<i>20</i>	<i>14</i>	<i>11</i>	<i>237</i>
Cat 2 slachtbijproducten	78	0	17		0	95
Cat. 3 slachtbijproducten	296	117	229	-	0	643
Foodgrade bijproducten	375	106	71	2	0	554
Vlees	922	279	537	6	0	1.744

### 3.1.3 Slachtbijproducten

Vanuit de vleesverwerkende industrie komt een breed scala aan producten en restproducten vrij welke praktisch volledig wordt ingezet voor verschillende toepassingen. Wel is de wijze van verwerking in de laatste 10 jaar verschoven ten gevolge van een aantal dierziekten waaronder BSE. Sindsdien is de wijze waarop dierlijke slachtbijproducten mogen worden verwerkt sterk gereguleerd. De toegestane gebruik- en verwijderingtrajecten zijn geregeld in *Verordening (EG) nr. 1774/2002 van het Europees Parlement en de Raad van 3 oktober 2002 tot vaststelling van gezondheidsvoorschriften inzake niet voor menselijke consumptie bestemde dierlijke bijproducten*. Hierin wordt onderscheid gemaakt tussen Categorie 1, 2 en 3 materiaal, waarbij het onderscheid als volgt is:

- Categorie 1-materiaal:

Deze categorie omvat dierlijke bijproducten welke een risico vormen in verband met overdraagbare spongiforme encefalopathie, waaronder de gekke-koeien ziekte (BSE). Gespecificeerd risico materiaal (SRM) en kadavers van herkauwers die nog SRM bevatten (runderen, kalveren, schapen en geiten), vallen als zodanig onder deze categorie. Daarnaast

vallen ook kadavers van dieren welke zijn afgekeurd voor de slacht en andere dieren onder deze categorie. Dierlijke producten, die tot deze categorie behoren, moeten volledig worden verwijderd door (mede)verbranding of storting en zijn daarom in principe volledig beschikbaar voor energieopwekking. In Nederland gebeurt dit door Rendac in Son.

- Categorie 2-materiaal omvat de bijproducten welke een risico vormen i.v.m. met andere dierziekten dan overdraagbare spongiforme encefalopathieën of de aanwezigheid van diergeneesmiddelen. Ook dierlijke bijproducten afkomstig van kadavers (andere dan van herkauwers met SRM, zoals varkens) vallen onder deze categorie. Dierlijke bijproducten van deze categorie mogen worden verwerkt tot bepaalde andere doeleinden dan diervoeder, zoals biogasproductie en compost. Het na voorbewerking door de producent van Cat 2 vetten verkregen gesmolten vet mag in principe worden verwerkt tot vetderivaten voor technisch gebruik en dus niet voor cosmetica en geneesmiddelen. Momenteel wordt Cat 2 materiaal gezamenlijk met Cat 1 materiaal grotendeels verwerkt door Rendac, waardoor er thans feitelijk geen productie van Cat 2 vet in Nederland is. Er zijn een aantal marktinitiatieven om Cat 2 materiaal in te zetten, waaronder Nobless Proteins (slachtafval van kippen verwerken).
- Categorie 3-materiaal omvat een positieve lijst van dierlijke bijproducten, welke in principe 'veilig zijn' voor dierlijke consumptie omdat ze afkomstig zijn van voor en na de slachting voor menselijke consumptie goedgekeurde dieren, maar welke om commerciële of technische redenen (bijvoorbeeld door productie- of verpakkingsproblemen) toch niet meer voor menselijke consumptie worden bestemd. Hieronder valt ook visolie, welke afkomstig is van de productie van vismeel uit vis welke is gevangen in volle zee. Naast diervoeder mag categorie 3 materiaal ook worden gebruikt in andere technische toepassingen zoals de oleochemie en als energiedrager.

Daarnaast zijn er foodgrade slachtbijproducten zoals orgaanvlees, dierlijke vetten, gelatine, plasma en hemoglobineeiwitten welke mogen worden gebruikt in humane voedselproducten of voor andere toepassingen.

Momenteel wordt de totale hoeveelheid aan Categorie 1 en 2 materiaal verwerkt bij Rendac, naast slachtbijproducten betreft dit ook kadavers van dieren uit de veehouderij en dierenartsenpraktijken. In 2008 is er bij Rendac 424 kton aan Cat 1 en 2 materiaal aangevoerd, waarvan 43 kton bloed en 381 kton aan kadavers, slachtafval, beenderen, vethoudend afvalwater en slib (Rendac, 2009). Hiermee is 95 kton diermeel<sup>3</sup>, 5 kton bloedmeel en 42 kton dierlijke vetten gemaakt, welke worden gebruikt voor energieopwekking (verbranding en biodiesel). 2008 was een relatief rustig jaar qua besmettelijke dierziekten, in jaren van calamiteiten kunnen deze hoeveelheden dan ook fors oplopen.

---

<sup>3</sup>Op basis van Tabel 3.2 schatten wij dat hiervan ongeveer 30% van cat. 2 materiaal afkomstig is.

Volgens EG verordening 92/2005 mogen vetten welke afkomstig zijn uit categorie 1 materiaal worden ingezet voor energieopwekking indien gebruik is gemaakt van alkalische hydrolyse, biogasproductie via hydrolyse onder verhoogde druk of biodieselproductie.

Er is een discussie gaande over het verbod op het gebruik van diermeel in diervoeder. Momenteel is conform de *Verordening (EG) nr. 1774/2002* niet alleen het toevoegen van diermeel van runderen in voeder voor runderen verboden (kannibalisme), maar ook het voeren van diermeel van runderen aan varkens en pluimvee, welke in principe ongevoelig zijn voor BSE. De reden van deze zgn. *interspecies ban* is dat het mengvoer voor rundvee, varkens en kippen op dezelfde productielijn wordt geproduceerd, waardoor er gemakkelijk een kruisbesmetting zou kunnen ontstaan (Berichten Buitenland 2010).

Typische massabalansen van vrijkomende delen bij de slacht van varkens, runderen en slachtkuikens zijn weergegeven in Vito 2003. Op basis hiervan is een meer gedetailleerd overzicht per diersoort gemaakt, weergegeven in Tabel 3.3 .

Een belangrijke stroom die deels ingezet kan worden voor energieopwekking is dierlijk vet. In Nederland is er in 2008 208.000 ton dierlijke vetten geproduceerd (uit slachtafvallen en bijproducten) en 298.000 ton gebruikt (inclusief import). Daarnaast wordt er dierlijke vet geïmporteerd en geëxporteerd (MVO, 2009). Van alle dierlijke vetten (inclusief import) werd in 2007 naar schatting 11.000 ton ingezet voor menselijke consumptie, 149.000 voor diervoer en 130.000 ton voor technische toepassingen (oleochemie, zeep en energie). Naar schatting werd in 2007 hiervan 2/3 (=88.000 ton) voor energie ingezet (Bergmans in IEA, 2009). Dus van de Nederlandse dierlijke vetten worden dan voor  $208/290 \times 88.000$  voor energie ingezet = 62.000 ton per jaar voor energie. Hiervan is 42.000 ton afkomstig van Rendac (Cat 1 en Cat 2. materiaal). In 2009 was de productie van dierlijke vetten 215.000 ton en de import 212.000 ton. Verder werd er 132.00 ton dierlijk vet geëxporteerd. Het binnenlands gebruik (afleveringen) was 211.000 ton dierlijk vet. Hiervan werd 17.000 ton gebruikt voor menselijke consumptie, 114.000 ton voor diervoer en 81.000 ton voor technische doelen.

**Tabel 3.3 Productie aan slachtbijproducten uit varken, rund en kip (kton) in 2008. Cijfers afgeleid uit het slachtgewicht per diercategorie uit (CBS Statline, 2010); de onderverdeling per categorie uit (Vito, 2003).**

	Varken kton/jaar	Rund kton/jaar	Vleeskip kton/jaar	TOTAAL kton/jaar
Bloed	54,8	19,8	20,9	95,5
Huid / zwoerd	93,9	34,4		128,3
Staart		1,2		1,2
Haar	6,3			6,3
Veren			31,5	31,5
Kop			19,8	19,8
Ogen	0,0	0,1		0,2
Tong	6,3	2,9		9,2
Hypofyse	0,2	0,0		0,2
Nek			11,3	11,3
Nekvel			8,5	8,5
Loopvoet			27,9	27,9
Vet	190,4	19,2	50,9	260,5
Beenderen	198,7	78,7	80,3	357,6
Maag , pens	12,5	20,8	8,5	41,8
Darmen / ingewanden	53,9	11,3	25,5	90,6
Gal	-	0,5		0,5
Milt	1,9	1,1		3,0
Trachea	4,4	1,1		5,5
Pancreas	1,4	0,5		1,9
Testikels		0,7		0,7
maaginhoud	6,6	70,8		77,4
Darminhoud / mest	41,3	21,3		62,6
Hart	4,4	2,3	3,2	9,9
Longen	7,0	5,4	4,2	16,7
Lever	27,4	8,2	11,3	46,9
Bijnieren	0,1	0,0		0,1
Ruggenmerg hersenen	13,8	0,7		14,5
Oren	12,5			12,5
Zwezerik		0,5		0,5
Urineblaas	1,3	0,3		1,6
Darmslijm	9,4			9,4
Hoeven	0,6	1,7		2,4
Hoornen		0,5		0,5
Schildklier	0,2	0,0		0,2
Uier		3,1		3,1
Diversen			13,4	13,4
<b>totaal bijproducten</b>	<b>749,0</b>	<b>307,1</b>	<b>317,1</b>	<b>1,373,2</b>
<b>totaal vlees</b>	<b>921,9</b>	<b>277,9</b>	<b>536,8</b>	<b>1,736,5</b>
<b>levend dier (warmgewicht)</b>	<b>1,670,9</b>	<b>584,9</b>	<b>853,9</b>	<b>3,109,7</b>

### 3.1.3.1 Varken

Een gemiddeld varken van 114 kg levert ongeveer 64 kg vers vlees op, naast ca 26 kg food grade producten. De resterende bijproducten worden op velerlei manieren verwerkt tot een breed scala aan producten. De vetfractie kan inzet worden in humane of diervoeder maar kan ook als brandstof worden toegepast, bijvoorbeeld via de productie van biodiesel. In Duitsland rijden ook een aantal vrachtauto's op varkensvet, in Nederland is dat wegens de hoge te betalen accijns niet interessant.

### 3.1.3.2 Rund

De hoeveelheden slachtbijproducten uit de verwerking van runderen per categorie zijn weergegeven in Tabel 3.4.

**Tabel 3.4 Productie aan slachtbijproducten uit rundveeslachterijen (kton) in 2008. Cijfers afgeleid uit het slachtgewicht per diercategorie uit (CBS Statline, 2010); de onderverdeling per categorie uit (Luske en Blonk, 2009).**

	vers vlees	Food grade	Cat III Petfood	Cat III technisch	Cat I en II	ongeboren mest	TOTAAL
Bloed		15		4	3		22
Huid				41			41
Staart		1					1
vet warmgeslacht		57					57
vet koud geslacht		25					25
Kop					20		20
Beenderen		4		47	25		76
Maag		11	8				19
Darm					11		11
Maaginhoud						76	76
Darminhoud					23		23
Nieren		2					2
Milt			1				1
Hart		3					3
Longen			6				6
Trachea			1				1
Lever		9					9
Ruggenmerg/hersenen					1		1
Tong		3					3
Uier		11					11
Hoeven					2		2
Hoornen					1		1
Overige organen					1		1
Totaal bijproducten		142	16	91	87	76	412
Vers vlees	279						279
Totaal	279	142	16	91	87	76	691
	40%	21%	2%	13%	13%	11%	100%

### 3.1.3.3 Pluimvee

In Nederland zijn er 11 pluimveeslachterijen, welke gezamenlijk ca 850 kton aan pluimvee verwerken. Hierbij komt ca 246 kton aan non-food grade bijproducten vrij, zie ook Tabel 3.2. Het merendeel hiervan (ca. 229 kton) wordt beschouwd als categorie 3 materiaal, wat veelal naar Sonac wordt afgevoerd en verwerkt voor verschillende toepassingen (vooral in de feed industrie) omdat het niet meer in diervoer mag worden verwerkt voor boerderijdieren. Overigens mag Cat. 3 pluimveevet wel in mengvoer worden verwerkt. Volgens de Europese Verordening (EG) nr. 1774/2002 mag categorie 3 diermeel worden ingezet voor de productie van diervoeder voor andere dieren (Hijlkema, 2010). Dit is op dit moment wel het streven maar nog geen realiteit vanwege de noodzaak tot ondubbelzinnige identificatie van het diermeel als pluimveediermeel.

Daarnaast is er bij ca 1% van het aangevoerde pluimvee (ca 17 kton) sprake van 'dead on arrival' of afkeur door ziekte. Deze dieren worden als categorie 2 materiaal bestempeld. Bij afwezigheid van een route voor Cat 2 materiaal wordt dit bij Rendac aangeleverd. In tegenstelling tot rundveeslachterijen komt er bij de pluimveeslachterijen geen cat. 1 materiaal vrij.

**Tabel 3.5 Productie aan slachtbijproducten uit pluimveeslachterijen (kton) in 2008. Cijfers afgeleid uit het slachtgewicht per diercategorie uit (CBS Statline, 2010); de onderverdeling per categorie uit (Bolck et al, 2003)**

	massa%	ton/jaar	eiwit	vet	vocht	as
Veren	6,1%	52.090	88%	2%	10%	2%
Bloed	2,5%	21.348	11%	0%	89%	0%
Koppen	2,2%	18.786	18%	10%	67%	5%
Looptenen	3,8%	32.449	15%	14%	65%	6%
Darmen	4,5%	38.427	18%	8%	77%	1%
Kliermaag	0,6%	5.124				
Overige inslchting	5,8%	49.528				
Totaal inslchting	25,5%	217.752				
Vleugeltips	0,6%	5.124	10%	25%	60%	5%
Stuiten	0,5%	4.270	12%	35%	50%	2%
Vel	1,7%	14.517	11%	50%	38%	1%
Botten	4,0%	34.157	12%	30%	54%	4%
Persbot	0,7%	5.978	17%	13%	60%	10%
Totaal	58,5%	281.797				

Zes grotere slachterijen met een totaal marktaandeel van ca 60% hebben het initiatief genomen voor de oprichting van een eigen renderingslijn voor pluimveeslachtbijproducten. Naast de AVI in Wijster wordt onder de vlag van het bedrijf Noblesse Proteins een eigen renderingslijn opgezet voor ca. 150 kton aan bloed, veren, ingewanden en poten (slachtbijproducten, categorie 3 materiaal) tot eiwitrijke grondstoffen voor honden-, katten- en visvoer. Bij het proces wordt gebruik gemaakt van de restwarmte van de nabijgelegen AVI. Bij Noblesse zal tevens een

vergister worden gebouwd voor de verwerking van afvalwater en slibben (Hijlkema, 2010). Het materiaal van Noblesse wordt nu voor het overgrote deel verwerkt door SONAC en blijft daarmee dezelfde bestemming houden na verwerking, nl. de feed industrie.

### 3.1.4 Ontwikkelingen en trends

Samengevat worden de volgende stromen aanwezig en beschikbaar verondersteld in 2008 vanuit de vleesverwerkende industrie (Tabel 3.6):

**Tabel 3.6 Productie van bijproducten uit slachterij die direct of upstream vrij komen.**

Naam	Upstream/1e verwerking/downstream	DM Gem.	Aanwezig		beschikbaar	
			kton nat	kton DS	%	kton DS
drijfmest Vleesvee	upstream	8%	21,382	1,711	20%	342
Pluimveemest	upstream	55%	3,471	1,909	41%	780
Dierlijke vetten cat 1 en 2	eerste verwerking	100%	42	42	100%	42
Dierlijke vetten overig	eerste verwerking	100%	166	166	12%	20
Ongeboren mest, maaginhoud	eerste verwerking	15%	140	21	100%	21
Diermeel cat 1	eerste verwerking	96%	67	64	100%	64
Diermeel cat 2	eerste verwerking	96%	29	27	100%	27

Het vleesverbruik in Nederland per hoofd van de bevolking is in de afgelopen 10 jaar vrijwel gelijk gebleven. Na een lichte daling (mogelijk onder invloed van een groeiend bewustzijn over dierwelzijn en milieuaspecten) is het vleesverbruik van 2008 naar 2009 zelfs licht gestegen van 84,9 naar 86,6 kilo per hoofd van de bevolking (PVE, 2010). Dit komt vooral door diverse stuntacties met varkens- en kippenvlees.

Analoog aan de toelating van dierlijke vetten uit Cat 1 materiaal in de productie van biodiesel enige jaren geleden, kan worden verwacht dat onder invloed van duurzaamheidsdiscussies ook de behoefte ontstaat om meer hoogwaardige alternatieven te ontwikkelen voor de verbranding van eiwitten in diermeel, dit vanwege de hoge indirecte CO<sub>2</sub> emissie. Voor een meer hoogwaardige toepassing van diermeel zoals in meststof of in de chemische industrie is het wel nodig dat eerst de hiervoor benodigde technische innovatie wordt verricht, definities en interpretaties van categorie 1 en 2 materiaal worden aangepast en de benodigde infrastructuur wordt opgezet. Aangenomen wordt dat een dergelijke beweging alleen in een duurzaam toekomstscenario kan worden vormgegeven.



## 3.2 Visverwerking

De visserijsector is van oudsher een belangrijke economische sector in Nederland, te onderscheiden in zeevisserij buiten en binnen de kustwateren, schelpdiervisserij en binnenvisserij. In totaal werd er in Nederland ca 463 kton aan vis en schaaldieren gevangen en gekweekt. De belangrijkste vissoorten die worden gevangen (totaal 413 kton) zijn wijting, sardien, schol, tong, haring, makreel, garnalen en mosselen. De overige 46 kton komt vrij bij de 42 kwekerijen voor paling, Afrikaanse meerval, Claresse, snoekbaars, tarbot, tilapia, steur en tong (FAOSTAT, 2010).

De consumptie aan visproducten in Nederland is de afgelopen 10 jaar geleidelijk toegenomen vanwege de aandacht voor gezondheidsaspecten en de behoefte van de consument aan gevarieerdere voeding en bedroeg ca 55 kton in 2008 (Productschap Vis, 2010).

### 3.2.1 *Upstream: visvangst*

Al aan boord van de zeegaande visserijkotters wordt visafval geproduceerd als gevolg van strippen (verwijderen ingewanden) en discards (bijvangst). In Nederland gaat dit nu overboord, samenstelling en hoeveelheden zijn echter onbekend. In andere landen waaronder Noorwegen en mogelijk in de toekomst ook Duitsland moeten strips en discards aan wal worden gebracht.

Het bedrijf TCO Go Four voert momenteel samen met de Urkse rederij Geertruida een haalbaarheidsstudie uit naar de mogelijkheid om op basis van visafval op zee biodiesel te maken wat direct kan worden bijgestookt. (TCO Go Four, 2010).

### 3.2.2 *Keten en volumes*

Bij de verwerking van vis op de wal komen verschillende restproducten vrij, zoals koppen, graten, huid, restvlees, mosselschelpen en slib. Daarnaast is er af en toe sprake van doorgedraaide vis op de veilingen door te lage prijzen, veroorzaakt door weerscondities en vraaguitval. Omdat het als Categorie 3 materiaal wordt beschouwd volgens de Europese verordening voor Dierlijke Bijproducten EU 1774-2002, mag het niet in humane voedseltoepassingen worden verwerkt.

Visafval wordt in Nederland verwerkt door twee bedrijven: Visser in Lauwersoog en A. v.d. Groep en Zonen in Spakenburg (Productschap Vis, 2010). Volgens Visser Visresten wordt er jaarlijks gemiddeld ca 50 kton aan eiwit- en vetrijke visresten afgevoerd, afkomstig van fileerderijen, visgroothandels, vishandelaren, maar ook de grotere viswinkels. Hiervan gaat thans ca 20 kton richting nertsenfokkerij en ca 10-15 kton richting petfood. De resterende 15-20 kton wordt geëxporteerd voor de productie van vismeel en visolie, bijvoorbeeld naar een grote vismeelproductielocatie in Cuxhaven, Duitsland (Visser, 2010).

Er is op dit moment ca 20 kton aan gemengd visafval en vis-flotatieslibben beschikbaar voor energieopwekking. Alleen een aantal slibachtige stromen en mengstromen van visafval en ander

materiaal, vrijkomend bij visverwerking worden momenteel beschikbaar geacht voor energieopwekking via vergisting. Visafvalverwerker vd Groep heeft sinds 2009 een milieuvergunning om naast eigen visafval ook 250 ton/jr aan paneermeel, 250 ton/jaar viskruim, 500 ton/jaar vis-olie, groenteafval, 10.000 ton zetmeelresten en 6 kton vis-flotatieslib anaeroob te vergisten (Provincie Utrecht, 2009). De gebruikte hoeveelheid frituurvet is onbekend. Het biogas van deze installatie wordt na opwerking ingevoegd in het aardgasnet.

### 3.2.3 Samenstelling en prijzen

Prijzen zijn ons niet bekend. Volgens Visser zijn de prijsniveaus die worden geboden voor de huidige afzetkanalen te hoog voor energiebenutting (Visser, 2010). Daarnaast maakt het hoge gehalte aan eiwitten en vetten de afzet voor petfood en nertsen een meer hoogwaardige toepassing.

### 3.2.4 Ontwikkelingen en trends

Een samenvatting van de aangenomen aanwezigheid en beschikbaarheid van reststromen uit de visverwerkende industrie is weergegeven in onderstaande Tabel 3.7.

**Tabel 3.7 Productie van bijproducten uit visverwerking die voor energieproductie in aanmerking komen.**

Naam	Upstream/1e verwerking/downstream	DM	Aanwezig		Beschikbaar	
		gem	kton nat	kton DS	%	kton DS
Visafval schone stromen	eerste verwerking	20%	50	10	0%	-
Visafval mengstromen	eerste verwerking	20%	20	4	100%	4

De vraaguitval naar visafval door het verwachte fokverbod op nertsen vanaf 2024 zal niet betekenen dat er een sterke prijsdaling zal optreden waardoor substantiële hoeveelheden beschikbaar zullen komen voor energieopwekking, gezien de waardevolle samenstelling en blijvende lokale vraag naar vis voor petfood en exportmogelijkheden voor inzet in vismeel, visolie en nertsenhoudertijen in het buitenland.

In de toekomst is wel te verwachten dat incidentele vraaguitval kan leiden tot inzet van stromen voor vergisting. Verder kan de totale hoeveelheid visafval toenemen door groei van de industrie en door een betere inzameling van visresten.

Verder zou verwerking van discards aan wal kunnen leiden tot een groter volume aan visafval voor vergisting (of vetten voor biodiesel). In een duurzaam scenario is de beschikbaarheid voor energieopwekking groter dan in een vrije wereld.

### 3.3 Zuivel

#### 3.3.1 *Upstream: melkveehouderij*

De Nederlandse zuivelindustrie vertrouwt voor de input praktisch volledig op de melk, vooral afkomstig van melkkoeien (98.5%) naast een klein deel geitenmelk (1.5%) [productschap Zuivel, 2010]. Omdat er tijdens de verwerking van melk nauwelijks reststromen vrijkomen welke beschikbaar zijn voor energieopwekking (zie 3.3.2), wordt duurzame energieopwekking in de zuivelsector al snel gerelateerd aan de toepassing van vergisting van mest, afkomstig van het melkvee.

Dit betreft ca 3,4 miljoen ton droge stof met 57 PJ HHV (zie Tabel 3.1). Afhankelijk van het gekozen scenario zou hiervan tussen de 3 en 37 PJ HHV in 2020 beschikbaar kunnen komen.

FrieslandCampina heeft in een intern actieprogramma als doelstelling voor 2020 vastgelegd dat er in de periode tot 2020, 12 PJ/jaar aan biogas (ca 500 miljoen m<sup>3</sup> biogas) zou moeten worden opgewekt door de toeleverende melkveesector. FrieslandCampina is geïnteresseerd om een groot deel van dit biogas in de eigen productielocaties af te nemen, door biogasleidingnetwerken. Op meerdere productielocaties wordt de haalbaarheid van afname van ruw biogas al concreet onderzocht.

#### 3.3.2 *Keten en volumes*

In 2008 werd er in Nederland 11.3 miljoen ton melk aangevoerd aan de zuivelindustrie. Hiervan werd in 2008 124 kton boter, 721 kton kaas, 182 kton melkpoeder, 342 kton gecondenseerde melk en 64 kton weipoeder gemaakt (CBS Statline 2010). Vergelijkbare informatie in melkequivalenten en vetaandeel is weergegeven in Tabel 3.8.

**Tabel 3.8. Input en output van de Nederlandse zuivelindustrie in 2008 (Productschap Zuivel, 2010)**

	Melk-equivalent (kton)	Vetaandeel (kton)	Product (kton)
Totaal melkproductie	11.624		
Achterhouding op de boerderij	-322		
Melk afgeleverd aan fabrieken	11.303	493	
Herverwerking en oplossing	+ 64	+ 1	
Ingevoerde melk en room	+ 772	+ 16	
Uitgevoerde melk en room	-583	-45	
Voorraadverschillen	-2	-45	
Voor verwerking beschikbaar	11.554	464	
Consumptiemelk en consumptiemelkproducten	1.273	20	
Room	32	11	
Kaas			
bereid uit koemelk	6.427	212	724
bereid uit koe- en geiten- of schapenmelk en kaasachtige producten	34	1	4
Boter en boterolie	172	147	
Gecondenseerde melk	746	21	342
Melkpoeder	1.576	37	182
Diversen	1.294	16	

Bij de productie van zuivelproducten komen er praktisch geen restproducten vrij met een lage marktwaarde die nog goed inzetbaar zijn voor energieopwekking. De restproducten die er wel zijn, worden al grotendeels benut, met name voor varkensvoer omdat ze eiwit- en lactoserijk zijn. Dit betreft stromen als:

- Perswei of kaaswei (vrijkomend bij de productie van kaas).
- Voer(wei)concentraat, vrijkomend bij de verwerking van kaaswei(concentraat) tot hoogwaardige zuivelproducten zoals melkeiwit en melksuiker.
- Kwarkwei, afkomstig van de productie van kwark.
- Restanten van spoelingen van tanks en leidingen.

In totaal gaat het hier om ca 800 kton aan producten, met een DS gehalte van ca 5% (OPNV, 2008). Uit Tabel 3.8 blijkt eveneens dat de optelling van de gehalten vet in de productstromen vrijwel overeenkomt met de input, er gaat dus vrijwel geen vet (en daarmee energie) verloren tijdens de productie zelf.

Volgens Jaap Patraeus (FrieslandCampina) zou er nog ca 30 kton aan tweede spoeling beschikbaar kunnen worden gesteld als covergistingmateriaal aan de toeleverende melkveehouders die een vergistinginstallatie gaan opstarten. Met slechts ca 4-5% DS betreft het dan ca 1,5 kton/jaar DS. Deze stroom wordt als de enige procesinherente reststroom uit de zuivelindustrie beschikbaar verondersteld voor energieopwekking.

Tijdens de productie van zuivelproducten is er door de goede kwaliteitsbewaking en procesbeheersing slechts zeer beperkte mate sprake van productuitval. Het rapport ‘ Naar een energieneutrale Zuivelketen – groen gas op het aardgasnet (KWA Bedrijfsadviseurs, 2007) noemt een uitval van 1%, hetgeen overeenkomt met ruim 100 kton (13 kton DS), dit wordt echter niet nader onderbouwd. Wij veronderstellen dat dit gaat om afgekeurde melk (ziekte, antibiotica in melk, etc.) en producten. Als er een goed afzetsysteem zou zijn zou dit geschikt zijn voor vergisting.

### 3.3.3 Ontwikkelingen en trends

Een samenvatting van de aangenomen aanwezigheid en beschikbaarheid van biomassa is weergegeven in onderstaande Tabel 3.9

**Tabel 3.9 Productie van bijproducten uit de zuivelindustrie die voor energieproductie in aanmerking komen.**

Naam	Upstream/1e verwerking/downstream	DM	Aanwezig		Beschikbaar	
		gem	kton nat	kton DS	%	kton DS
drijfmest Melkvee	upstream	8%	42,763	3,421	20%	684
Zuivelrestanten, 2e spoeling	eerste verwerking	4%	30	1	100%	1
Zuivelrestanten, misproductie	eerste verwerking	13%	100	13	100%	13

Verwacht wordt dat het aantal melkkoeien (en daarmee de beschikbaarheid van mest voor anaerobe vergisting) zal variëren volgens de elders in dit rapport genoemde LEI scenario's. De beschikbaarheid van secundaire reststromen zelf blijft nagenoeg constant op het niveau van 2008.

### 3.4 Oliezaden, oliën, vetten en schroten

#### 3.4.1 *Upstream: teelt en lokale verwerking*

De productie van oliezaden in Nederland bedraagt maar 13.000 ton op 5.600 ha (MVO., 2008). Hierbij gaat het vooral om lijnzaad (2.600 ha) en koolzaad (2.500 ha). Per ha koolzaad zal er zo'n 3 ton DS aan stro op het veld achterblijven. Bij elkaar zo'n 7.500 ton DS stro die op het veld achterblijft. Inzet voor energie is mogelijk hoewel er in Nederland, net als voor graanstro, andere stro toepassingen meestal meer concurrerend zijn. Het bijproduct van lijnzaad wordt als vlas afgezet en verwerkt tot vezels als basisgrondstof voor diverse industriële toepassingen (o.a. textiel).

Nederland importeert oliezaden en ruwe oliën en vetten, en andere producten die ontstaan bij verwerking van oliezaden en vetten. Zoals schoot, vetzuren en sojahullen, etc.

Bijna alle grondstoffen voor de oliën en vetten industrie worden in Nederland geïmporteerd (zie Tabel 3.10). Een aanzienlijk deel van deze grondstoffen wordt (na bewerking of onbewerkt weer geëxporteerd).

De belangrijkste commodities die wij hier behandelen zijn:

- Sojabonen en sojaolie en sojaschroot
- Palmolie en palmpitolie en palm schroot (schilfers)
- Raapzaad en raapolie en raapschroot
- Zonnebloempitten en zonnebloemolie en zonnebloemschroot.

De invoer van oliezaden bedroeg in 2008 5.669 kton en de uitvoer bedroeg 1.232 kton.

Er werd in 2008 4.451 kton in Nederland gebruikt, waarvan 3992 kton in de Nederlandse crush-industrie. De overige 459 kton werd ingezet in andere industrieën zoals de mengvoerindustrie (152 kton), of direct door voedingsbedrijven (bijvoorbeeld pinda's).

**Tabel 3.10 Oliezaden voor de Nederlandse oliën- en vettensector in 2008 (MVO, 2009)**

Grondstof	Invoer (kton)	Export (kton)	In NL geproduceerd (kton)	In NL gebruikt of ingezet (kton)	Bijproducten upstream (ton DS per ton zaad, geschat)	Totaal upstream residuen (kton DS)
Sojabonen	3.922	1.001	0	2.921	2	5.842
Koolzaad	1.078	152	9,4	9.4	1	9,4
Zonnebloempitten	370	25		345	1	345
Grondnoten	230	13		217	1	217
Lijnzaad	27	7	2,6	23	0	0
Sesamzaad	19	12		7	1	7
Maanzaad	9	9	1	0,2	1	0,2
Overig	14	12		2	1	2
Totaal:	5.669	1.232	13	4.451		7.350

Naar schatting komen er upstream van de Nederlandse verwerking van oliezaden, meer dan 7 miljoen ton (DS) aan residuen vrij, met name in het buitenland. Het gaat hierbij met name om veldresiduen. De mogelijkheden om deze residuen voor energie in te zetten zullen beperkt zijn omdat inzameling logistieke kosten meebrengt en omdat veldresiduen een rol in de bodemvruchtbaarheid spelen. Toch zijn er hier mogelijkheden om wellicht een fractie van de veldresiduen te benutten.

In Tabel 3.11 staat de Nederlandse balans van ruwe oliën en vetten. Ruwe raap, soja en zonnebloemolie wordt in de crush-industrie geproduceerd. Palmolie is de belangrijkste olie die als grondstof dient voor de olieverwerking in Nederland. Bij de productie van ruwe palmolie (en palmpitolie) elders ter wereld ontstaat er per ton olie zeker 1 ton biomassa bijproduct bij de palmolie mill en ongeveer 2 ton bijproducten op het veld (Elbersen et al., 2005). Deze zgn. mill residues worden relatief inefficiënt ingezet en kunnen tot milieuvervuiling leiden. Efficiëntere inzet van biomassa om de mill van energie te voorzien kan per ton olie geproduceerd leiden tot het beschikbaar maken van ongeveer 0.5 ton biomassa die voor energie ergens anders te gebruiken is (Elbersen et al., 2005).

**Tabel 3.11 De Nederlandse balans van ruwe oliën en vetten kton (MVO, 2009).**

Grondstof	Invoer	Export	In NL geproduceerd	In NL gebruikt of ingezet	Upstream residu per ton zaad of olie	Totaal upstream residu)
Palmolie ruw	1.846	234	0	1.612	1	1.612
Palmpitvet ruw	153	22	0	131		0
Kokosvet ruw	339	31	0	308	1	308
Raapolie ruw	165	334	336	167	2	334
Sojaolie ruw	137	197	572	512	1	512
Zonnebloemolie ruw	353	274	127	206	1	206
Overig ruw	58	31	2	29	1	29
Totaal:	3.051	1.123	1037	2.965		3.000

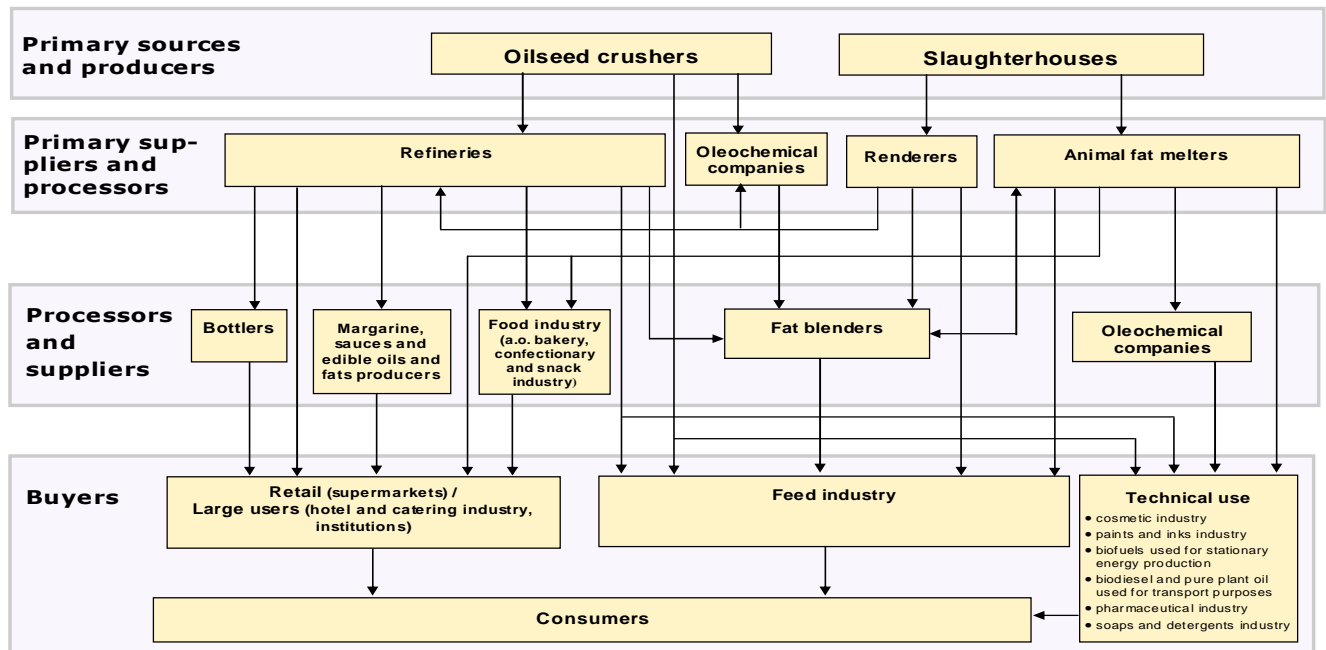
Bij het transport van oliën en vetten in tanks worden tanks gereinigd wat leidt tot productie van een geringe hoeveelheid “slobs” of tankbodems. Deze hoeveelheid biomassa is niet gekwantificeerd maar is upstream wel een relevante biomassa reststroom die bijvoorbeeld vergist kan worden en dat wellicht deels al wordt.

#### 3.4.2 Keten en volumes

In de Nederlandse oliën en vetten sector zijn 8 bedrijven die oliezaden verwerken en 13 raffinadeurs/harders. Daarnaast zijn er 6 opslagbedrijven actief. De overige bedrijven, uitsmelters dierlijke vetten, margarine-/spijsvetfabrikanten en oleochemie, laten wij hier buiten beschouwing. Dierlijke vetten en oliën worden in paragraaf 3.1 behandeld. Inzameling van (frituurvet) wordt beschouwd in paragraaf 4.3. In Figuur 3.2 wordt de verwerkingsketen van de oliën en vetten sector in Nederland weergegeven.



## The value chain in the oils and fats sector



Figuur 3.2. Beschrijving van de Nederlandse oliën en vettensector (Bron: MVO).

### 3.4.2.1 Oliezaden-crush:

De Nederlandse industrie verwerkte in 2008 3.992 kton oliezaden, 1.036 ton plantaardige vetten en 2.869 kton oliezaden schroot. Figuur 3.3 laat de verwerking van verschillende hoeveelheden oliezaden in Nederland zien. Sojaverwerking is het belangrijkste, vanwege de levering van sojaeiwit aan de diervoerindustrie, maar neemt al jaren af. Koolzaadverwerking neemt toe door de toenemende vraag naar biodiesel.

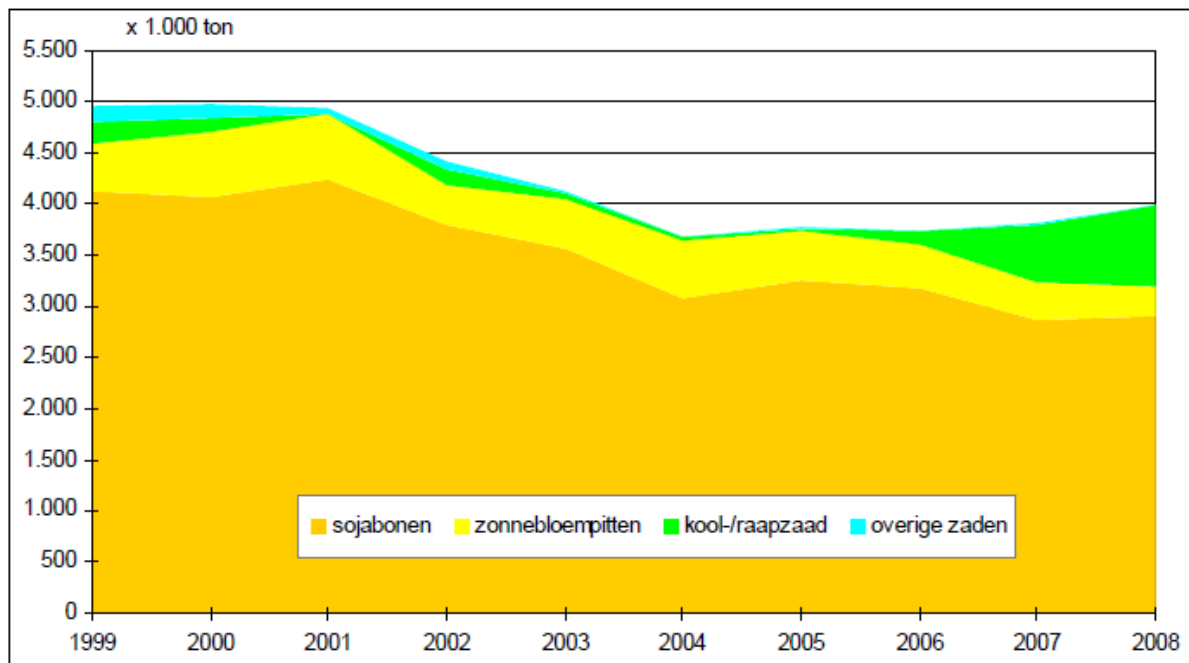
Bij het soja-crush proces worden de volgende producten geproduceerd:

- Schroot. Na afscheiding van oliën en vetten worden resterende producten verder verwerkt tot eiwit schroot of verder geraffineerd tot eiwit concentraat (schilfers, sojameel, etc.) en bijproducten zoals sojavelasse (Ook de eiwitrijke schroten en andere producten (hullen, etc.) worden verder verwerkt (Productschap Diervoer, 2007). Schroot wordt in Nederland afgezet voor veevoer.
- Olie: 19,5% van de sojaboon is olie. De olie wordt na extractie grotendeels geraffineerd.
- Hullen: Zo'n 5 a 8 % (verschillende bronnen) van de ingaande stroom is naar schatting hullen. Hullen hebben een hoog gehalte aan ruwe celstof (> 30%) en een laag gehalte aan eiwit (ca 10%). Naar schatting worden er in Nederland ca 150.000 a 240.000 ton soja hullen zijn geproduceerd in 2008. De hullen kunnen afgezet als veevoer (runderen) of gemengd met andere grondstoffen. Hullen vormen met eiwit cake, die overblijft na olie-extractie, het schroot.
- Afval: bestaande uit stenen, zand en bladeren en takken. Aangenomen dat de hoeveelheid 1% van de input is, wat overeenkomt met 30.000 ton. Dit kan als afval/compost afgezet worden.

Als hiervan 50% organisch is zou dit zo'n 15.000 ton biomassa vertegenwoordigen. Na uitzeven zou verbranding ook een optie kunnen zijn.

Andere oliezaden ondergaan een soortgelijk proces. Afscheiding van hullen of andere schillen is echter minder goed mogelijk. Er is daardoor minder makkelijk een lignocellulose stroom af te scheiden.

Aangenomen dat bij de andere oliezaden ook 1% afval wordt uitgescheiden bij begin van het proces, gaat het hier om 1% van 1,5 miljoen ton zaad is 15 kton afval. Aangenomen dat het uit 50% biomassa bestaat, is er 7500 ton die als afval/compost afgezet kan worden. Na uitzeven zou verbranding ook een optie kunnen zijn.



Productschap Margarine, Vetten en Oliën - Statistisch Jaarboek 2008

**Figuur 3.3. Verwerking van oliezaden in de Nederlandse crush-industrie 1999-2008.**

In Tabel 3.12 is het gebruik van oliezaden en de productie in de Nederlandse crush-industrie gegeven.

De oliën en vetten worden grotendeels verder geraffineerd (zie paragraaf 3.4.2.2).

Vrijwel alle schroten worden in de veevoerindustrie ingezet. Een deel van de oliezaden (152 kton in 2008) wordt ook direct ingezet in de veevoerindustrie.

**Tabel 3.12 Gebruik van oliezaden in Nederland voor crush en andere toepassingen in kton (MVO, 2009).**

Grondstof	In NL gebruikt of ingezet	Ingezet voor crush	Anders ingezet	Olie-gehalte	Olieproductie in NL	Schroot-productie	totalen	Verschil
Sojabonen	2921.0	2898	23	19.5%	571.7	2257	2829	69.3
Koolzaad	935.9	799	136.9	42.0%	336	446	782	17
Zonnebloempitten	345.5	289	56.5	45.0%	127.1	162	289	-0.1
Grondnoten	216.8		216.8		0		0	0
Lijnzaad	22.6		22.6		0		0	0
Sesamzaad	7		7		0		0	0
Maanzaad	0.2		0.2		0		0	0
Overig	2.4	6	-3.6	40.0%	2.4	4	6	-0.4
<b>Totaal:</b>	<b>4451.4</b>	<b>3992</b>	<b>459.4</b>		<b>1036</b>	<b>2869</b>	<b>3905</b>	<b>87</b>

#### 3.4.2.2 Oliën en vetten verwerking:

Ruwe oliën en vetten worden in een raffinaderij verwerkt tot bewerkte oliën en vetten plus een aantal bijproducten. In 2008 werden er in Nederland 3.167 kton bewerkte vetten/oliën en 123 kton raffinagevetzuren geproduceerd (Tabel 3.13)

**Tabel 3.13 Balans van bewerkte plantaardige oliën en vetten in 2008 in kton (MVO, 2009)**

Grondstof	Invoer (kton)	Export (kton)	In Nederland geproduceerd
Palmolie bewerkt	351.6	1384	1769
Palmvet bewerkt	22.9	62.7	120
Kokosvet bewerkt	5.5	200	333
Raapolie bewerkt	120.2	141.5	234
Sojaolie bewerkt	47.6	330.2	444
Zonnebloemolie bewerkt	26.8	160.3	239
Overig bewerkt	25.2	47.7	29
Vetzuren	262	335	123
<b>Totaal:</b>	<b>861.8</b>	<b>2661.4</b>	<b>3291</b>

De belangrijkste (bij)producten van de oliën en vettenindustrie zijn:

- **“Zeefafval” van de crush-industrie:**
- Geschat 22,5 kton biomassa.

- **Slib:**  
eigen vergisting of afvoeren. Zie hoofdstuk 4 voor een schatting van de energie welke vrij kan komen uit AWZI's
- **Bleekarde**  
Bleekarde wordt gebruikt bij zuiveren en ontkleuren van plantaardige oliën<sup>4</sup>. De bleekarde bestaat uit natuurklei en vetten en heeft een energie-inhoud van 10 MJ/kg (Vis et al., 2003). De recentste schatting van de hoeveelheid bleekarde afkomstig van oliën en vetten verwerking is 12 kton (Vis., 2003). De vrijkomende bleekarde wordt verwerkt. Het is mogelijk om oliën terug te winnen (voor energie) of om de bleekarde te vergisten of om bleekarde te verbranden in cementovens of kolencentrales. Verder worden composteren en asfaltindustrie als afzet genoemd.
- **Gum:**  
Dit wordt vooral voor eigen energieopwekking gebruikt via vergisting. Zie hoofdstuk 3.14 voor een schatting van de totale hoeveelheid energie uit AWZI's
- **Vetzuren "soapstock"**  
De Nederlandse productie van vetzuren was in 2008 **123 kton**. Vetzuren worden gebruikt voor diervoer (in 2008 24 kton) en voor technische doelen (in 2008 34 kton). Onder technische doelen valt energie maar ook zeepproductie, smeermiddelen, cosmetica, etc. In 2008 was de productie 123 kton van vetzuren groter dan het gebruik 58 kton. Het overschot werd geëxporteerd.  
In 2004, 2005 en 2007 werden er grote hoeveelheden vetzuren ingevoerd en gebruikt voor stationaire energieopwekking (naar onze schatting bijna 100 kton per jaar).
- **Hullen/schillen, etc:**  
Bij soja worden **150 a 240 kton hullen** of schilfers voor olie-extractie afgescheiden (2008). Hullen worden, gemengd met andere stromen, toegepast als veevoer. Deze hullen hebben een hoog lignocellulose gehalte en zouden ook ingezet kunnen worden voor energie hoewel 10% eiwitgehalte nog altijd hoog is.
- **Schroot:**  
De Nederlandse productie van oliezadenschroot was in 2008 **2.869 kton**, inclusief soja hullen (zie Tabel 3.12). Verdere scheiding (bioraffinage) van hullen/schilfers zoals mogelijk is bij soja levert meer bijproduct op zoals sojavelasse of lignocellulose geconcentreerde materialen. Dit zou gedeeltelijk ingezet kunnen worden voor energie (verbranding) hoewel eiwit/N gehalte wellicht relatief hoog is. Wereldwijd wordt echter slechts 2% van het sojaschroot verder verwerkt tot soja meel en concentraten (MVO, 2009).

### Samenvatting en trends voor oliën en vetten

De Nederlandse productie van ruwe plantaardige oliën en vetten bedroeg **1.036 kton** in 2008 (zie Tabel 3.12). De productie van bewerkte oliën en vetten bedroeg in 2008 **3.291 kton** (zie Tabel 3.13).

---

<sup>4</sup> [http://www.senternovem.nl/mmfiles/Haalbaarheid\\_covergisting\\_op\\_de\\_Oostwaardboeve\\_tcm24-232975.pdf](http://www.senternovem.nl/mmfiles/Haalbaarheid_covergisting_op_de_Oostwaardboeve_tcm24-232975.pdf)

In Nederland werd er in 2008 696 kton plantaardige oliën en vetten afgezet voor menselijke consumptie, 177 kton voor dierlijke consumptie en 136 kton voor technische doeleinden. Onder technische doeleinden valt ook energieproductie

In 2005 en 2006 werd er een veelvoud, respectievelijk 415 en 300 kton plantaardige oliën ingezet voor technische doeleinden. Dit betekent dat er toen naar schatting 200 a 300 kton plantaardige oliën per jaar voor energie (meestook in centrales) is gebruikt.

In 2008 produceerde de Nederlandse biodiesel industrie 101 kton biodiesel in Nederland bij een consumptie van 205 kTOE (MVO, 2009). De grondstof bestond ook gedeeltelijk uit ingezamelde gebruikte frituurvetten en dierlijke vetten.

De Nederlandse biodieselvraag bedroeg voor 2010 680 kton bij 5,75 % bijmenging (EU-doelstelling op basis van Richtlijn 2003/30) en iets minder dan 500 kton bij 4% bijmenging. Voor 2020 zou bij 10% bijmenging de inzet 1.350 kton kunnen bedragen. De verwachting is dat Rotterdam (en Amsterdam) belangrijke locaties zullen worden voor productie van biodiesel in Europa i.v.m. de ligging bij aanvoerroutes en olieraffinage. De biodiesel productiecapaciteit is recent snel gegroeid van 571 kton in 2008 naar 1036 kton in 2009 (MVO 2009). Let wel dat de capaciteit nu nog maar gedeeltelijk wordt benut en een aantal productielocaties inmiddels zijn gesloten wegens faillissement. Een deel van de grondstoffen (oliën, vetten en vetzuren) zal dan ook betrokken kunnen worden van de lokale crush-industrie en plantaardige olië raffinage industrie. Daarmee zal deze industrie een belangrijke bron vormen van biomassa voor energie. Hoeveel dit zal zijn hangt af van de mogelijkheid direct oliën of biodiesel te importeren zoals nu vaak het geval lijkt te zijn. Met name de fabriek van Neste oil die biodiesel produceert via “Hydro-treatment” zal gebruik kunnen maken van goedkopere stromen zoals vrije vetzuren of palmolie om biodiesel te maken.

De totale productie aan reststromen uit de olie- en vetverwerkende industrie is hieronder weergegeven (Tabel 3.14).

**Tabel 3.14 Productie van bijproducten uit oliën en vettenindustrie die voor energieproductie in aanmerking komen.**

Naam	Upstream/1e verwerking/downstream	DM gem	Aanwezig		Beschikbaar	
			kton nat	kton DS	%	kton DS
Schroten (soja)	eerste verwerking	88%	2.869	2.519	0%	-
Zeefafval	eerste verwerking	89%	23	20	100%	20
Bleekafval	eerste verwerking	89%	12	11	100%	11
Vetzuren	eerste verwerking	100%	123	123	50%	62
Olien en vetten uit crush	eerste verwerking	100%	1.036	1.036	0%	-
Olien en vetten uit raffinage	eerste verwerking	100%	3.167	3.167	0%	-
Hullen, schillen	eerste verwerking	89%	195	174	100%	174

### 3.5 Aardappel

Aardappelen worden onderverdeeld in consumptie-, poot- en zetmeelaardappelen.

#### 3.5.1 *Upstream: teelt en bewaring*

Nederland produceerde in 2008 152 miljoen ha aardappelen. Tabel 3. geeft een overzicht van de areaalomvang van de aardappelteelt in Nederland.

**Tabel 3.15 Areaal aardappelen geteeld in Nederland in 2008 (LEI/CBS, 2009; Zwart et al., 2004; Meesters et al., 2010; Ecofys, 2002) plus veldresiduen.**

Gewas	Oppervlakte (ha)	Prod. per ha (ton)	Totale productie	Veld residu (ton ds/ha)	Totaal veld residu (ton ds/jaar)
Consumptieaardappel	69.300	46.3†	4.897.300	3.1	214.830
Pootaardappel	36.500	--	895.000 <sup>1</sup>	3.1	113.150
Zetmeelaardappel	46.000	45.5†	2.095.000	3.1	142.600
Totaal	151.8		7.887.300		470.580

† Inclusief pootaardappelen (niet aangegeven bij de NAK) en uitval

<sup>1</sup> cijfer voor 2007

Tijdens de teelt, bewaring of bewerking van aardappelen op de boerderij ontstaan de volgende reststromen:

- Loof, naar schatting gemiddeld 3,1 ton DS per ha (Meesters et al., 2010). Dit blijft op het land achter. Het loof van pootaardappelen wordt op voorgeschreven data groen c.q. vroegtijdig vernietigd. Bij zetmeel- en consumptieaardappelen sterft het loof grotendeels af. Vergisting van dit product kan een optie zijn andere oogstmethode kan dan nodig zijn (Zwart et al., 2009; Ecofys., 2002).
- Uitgesorteerd product en afgekeurde partijen wordt toegepast als veevoer. Bij pootaardappelen is dat meer dan bij consumptieaardappelen.

#### 3.5.2 *Pootaardappel*

Pootaardappelen worden geteeld voor uitgangsmateriaal en voor een belangrijk deel bestemd voor wereldwijde export. In 2007 werd van de 900 kton geplombeerde pootaardappelen 650 kton (ruim 70%) geëxporteerd (NAO, 2009). Tijdens de teelt en na de oogst worden pootaardappelen gekeurd door de NAK (veldkeurig en nacontrole) en gedeclasseerd als zij niet aan de gestelde eisen voldoen. Bij een ernstige besmetting wordt een partij pootaardappelen geheel afgekeurd en direct afgezet in het consumptie- of voercircuit (Prins en Breukers, 2008). In zeer uitzonderlijke gevallen wordt een partij vernietigd (Q-ziekte). De meeste pootaardappelen worden op agrarische bedrijven gesorteerd en afzetklaar gemaakt. Uitgesorteerde en afgekeurde pootaardappelen worden als consumptie- of voeraardappelen afgezet.

Van de pootaardappelen is in 2008 ruim 2% (880 ha) afgekeurd (NAO, 2009).

### 3.5.3 Consumptieaardappel

#### 3.5.3.1 Keten en volumes consumptieaardappel

Consumptieaardappelen worden onderscheiden in:

- Industriaardappelen: grondstof voor voorgebakken en koelverse aardappelproducten en chips;
- Tafelaardappelen: worden geteeld voor de verpakkingsindustrie en veelal in supermarkten afgezet als verse aardappelen.

Industrie- en tafelaardappelen zijn twee afzonderlijke ketens die vergelijkbaar zijn maar op een aantal punten verschillen. Naast de omvang in (ha)<sup>5</sup> zijn o.a. rassenkeuze, teeltwijze, opbrengst, grofheid eindproduct en verwerkingsproces afwijkend. Tabel 3. geeft een indruk van de productieomvang van de tafelaardappel (exclusief export) ten opzichte van aardappelen voor industriële verwerking.

**Tabel 3.16 Consumptieaardappel Nederland ( kton; 2008).**

	kton
Industriaardappel	3.200
Tafelaardappel afzet	392

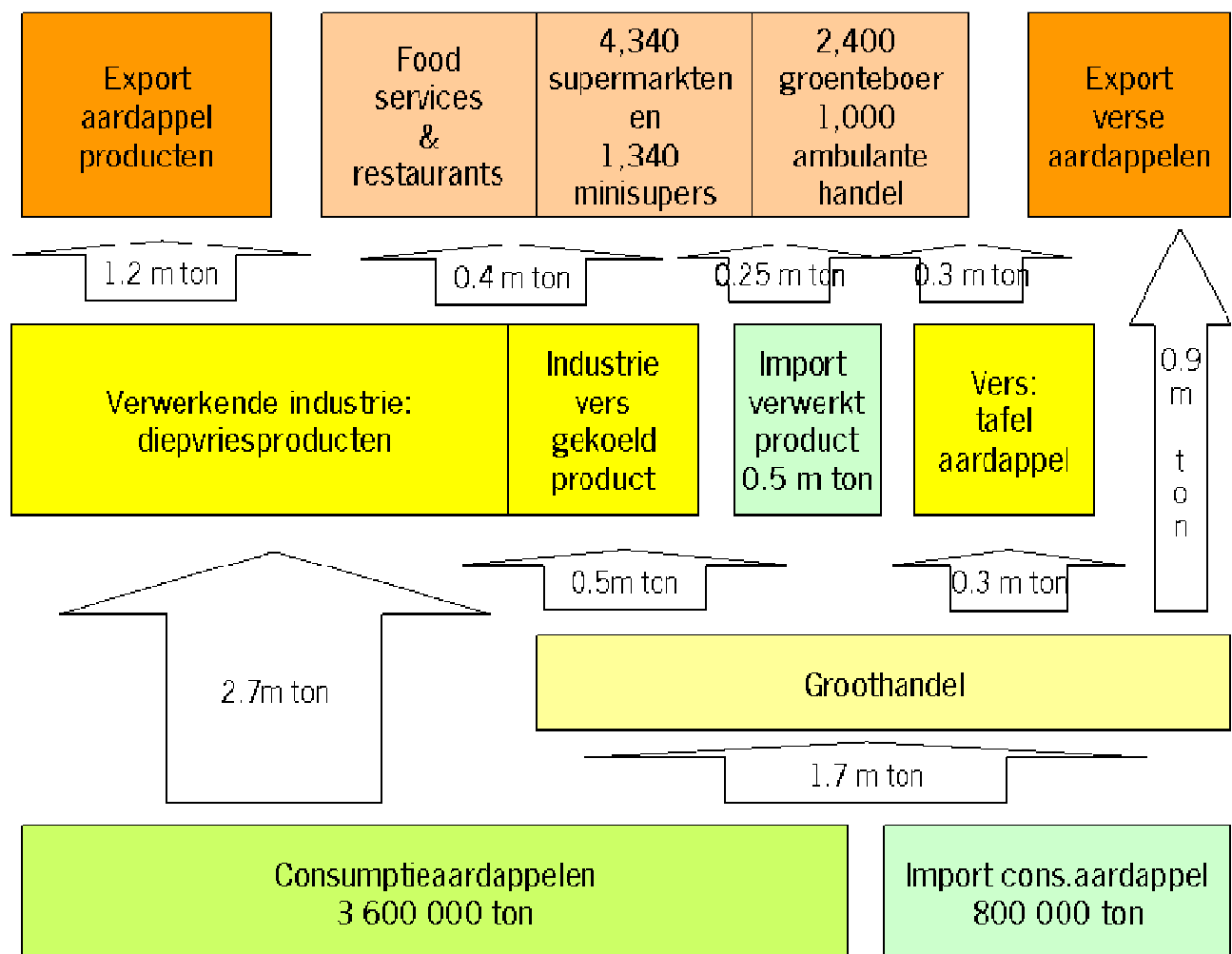
Bron: NAO en HPA

Bij de verwerking van tafelaardappelen ontstaan geringe reststromen: ze worden gewassen, gesorteerd en verpakt. De Nederlandse aardappelverwerkende industrie verwerkte in 2008 ruim 3,2 miljoen ton aardappelen tot 1,7 miljoen ton aardappelproducten (o.a. frites, chips, koelvers) ([www.aardappelinfo.nl](http://www.aardappelinfo.nl)) en reststromen. Figuur 3.4 geeft een overzicht van de volumeketen van de Nederlandse aardappelketen.

---

<sup>5</sup> In officiële statistieken wordt geen onderscheid gemaakt in industrie- en tafelaardappelen





Figuur 3.4 De volumeketen van industrieaardappelen (naar Janssens et al, 2006).

De verwerking van industrieaardappelen bestaat uit de volgende processtappen:

1. Aanvoer en sorteren.
2. Wassen en schillen.

In de wasstraat worden de aardappelen ontdaan van zand, klei en stenen. Na een zoutbad - om de glazige aardappelen te verwijderen - worden de aardappelen op de schilafdeling onder hoge stoomdruk geschild. Beschadigde en groene aardappelen worden vervolgens verwijderd.

3. Snijden en sorteren.

Onder hoge waterdruk worden de aardappelen door watermessen gepompt en gesneden. Kleine stukjes (snippers) worden verwijderd en elk staafjes wordt individueel met een computercamera gecontroleerd. Staafjes met onregelmatigheden worden verwijderd.

4. Blancheren en drogen.
5. Voorbakken.

De frites wordt in een bakoven voorgebakken.

6. Koelen, vriezen en inpakken.

Na het voorbakken koelt men de frites om ze vervolgens in te vriezen tot -18°C zodat de lange houdbaarheid is gegarandeerd. De frites worden in de gewenste eenheden verpakt en in vrieshuizen opgeslagen.

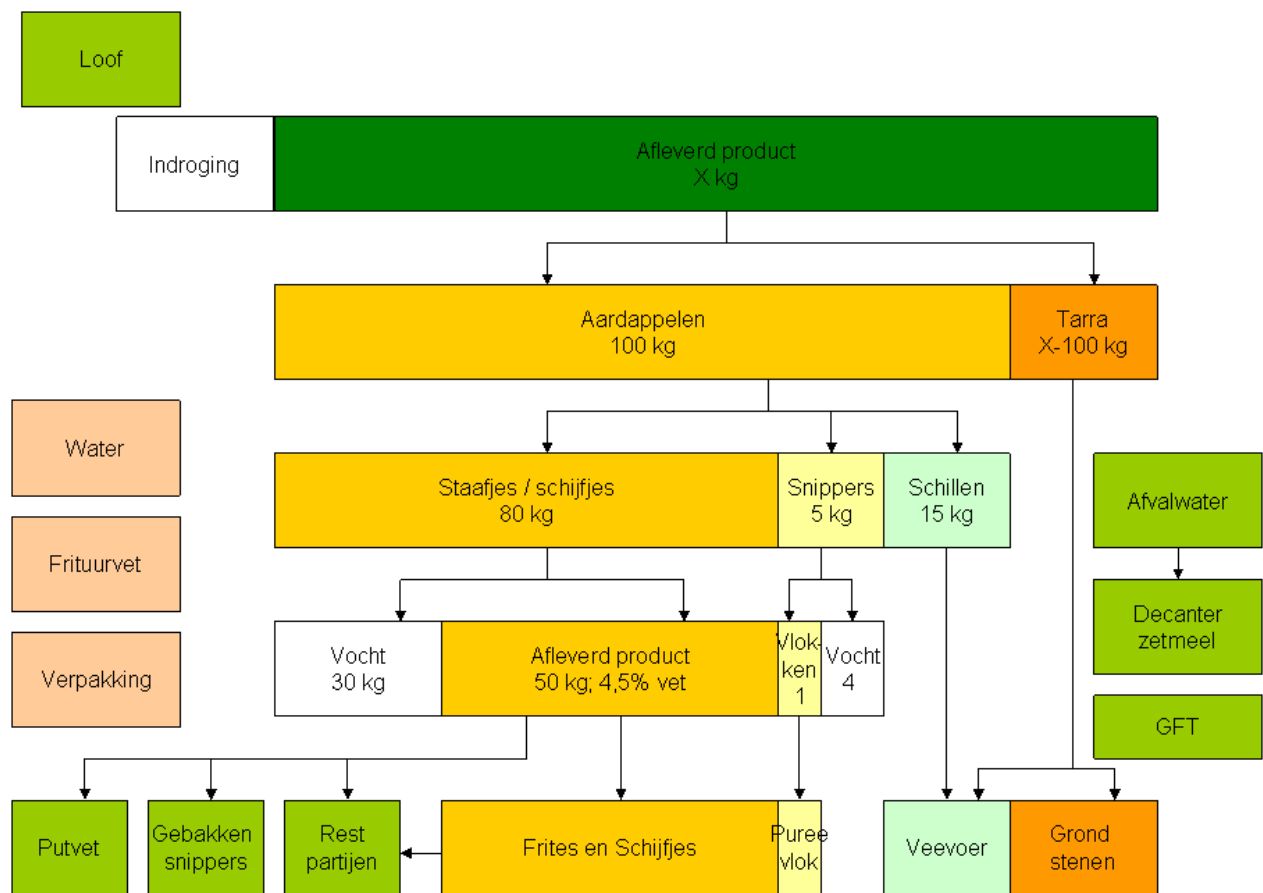
7. Verlading en transport.

Vanuit het vrieshuis worden de pallets met vrachtwagens naar de afnemers getransporteerd.

8. Kwaliteitsbewaking.

De kwaliteitsbewaking vormt onderdeel bij alle voorgaande processtappen.

In Figuur 3.5 zijn de processtappen schematisch weergegeven.



**Figuur 3.5 Het verwerkingsproces van industrieaardappelen. Naar: Janssens et al, 2006**

De industrie tracht, afhankelijk van kwaliteit en omstandigheden van partijen die zij heeft gecontracteerd te verwerken. Reststromen als gevolg van uitval tijdens het sorteren en afzet klaarmaken op de boerderij zijn gering. Bij de industriële verwerking van industrieaardappelen worden diverse producten en bijproducten vervaardigd. Alle grote verwerkingsbedrijven beschikken over eigen afvalwaterzuiveringinstallaties. Vergisten van afvalwater (anaerobe waterzuivering) vindt op beperkte schaal plaats. Farm Frites heeft op haar productielocatie in België een vergister draaiend op biomassa.

### 3.5.3.2 Samenstelling en prijzen consumptieaardappel

De belangrijkste bijproducten die tijdens de aardappelverwerking beschikbaar komen zijn aangegeven in Tabel 3.17.

**Tabel 3.17 Coproducten uit de aardappelverwerking**

Product	Definitie
Voeraardappel: afkeur	Op productielocatie afgekeurde aardappelpartijen, die niet verwerkbaar zijn volgens de productspecificaties
Voeraardappel: laag droge stofgehalte	Afgescheiden aardappelen, op basis van een te laag droge stofgehalte
Aardappelstoomschillen	Aardappelschillen, vrijgekomen bij het onder stoomdruk schillen van aardappelen.
Rauwe aardappelschillen	Aardappelschillen, vrijgekomen bij mechanisch schillen van aardappelen
Rauwe aardappelsnippers	Ongebakken, uitgesorteerd aardappelproduct
Voorgebakken aardappelproduct	Voorgebakken aardappelproduct, dat niet voldoet aan de gestelde specificaties van het eindproduct
Vetkruim (batter)	Via mechanische scheiding uit de bakoven teruggewonnen kruim. Het wordt in veevoer voor landbouwhuisdieren en in petfood verwerkt.
Aardappelpuree	Aardappelvlokken, gekookt en/of gepureerd aardappelproduct

Per 100 kg aardappelen resteert 15 kilo stoomschillen, 8 kg snippers, 7 kg tarra en 2.4 kg zuiveringsslib (Vavi, 2003) (Tabel 3.18). Een deel van de snippers wordt niet als veevoeder afgezet maar gebruikt voor productie van hoogwaardiger aardappelpureeproducten zoals aardappelkroketten (waardetoevoeging). In 2008 werd 145.000 ton snippers als veevoeder verkocht (OPNV).

Voorgebakken aardappelproduct wordt geproduceerd bij de verwerking van aardappelen tot frites en andere aardappelspecialiteiten. Het product komt vrij bij de start en afdraai van de productielijnen, maar ook bij de sortering nadat de frites gebakken is.

**Tabel 3.18 Schatting omvang coproduct stromen bij 3,2 miljoen ton verwerking aardappelen door industrie (2008)**

	Per ton aardappel	Omvang reststroom ton	
Stoomschillen	15%	480.000	
Snippers	8%	256.000	waarvan 55% als veevoeder afgezet
Tarra	7%	224.000	
Zuiveringslib	2,4%	76.800	
Frituurvet		10.000	

Van de aardappelsnippers wordt een deel gebruikt voor de productie van andere aardappelproducten; de rest wordt verkocht als vochtrijk product. Zijlstra (2008) schat dat de aardappelverwerkende industrie jaarlijks 100 kton frituurvet gebruikt (instroom) waarvan 10 kton overblijft als reststroom. De Vereniging voor de Aardappelverwerkende Industrie (Vavi) koerst voor 2010 op 40 gram verpakkingsmateriaal per kilogram eindproduct wat neerkomt op ca. 68.000 ton. Het waterverbruik wordt gereduceerd tot 2,5 m3 per ton aardappelen: 8 miljoen m3 per jaar.

### 3.5.3.3 Chips

Bij de verwerking van chips zijn het proces en de volumes van de reststromen afwijkend van voorgebakken aardappelproducten zoals frites, Het eindproduct chips bevat tevens veel minder vocht.

**Tabel 3.69 Gebruikersprijzen van enkele middelen die als diervoeder worden verhandeld (Euro/ton).**

Product	2006	2007	2008	2009
Aardappelpersvezels (zetmeelaardappel)	20,60	30,35	30,05	20,65
Aardappelstoomschillen	20,55	27,00	32,00	23,50
Voeraardappelen	23,00	42,50	41,05	26,35
Aardappelzetmeel	60,50	84,50	91,50	70,00
Maisglutenvoer	60,50	85,00	90,50	58,00
Bierbostel	27,55	36,50	46,50	36,50
Bietenperspulp	30,10	53,50	57,00	26,50
Cigarant	29,90	46,50	48,00	22,00

*Bron: LEI Prijzen-Informatie-Desk*

Tabel 3.20 geeft inzicht in de verhandelde hoeveelheden vochtrijke aardappelproducten voor veevoerders

**Tabel 3.20 Afzet vochtrijke producten aardappelverwerkende industrie in Nederland (kton) (tussen haakjes = van binnenlands product)**

Product	2007	2008	2009
Aardappelstoomschillen	690	620	670 (442)
Aardappelsnippers	160	145	145 (129)
Voorgebakken frites	54	54	60 (47)
Aardappelzetmeel	56	49	60 (47)
Diverse aardappelproducten	65	85	90 (54)
Totaal	1.025	953	1.025 (719)

Bron: OPNV, 2010. 2009

Het aanbod van aardappelstoomschillen is afhankelijk van het schilrendement. In 2009 wordt het grotere aanbod verklaard door het lagere schilrendement (OPNV, 2010). Een deel (circa 30%) van de vochtrijke producten die in Nederland als veevoeder wordt afgezet, is geïmporteerd.

### Aardappelschraapsel

Aardappelschraapsel wordt geproduceerd tijdens het schrappen van aardappelen bij de productie van geschilde aardappelen en andere aardappel delicatessen (koelvers). Het product bestaat uit aardappelschillen, vermalen aardappelen en aardappeldelen ([www.duynie.nl](http://www.duynie.nl)).

#### 3.5.3.4 Ontwikkelingen en trends consumptieaardappel

De omvang van de hoeveelheid verwerkte aardappelen door de aardappelverwerkende industrie stabiliseerde begin deze eeuw en stijgt nog maar licht. In België is de industriële verwerking van aardappelen afgelopen jaren fors toegenomen. Bij de huidige prijzen van veevoedergrondstoffen vindt het vergisten van restproducten beperkt plaats. Bedrijven zijn echter op zoek naar alternatieve mogelijkheden voor deze reststromen, onder andere met proefopstellingen.

In Tabel 3.21 is de hoeveelheid biomassa en beschikbaarheid van stromen samengevat.

**Tabel 3.21 Productie van bijproducten uit de aardappelverwerkende-industrie die voor energieproductie in aanmerking komen.**

Product	Hoeveelheid (kton)	Droge stof (in %)	Beschikbaar
Aardappel	5800	20.0	0.5
Frituurvet	10	100	100
Aardappelstoomschillen	480	13	5
Aardappelsnippers	256	22	5
Voorgebakken frites	45	34	5
Aardappelzetmeel	45	17	5
Overige aardappelproducten	50	26	5
Zuiveringslib	76	20	0

## Zetmeelaardappelen<sup>6</sup>

In Nederland werd in 2008 46.000 ha zetmeelaardappelen verbouwd (LEI/CBS, 2009). De geteelde oppervlakte neemt al jaren gestaag af van 70.600 ha in 1980. De productie is in die tijd echter nauwelijks afgenomen van 2,32 miljoen ton in 1980 naar 2,10 miljoen ton in 2008.

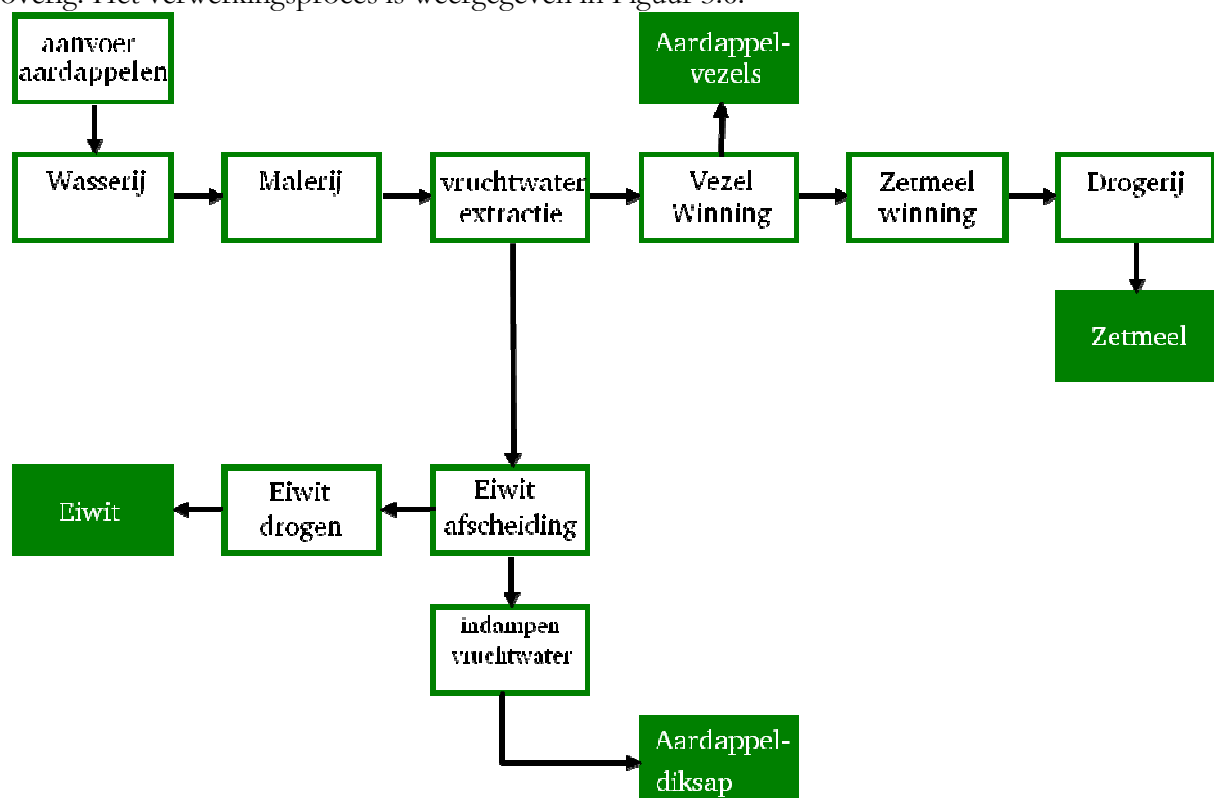
Productie per ha en zetmeelgehalte van de aardappelen zijn in die tijd wel toegenomen waardoor totale zetmeelproductie redelijk constant is. Productie van zetmeelaardappelen vindt bijna uitsluitend plaats in de Veenkoloniën.

### 3.5.3.5 Keten en volumes en afzet zetmeelaardappelen

Verwerking van zetmeelaardappelen vindt plaats door de coöperatie AVEBE die behalve Nederlandse aardappelen ook Duitse aardappelen verwerkt in Nederland en Duitsland.

AVEBE verwerkt ongeveer 2 miljoen ton Nederlandse aardappelen. Daarbovenop komt 10 a 15% aardappelen uit Duitsland (dat is dus ongeveer 300kton per jaar).

Zetmeelaardappelen bestaan voor ca 77% uit water, 1% vezels, 18% zetmeel, 1 % eiwit en 3% overig. Het verwerkingsproces is weergegeven in Figuur 3.6.



**Figuur 3.6** Verwerking van zetmeelaardappelen tot zetmeel en bij-producten (Bron: AVEBE)

<sup>6</sup> O.a. op basis van interview met dhr R. de Weerd (AVEBE)

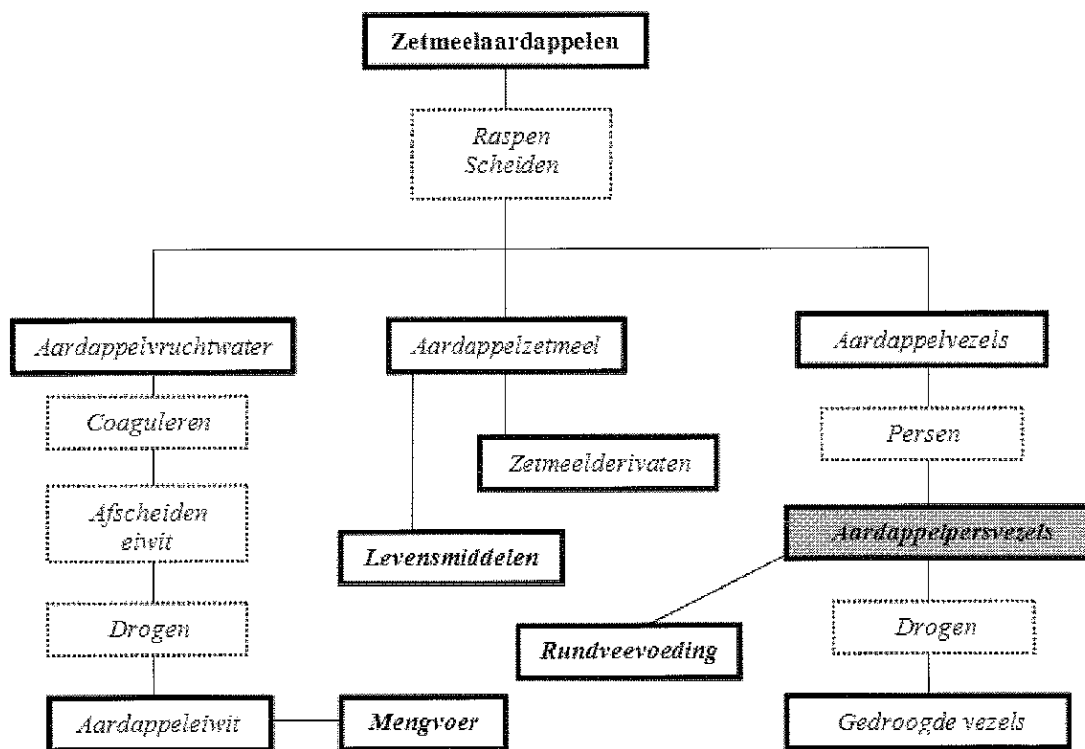
De producten die ontstaan bij de verwerking van zetmeelaardappelen zijn weergegeven in Tabel 3.22.

Aardappelpersvezel wordt nu direct afgezet richting als rundveevoeding. Het product bestaat uit schil, celwand, vruchtwater en wat zetmeel en heeft een DS gehalte van 16,5% (OPNV, 2008). In 2008 werd 372.000 ton (= 61.380 ton DS) aardappelpersvezel afgezet als rundveevoeding. Een deel van de aardappelpersvezel wordt naar verluid ook wel in vergisters ingezet. Hierover bestaan geen statistieken. Schattingen van het gebruik van aardappelpersvezel voor vergisting lopen 5 tot 30%. Inzet van aardappelpersvezel voor vergisting is afhankelijk van prijzen voor alternatieve grondstoffen voor vergisting.

**Tabel 3.22 Producten die ontstaan bij zetmeelaardappel verwerking (Avebe, 2010).**

Product	Per ton aardappel	Toelichting	Totaal in Nederland geproduceerd?
Aardappelzetmeel en zetmeelderivaten	240 kg (80% DS)	Zetmeel wordt verwerkt tot voedingsproducten en tot zetmeel derivaten voor non-food (	500.000 ton zetmeel geproduceerd
<b>Bijproducten</b>			
Grijs zetmeel		Bij verwerking komt grijs zetmeel vrij. Te gebruiken bij vergisting	
Aardappelpersvezel	151 kg (16,5% ds)	Vaak direct nat afgezet. Bespaart drogen	Naar schatting 30% in vergister
<b>Vruchtwater</b> (bevat o.a. eiwit, mineralen en koolhydraten)		Wordt verder gescheiden in eiwit (Protamyl) en Protmylasse of er wordt Solanic vab gemaakt en rest wordt vergist. Dit spaart indrogen van Protamylasse uit	Tussenproduct
Eiwit (Protamyl PF)	14 kg (90% DS)	Eiwit gemaakt uit vruchtwater afgezet voor biggen	Hoogwaardig veevoereiwit
Protamylasse		Ingedikte fractie van vruchtwater na verwijdering van eiwit. Geschikt voor runder veevoer (samen met soja hullen = Protapec) en (K) bemesting.	Indikken kost veel energie. Kan ook in vergister.
Solanic		Alternatieve verwerking voor voedingseiwit uit vruchtwater. Reststroom wordt dan in eigen vergister gebruikt	Hoogwaardig niet voor energie
AWZI input		Naar schatting 17000 ton DS uit AWZIs en compost. Geschat 50% organisch Primair en secundair slib en "aardappelsnippers". Dit omvat ook afvalstroom van meel derivatisering.	Wordt al in AWZI verwerkt en levert via vergisting energie. Totale productie kan omhoog door meer inzet en/of meer rendement





**Figuur 3.7** Bijproducten voor veevoer die ontstaan bij zvrwerking van zetmeelaardappelen (OPNV, 2008).

In het vruchtwater zit vooral de eiwitfractie en zouten (Kalium) en wat koolhydraten. Per jaar verwerkt Avebe zo'n 2 miljoen ton vruchtwater met hierin 1 % eiwit. Dit komt overeen met 20.000 ton eiwit. Daarnaast bevat het suikers en as (veel K). Als beschreven in Tabel 3.22 wordt deze fractie na indikken afgezet als veevoer. Alternatief is eiwit afzetten als veevoer of niet gedenatureerd als hoogwaardig eiwit (Solanic) waarna water wordt vergist.

### 3.5.3.6 Ontwikkelingen en trends zetmeelaardappelen

De zetmeelindustrie in de EU wordt gesubsidieerd. De continuïteit van dit beleid is onzeker (Strijker, 2008). Bij verdere liberalisering en globalisering van het EU landbouwbeleid is een afname van zetmeelaardappel bijproducten te verwachten en/of verdere stimulans tot bioraffinage en innovatie richting producten met een hoge toegevoegde waarde.

Mogelijk zijn de makkelijk te ontsluiten aardappelzetmeelvezels aantrekkelijk als grondstof voor 2<sup>o</sup> generatie ethanolproductie en valt dit onder de dubbeltellen-regeling van VROM (zie paragraaf 6.2).

De totale productie en beschikbaarheid van reststromen uit de aardappelverwerkende industrie is hieronder weergegeven (Tabel 3.23).

**Tabel 3.23 Productie en beschikbaarheid van biomassastromen uit de aardappelverwerkende- en aardappelzetmeel-industrie die voor energieproductie in aanmerking komen.**

Naam	Upstream/1e verwerking/downstream	DM gem	Aanwezig		Beschikbaar	
			kton nat	kton DS	%	kton DS
Frituurvetten aardappelindustrie	eerste verwerking	100%	10	10	100%	10
Aardappelen, overschotten	eerste verwerking	20%	5.800	1.160	1%	6
Aardappelstoomschillen	eerste verwerking	15%	480	72	5%	4
Aardappelsnippers rauw	eerste verwerking	22%	256	56	5%	3
aardappel zuiveringsslib	eerste verwerking	20%	76	15	0%	-
Aardappeldiksap (zetmeel)	eerste verwerking	3%	2.000	60	0%	-
Aardappelpersvezels (zetmeel)	eerste verwerking	17%	372	61	30%	18

### 3.6 Voedingstuinbouw

#### 3.6.1 *Upstream: teelt*

Tuinbouw omvat een grote variatie aan gewassen en teeltwijzen: teelt in de open grond en teelt onder glas. Glastuinbouw omvat sierteelt (bloemen en potplanten) en voedingstuinbouw. Voor de VGI beperken we ons tot de voedingstuinbouw. Een deel van de opengrondsproducten wordt afgezet als grondstof voor de industrie. Tabel 3.24 geeft inzicht in de omvang van het areaal glastuinbouw.

**Tabel 3.24 Groenteteelt; oogst en teeltoppervlakte per groentesoort in 2008 (CBS. Statline)**

	kton	hectare
Groenten onder glas	1.607	4.692
Totaal groenten in de open grond	2.717	81.985
waarvan		
<i>Tuinbouwgroenten</i>	701	26.567
<i>Akkerbouwgroenten, exclusief uien</i>	780	29.277
<i>Uien (behandeld in paragraaf 3.11)</i>	1.236	26.141

De belangrijkste groentegewassen die in Nederland - veelal op substraat - in kassen geteeld worden zijn: tomaat, paprika, komkommer, en aubergine. Na een seizoen wordt de kas ontruimd waarbij de resterende planten en het substraat als restproduct worden afgevoerd en verwerkt tot respectievelijk compost en grondstof voor de baksteenindustrie.

#### 3.6.2 *Opengrondstuinbouw*

Onder de opengrondstuinbouw vallen o.a. fruit en groenten in de open grond. Tabel 3.25 geeft een overzicht van de diversiteit aan gewassen, de productie en areaal. Uitval na oogst en

reststromen die ontstaan bij het afzet klaarmaken van producten op het eigen teeltbedrijf wordt gerekend tot de upstream.

**Tabel 3.25 Groenteteelt: oogst en teeltoppervlakte per groentesoort, excl. uien (CBS Statline, 2010)**

Groenten	Oogst (kton)	Teeltoppervlakte (ha)
<b>Aardbeien (in open grond)</b>	<b>21</b>	<b>1.350</b>
Andijvie	27	775
Asperges	14	2.071
Knolvenkel	3	183
Prei	95	3.150
Selderij	5	134
Sla, krop en overig	14	750
Sla, ijsberg	76	2.800
Spinazie	38	1.832
Witlof	60	3.162
<b>Totaal blad- en stengelgroenten</b>	<b>334</b>	<b>14.857</b>
Bos- en waspeen	146	3.200
Knolselderij	61	1.330
Rode bieten	26	405
Radijs	24	109
Schorseneren	23	1.100
Winterpeen	350	5.300
<b>Totaal knol- en wortelgroenten, excl. uien</b>	<b>630</b>	<b>11.444</b>
Bloemkool	49	2.700
Boerenkool	13	700
Broccoli	17	1.900
Chinees kool	10	330
Groenekool	4	150
Rodekool	43	668
Spitskool	16	525
Spruiten	77	3.350
Wittekool	144	1.734
<b>Totaal koolsoorten</b>	<b>373</b>	<b>12.057</b>
Doperwten	40	6.885
Sperziebonen	64	7.000
Tuinbonen	7	1.085
<b>Totaal peulvruchten</b>	<b>111</b>	<b>14.970</b>
Aubergine	43	97
Courgette	16	230
Komkommer	425	622
Paprika	335	1.250
Tomaat	730	1.600
<b>Totaal vruchtgroenten</b>	<b>1.549</b>	<b>3.799</b>
<b>Overige groenten</b>	<b>48</b>	<b>1.790</b>
<b>Totaal groenten in de open grond</b>	<b>3.067</b>	<b>60.267</b>

### 3.6.3 Fruit

Tabel 3.6 geeft inzicht in de arealomvang van de binnenlandse fruitproductie.

**Tabel 3.26** Areaal fruitteelt Nederland (ha)

	2008
Appelen	9.302
Peren	7.476
Overige pit- en steenvruchten	603
Kleinfruit	1.797
Aardbeien	2.926
Totaal	22.104

Bron: PT Tuinbouwcijfers

Tijdens de teelt worden boomgaarden onderhouden (o.a. snoeien, maaien). Dit levert snoeihout (Tabel 3.27). Snoeihout blijft op bedrijven achter evenals het maaisel. Na verloop van jaren wordt de boomgaard geroid en eventueel opnieuw ingeplant. Rooihout wordt afgevoerd.

**Tabel 3.27** Hoeveelheid snoei- en rooihout in appel- en peeropstanden (ton per ha per jaar)

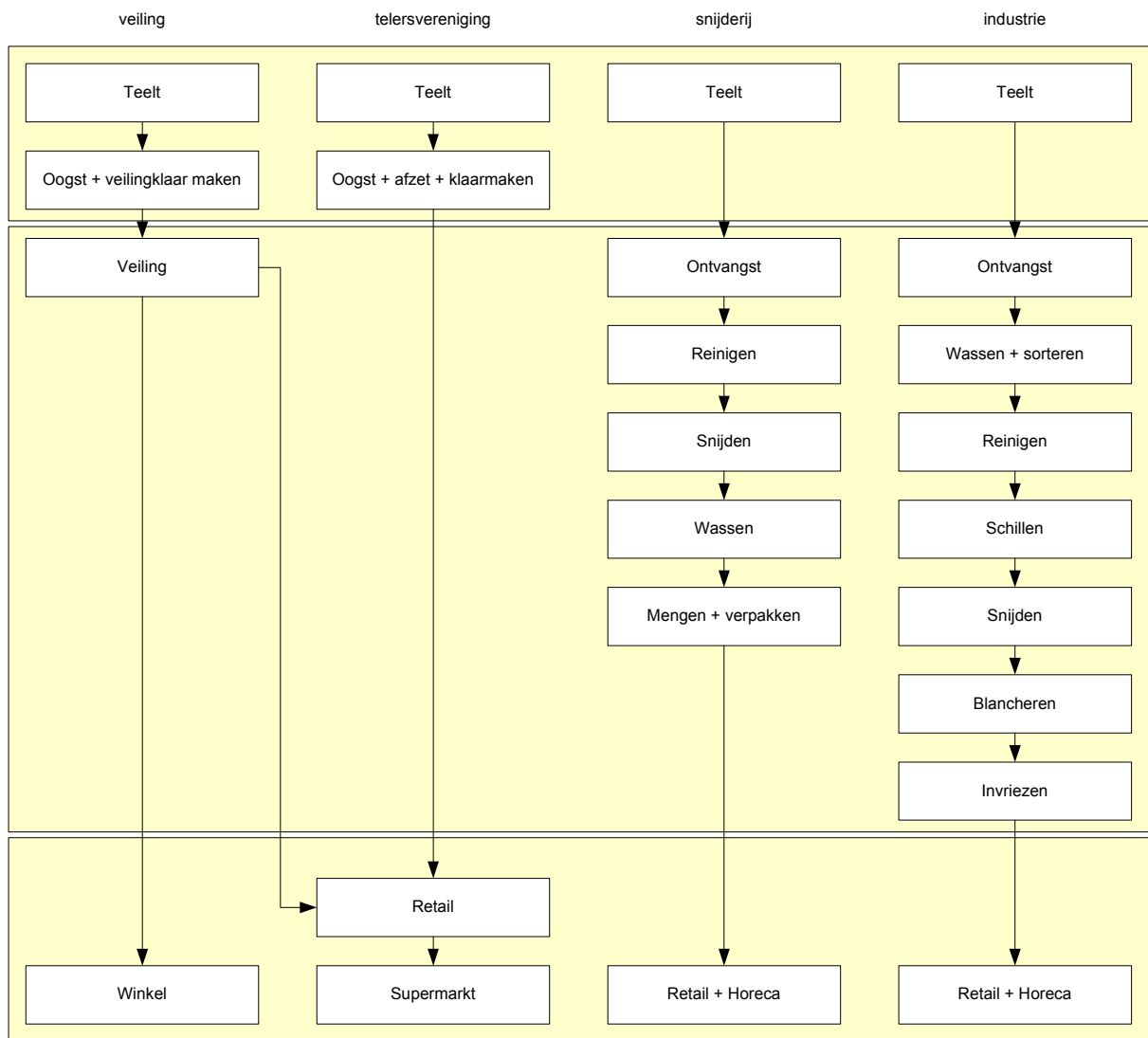
	Snoeihout	Rooihout
Appel	7,5	4,5
Peer	6,1	3,6

Bron: Meensen et al. 1998.

#### 3.6.4 Keten en volumes

De producten worden via diverse kanalen afgezet:

- Veiling
- Rechtstreeks van teler of telersvereniging naar retail
- Vers verwerkt (snijderij)
- Industriële verwerking (diepvries, blik, glas).



**Figuur 3.8 Schematisch overzicht van verschillende groenteketens**

Bij het afzet klaarmaken van het product ontstaan gedurende het seizoen kleine hoeveelheden bijproduct. Op de diverse veilingen worden diverse producten verhandeld van zowel glastuinders als vollegrondsgroentetelers. Onderstaande tabellen geven inzicht in de binnenlandse productieomvang, de import en de export van verse groenten en fruit (Tabel 3.28 en Tabel 3.29). De verwerking van industriegroenten komt in paragraaf 3.7 aan de orde.

**Tabel 3.28 Productie van verse groenten en fruit (in kton) in Nederland in 2008.**

	2008
Groenten	4.580
waarvan groenten onder glas	1.608
Appels	375
Peren	172

Bron: CBS Landbouwcijfers.

De afzet van fruit vindt plaats via bemiddeling, de klok, celverkoop of houtverkoop (op stam). (www.fruitmasters.nl)

**Tabel 3.29 Im- en export en lokale productie van verse groenten en fruit in 2008 (kton)**

	Import	Export	Lokale productie	In Nederland gebruikt
Groenten (excl. ui)	1.114	3.700	3.089	503
Fruit	3.495	2.600	547	1.442
Totaal	4.609	6.300	3.636	1.945

Bron: *Fruigi Venta*

Van de totale exporthoeveelheid verse groenten en fruit is de helft in Nederland geteeld product en de andere helft importproduct (zgn. re-export). De import van vers fruit betreft o.a. ook citrus, kiwi, druiven en bananen wat voor een belangrijk deel wordt geëxporteerd. De export van groenten betreft voor een belangrijkste deel binnenlandse product. De fruitexport omvat ruim 10% in Nederland geteelde appels en peren (336 kton; bron: PT, KCB).

Reststromen ontstaan vooral door derving bij handelsbedrijven en tijdens transport. Over de omvang van de reststromen die ontstaat bij verlading en doorvoer is geen informatie achterhaald.

### 3.6.5 Samenstelling en prijzen

Overproductie en vraaguitval kan leiden tot doordraai van een veiling: product onverkocht laten passeren en vernietigen. Onbewerkte groente en fruit als doordraai van een veiling kan door een GMP+-bedrijf worden aangekocht. Ook wordt doorgedraaid product gedoneerd aan de voedselbank. Volgens schattingen van het Uitvoeringsorgaan Afvalbeheer komt er jaarlijks ca. 160 kton aan veilingafval vrij. Dit betreft grotendeels onverkochte groenten en fruit. Het grootste deel hiervan (125 kton) wordt gecomposteerd en zou via vergisting ingezet kunnen worden voor energieopwekking. Daarnaast wordt ca. 20 kton verbrand en de resterende 15 kton wordt gestort (Koppejan et al, 2010).

In Nederland wordt jaarlijks ongeveer 1,6 miljard kg glasgroenten geteeld. Ongeveer 2,5% daarvan wordt uitgesorteerd en niet geconsumeerd. Deze reststroom van 40 miljoen kg wordt

momenteel voor het grootste deel verwerkt tot compost waardoor een groot deel van de waarde verloren gaat.

Uitgaande van de totale productie aan verse groenten van 3.636 kton en 2,5% uitsortering op de veiling wordt de jaarlijkse reststroom geschat op circa 100 kton (10% drogestof). Bij afzet klaarmaken na oogst wordt naar schatting 10% uitgesorteerd.

### **Derving**

Een deel van het geproduceerde fruit komt nooit bij de consument terecht. De derving bedraagt naar schatting 15 tot 16 procent. Dat wordt veroorzaakt door allerlei redenen. Beurse plekken ontstaan tijdens het plukken, het transport, en in de winkel (ABN AMRO, 2010). Een derving van 15% van 547 kton appels en peren komt overeen met 82 kton. Huidige dervingcijfers voor verse groenten variëren van 5 tot 30 procent, waarvan een deel in de retail. De derving is het grootst bij vers gesneden groenten. Zie paragraaf 4.4 voor een meer gedetailleerde uiteenzetting over derving en productuitval in de keten.

### **Snijderijen**

Een deel van de verse groenten wordt in snijderijen verwerkt en verpakt tot kant-en-klaar gesneden groenten die dagvers worden afgezet, hoofdzakelijk op de Nederlandse markt. Snijderij Hessing verwerkt dagelijks 100 tot 130 ton groenten waarbij 20 ton afval (15-20%) beschikbaar komt (Sleutels, 2009). Concurrent Verzet verwerkt jaarlijks 30.000 ton verse groenten. Uitgaande van de gezamenlijke productie van deze beide snijderijen van naar schatting 60 kton bedraagt de reststroom 12 kton (10% drogestof). Omdat informatie over andere snijderijen ontbreekt, is de geschatte reststroom waarschijnlijk groter. Naast inlandse en geïmporteerde verse groenten verwerken snijderijen ook inlands en geïmporteerd fruit tot fruitsalades.

#### *3.6.6 Ontwikkelingen en trends*

The Greenery en Provalor zijn onlangs een joint venture aangegaan. Zij zullen reststromen van onder andere de paprika- en tomatenteelt verzamelen en verwerken tot bulksappen en natuurlijke kleurstoffen bestemd voor bottelarijen en de verwerkende industrie. Door de producten van telers te hergebruiken wordt opnieuw waarde toegevoegd aan de voedselketen en worden besparingen gerealiseerd op het vlak van reststroomverwerking en transport.

De totale productie en beschikbaarheid van reststromen uit de voedingstuinbouw is hieronder weergegeven (Tabel 3.30).

**Tabel 3.30 Productie en beschikbaarheid van reststromen uit de voedingstuinbouw die voor energieproductie in aanmerking komen.**

Naam	Upstream/1e verwerking/downstream	DM gem	Aanwezig		Beschikbaar	
			kton nat	kton DS	%	kton DS
Uitval bij afzetklaar maken direct na oogst	eerste verwerking	10%	364	36	5%	2
Veilingafval G+F (geen bloemen)	eerste verwerking	10%	100	10	20%	2
Bijproduct snijderijen	eerste verwerking	10%	60	6	1%	0

### 3.7 Industriegroenten

#### 3.7.1 *Upstream: teelt*

De teelt van vollegrondsgroente in Nederland betreft een groot scala aan gewassen. Teelten voor de conservenindustrie zijn grootschalig en worden op akkerbouwbedrijven ondergebracht. De areaalomvang is per gewasgroep weergegeven in Tabel 3.31. Daarbij zijn per gewasgroep de belangrijkste gewassen aangegeven. Vollegrondsgroenten bestaan uit een grote variëteit aan gewassen met ieder hun eigen areaal, oogstmethoden, afzetkanalen, producten en bijproducten.

**Tabel 3.31 Areaal industriegroenten naar gewasgroep (ha)**

Gewasgroep	Belangrijkste gewassen	2007
Peulvruchten	Doperwt, sperzieboon	13.526
Koolgewassen	Witte en rode kool	668
Blad-, stengel- en vruchtgewassen	Spinazie	2.672
Wortel- en knolgewassen	Fijne peen en schorseneren	4.557
Totaal		21.423

*Bron: jaarverslag VIGEF 2009*

De oogstperiode van vers te oogsten producten vereist een strakke planning, is vaak kort en de houdbaar van de producten is zeer beperkt. Peulvruchten worden machinaal op het veld gedorst: het loof en andere gewasresten blijven op het land achter zodat de hoeveelheid bijproduct bij de verwerking gering is. Indien (voor oogst) te velde afgekeurd kunnen de peulvruchten uitgroeien en later in het seizoen als droge peulvruchten geoogst worden. Spinazie wordt gemaaid en met steel en blad afgevoerd. Bij de meeste andere gewassen blijven gewasresten op het veld achter.

#### 3.7.2 *Keten industriegroenten*

In Nederland waren in 2008 36 bedrijven die conserven verwerken (VIGEF, 2009).



De verwerkende industrie (snijderijen vallen hier niet onder) contracteert groenten zowel binnen Nederland als daarbuiten. Anderzijds wordt een deel van in Nederland geteeld product in omliggende landen verwerkt (Buurma et al, 2010). Tabel 3.32 geeft inzicht in de herkomst van de grondstoffen voor de industriële verwerking van groenten en fruit.

**Tabel 3.32 Verwerking en herkomst grondstof voor industriële verwerking 2007 (kton)**

	binnenland	import	Totaal
Groenten (incl. champignons)	438.1	69.8	507.9
Fruit	50.8	85.1	135.8

*PT / VIGEF, 2010*

Industriegroenten worden hoofdzakelijk op contract geteeld; de inkoop via de veiling is minimaal. Globaal kent het proces voor verwerking van industriegroenten de volgende hoofdstappen:

- Voorbewerking (wassen, schillen, snijden),
- blancheren,
- verpakken,
- conserveren (pasteuriseren, steriliseren, drogen of invriezen) en opslag.

Van de groenten werd in 2007 de helft gesteriliseerd, 30% diepgevroren, 7% als tafelzuur en 14% bestemd voor overige bewerkingen. Knol- en wortelgewassen, zoals waspeen, winterpeen, schorseneren, rode bieten, rapen, aardappelen en knolselderij, worden veelal verwerkt tot halffabricaat. Vervolgens worden deze halffabricaten naar de groenteverwerkende industrie afgezet, zoals glas- en blikconserven, diepvriesindustrie, drogerijen en sapindustrie.

### 3.7.3 Fruit

In 2007 werd op jaarbasis wordt 124,8 kton fruit verwerkt tot 88 mln. liter fruitproducten (VIGEF, 2009) (Tabel 3.33).

**Tabel 3.33 Fruitverwerking in NL (excl. Zuidvruchten, kton)**

Product	2007	In %
Appelen	91.6	73.4%
Zure kersen	3.1	2.5%
Aardbeien	9.4	7.5%
Peren	7.5	6.0%
Zoete kersen	0.3	0.2%
Overige	12.9	10.3%
Totaal	124.8	100.0%

*Bron: Jaarverslag VIGEF 2009*

Bijna 80 % van het verwerkte fruit betreft hardfruit (appels en peren). Van het te verwerken fruit werd 64.600 ton (ca. 52%) geïmporteerd. Uitgaande van 10% bijproduct resteert een stroom van 12,5 kton pulp als bijproduct.

Productie van appelmoes ([www.hyfoma.com](http://www.hyfoma.com))

Bij de verwerking van fruit speelt vooral appels een grote rol. Appels worden het meest verwerkt tot appelmoes. Naast appelmoes kunnen appels verwerkt worden tot onder andere schilappels, gedroogde appels, appelschijfjes, chips en ijs. Overige producten van fruitverwerking zijn bijvoorbeeld stoofpeertjes, jam, siroop, gelei en stroop. Van fruit wordt tevens sap, cider, wijn of likeur gemaakt. De productie van appelmoes omvat de volgende processtappen:

1. Mengen  
Aanvoer van rassen varieert gedurende het seizoen. Ze worden in de juiste verhouding gemengd om constante kwaliteit appelmoes te krijgen.
2. Wassen  
Appels worden ontdaan van blad, steeltjes, vuil, bestrijdingsmiddelen en rotte plekken.
3. Snijden
4. Blancheren  
Blancheren met stoom en/of heet water. Via het aftappen van vrijkomend condensvocht wordt de dikte van de appelmoes geregeld. Het afgetapte condensvocht kan eventueel worden verwerkt tot appelconcentraat.
5. Passeren  
Tijdens het passeren worden de appels vermalen tot moes en worden schillen, pitten, steeltjes en klokhuizen afgescheiden. Dit levert appelpulp (20% ds) dat bestaat uit moes, appelschillen en pitten van de appel ([www.duynie.nl](http://www.duynie.nl)).
6. Menging (Aan de moes wordt suiker, ascorbinezuur en citroenzuur toegevoegd).
7. Afvullen van potten en blikken
8. Pasteuriseren
9. Koelen
10. Opslag

Na etiketteren worden de potten of blikken in trays met krimpolie verpakt, opgeslagen en afgezet.

#### *3.7.4 Bijproducten, samenstelling en prijzen*

Omvang van afvalstromen van industriegroenten is sterk afhankelijk van product en oogstwijze. Peulvruchten worden op het land gedorst en hebben weinig tarra en schilafval. Bij reiniging van de meeste knol- en wortelgewassen zoals peen en schorseneren ontstaat tarra. Ook worden deze gewassen meestal geschild waarbij stoomschillen als afvalstroom beschikbaar komen.

TNO (van Deventer, 1999) publiceerde over de omvang van de afvalstromen in de groente- en fruitverwerkende industrie. De totale productie van biomassa-afval bedroeg in 2000 114 kton per

jaar, waarvan 56% vast afval en 44% vloeibaar afval. Het vaste afval heeft een gemiddeld watergehalte van 86% (variërend van 80%-97%). Het vloeibare afval heeft een watergehalte van 92%. Het grootste deel hiervan bestaat uit productafval, de rest uit zuiveringsslib. Toen werd 75% van de biomassastroom als veevoer afgezet.

ONPV rapporteert dat zij 135 kton aan producten van groente-, fruit- en sapbereiding en -verwerking als veevoeder heeft afgezet in 2009.

### 3.7.5 *Samenvatting en ontwikkelingen en trends*

Het areaal industriegroenten vertoont een dalende lijn. De verwerkte hoeveelheden verminderden van 561 kton in 2000 naar circa 500 kton in 2008 en diensgevolge ook de reststroom. Reststromen werden in het verleden als veevoer bestemd maar tegenwoordig ook voor biovergisting ingezet. De vergistingsinstallatie van Ecofuels te Well zet o.a. snijafval en reststoffen uit de voedings- en genotsmiddelindustrie om in biogas. Bij transport van reststromen over grotere afstanden wordt het volume verlaagd door water uit te persen. Een beperkt deel van de reststroom (o.a. wortelen, bieten en broccoli) wordt aangewend voor de productie van sappen.

Een samenvatting van de beschikbare reststromen uit de verwerking van industriegroenten is hieronder weergegeven in Tabel 3.34.

**Tabel 3.34 Beschikbaarheid van biomassastromen uit de verwerking van industriegroenten.**

Naam	Upstream/1e verwerking/downstream	DM gem	Aanwezig		Beschikbaar	
			kton nat	kton DS	%	kton DS
Natte gewasresten akkerbouw	upstream	15%	6.567	985	0%	-
Natte gewasresten tuinbouw	upstream	14%	2.543	356	0%	-
Rooihout van fruitbomen	upstream	50%	160	80	10%	8
Industriegroenten	eerste verwerking	10%	508	51	1%	1
Industriefruit	eerste verwerking	10%	136	14	1%	0

### 3.8 Granen: tarwe, gerst, maïs, etc.

#### 3.8.1 *Upstream: teelt en transport en opslag*

De omvangrijkste graanteelten in Nederland zijn tarwe, gerst en maïs. Maïs (snijmaïs, korrelmaïs en corn crop mix) wordt geteeld op primaire bedrijven en is bestemd als diervoeder in de rundvee- en varkenshouderij en niet door VGI-industrie verwerkt. Tarwe en gerst leveren droog product dat de grondstof vormt voor de productie van diverse eindproducten: o.a. brood, bier, diervoeders. Dit onderzoek richt zich op de grotere volumestromen: de verwerking van tarwe voor de meelindustrie en gerst voor de productie van dranken.

Tabel 3.5 geeft een overzicht van de arealen van de diverse graangewassen die in Nederland worden geteeld. Tarwe en gerst zijn qua areaal de grootste graangewassen.

**Tabel 3.35 Areaal graan exclusief snijmaïs (in ha)**

	2007	2008	2009
Granen	222,5	243,5	228,8
w.v. wintertarwe	124,4	140,6	128,9
zomertarwe	16,9	15,9	22,1
wintergerst	4,3	4,7	4,9
zomergerst	41,7	45,6	39,6
rogge	2,8	2,1	2,3
haver	1,7	1,5	1,6
korrelmaïs	19,3	22,1	18,9
Mais corncob mix	7,2	7,6	7,6
Triticale	3,9	3,2	2,7
overige granen	0,2	0,2	0,2

*Bron: Landbouwcijfers, 2009*

Stro is een bijproduct dat beschikbaar komt bij de oogst van droog te oogsten graan. Stro wordt afgezet naar diverse sectoren (o.a. bollenteelt, veehouderij) maar is ook geschikt als biomassa voor energiewinning.

De stroproductie van graangewassen bedraagt 4 - 6 ton per ha (KWIN, 2009). Uitgaande van een gemiddelde ha-opbrengst bedraagt de totale productie 1.150 kton per jaar. Een deel van het stro wordt niet geoogst en blijft op het land achter. Geschat wordt dat bij 10% tot <25 % van het graanareaal stro op het land achterblijft, wordt verhakseld en ondergeploegd. Dit betekent dat jaarlijks circa 950 kton stro wordt verhandeld en gebruikt in de bollenteelt, peenteelt, de veehouderij, en andere bestemmingen zoals bouw- en vulmateriaal.

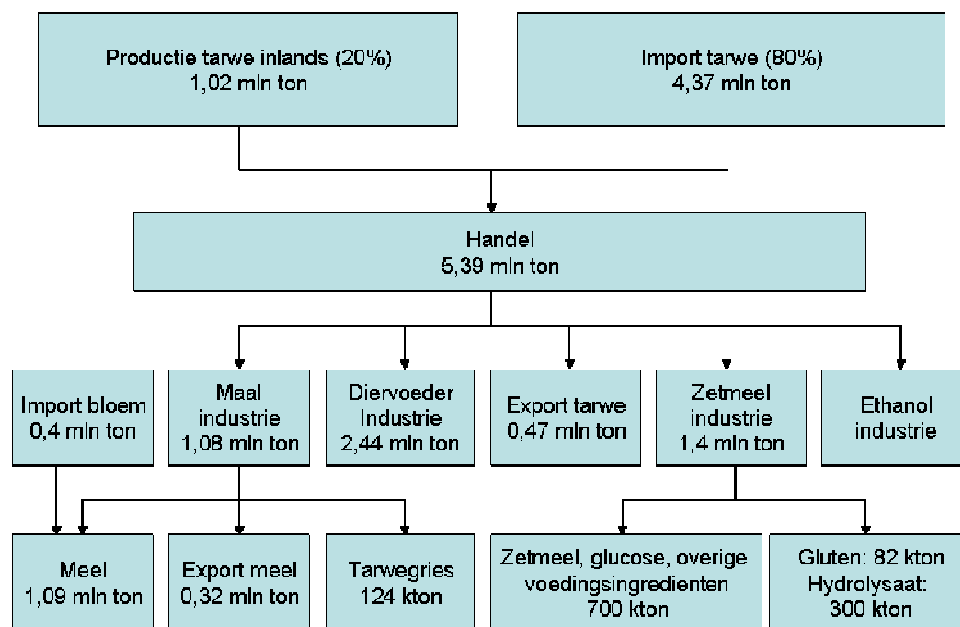
De verbruikersprijzen van stro liggen de laatste jaren op rond 100 euro per ton, terwijl de producentenprijzen op 40 à 50 euro per ton stro liggen (KWIN 2009; LEI).

Als er geen alternatieve afzet van stro zou zijn zou een minimale prijs van 40 euro per ton betaald moeten worden voor aanvoer van stro op korte afstand van de boerderij. Dit dekt globaal de logistieke en opslagkosten voor de graanteler. Met de bestaande toepassingen van stro is de beschikbaarheid voor elektriciteit en warmte beperkt en moeilijk te garanderen tegen acceptabele prijzen (Koppejan et al, 2009).

### 3.8.2 Tarwe

#### 3.8.2.1 Keten en volumes

Tarwe wordt voor veel verschillende doelen gebruikt: voeding, veevoeder, industriële toepassingen als papier en karton, en fermentatie. Vaak dient tarwe, na een eerste verwerking als ingrediënt of product voor verdere verwerking.



**Figuur 3.9** Volumestromen tarwe. Bron: Rabobank, 2010.

Ongeveer 20% van de in Nederland verwerkte en verhandelde tarwe en maïs is in Nederland geproduceerd. De binnenlandse productie van tarwe is vrij stabiel. 80% van het volume van beide granen wordt geïmporteerd uit met name Frankrijk en Duitsland (85%). Van de verhandelde tarwe wordt 45% verwerkt door de diervoederindustrie, 26% door de zetmeelindustrie, 20% door de maalindustrie en een kleine 9% wordt geëxporteerd. De import van bloem is stabiel.

In deze paragraaf worden de zetmeel- en maalindustrie verder uitgewerkt.

### 3.8.2.2 Maalindustrie (tarwe en maïs)

Bij het malen van tarwe<sup>7</sup> ontstaan de volgende producten:

- kiemen
- zemelen
- gries (grote delen endosperm)
- meel en bloem

Het maalproces ([www.hyfoma.com](http://www.hyfoma.com)) bestaat uit de volgende stappen:

#### 1) Reinigen

Na oogst, opslag en drogen wordt het graan in zes stappen gereinigd:

- a) Zeven: de korrels worden gezeefd waarbij grove vervuilingen zoals papier, zand, stro, kafjes en takjes worden verwijderd;
  - b) IJzerdeeltjes verwijderen met een magneet;
  - c) Met een separator worden grove delen (kaf, touwtjes) en fijne delen (zand, stof) verwijderd
  - d) Stenen verwijderen met een steenuitlezer
  - e) Scheiden van verschillende graansoorten met een trieur (draaiende trommel); te grote en te kleine korrels worden verwijderd en voor en krijgen andere bestemming: gebruik voor een andere meel- of bloemsoort of veevoeder
  - f) Schuren: onzuiverheden die nog aan de wand van de korrels kleven worden verwijderd.
- 2) Opslag van partijen graan naar klasse en eiwitgehalte
- 3) Melangeren. Om de gewenste samenstelling van meel of bloem te krijgen worden partijen gemengd;
- 4) Malen

#### a) Schrootfase

De graankorrel worden in 3 fracties verdeeld: kiemen en zemelen, grote delen endosperm (gries) en een kleine hoeveelheid bloem.

Afgescheiden kiemen en zemelen worden geborsteld in een zemeelborstelmachine: aanklevende bloemdeeltjes worden van deze delen worden afgeborsteld.

#### b) Uitmaalfase

Endosperm wordt eerst verdeeld in een grove en een fijne maling. Bij de grove maling wordt het gries gewalst en gezeefd waarbij verscheidene fracties ontstaan.

De fijne maling die bestaat uit donst (klontjes endosperm) en bloem, wordt geпоetst in een griespoetsmachine. Na het poetsen gaat het griesmeel (fijnste deeltjes) eveneens naar de uitmaalwalsen. De griesdeeltjes met zemel gaan naar een oplos wals en worden alsnog van elkaar gescheiden.

---

<sup>7</sup> Tarwekorrels bestaan voor 85% uit het meellichaam (endosperm), 13% uit zemel (verschillende schillagen) en 2% uit kiem. Van tarwekorrels worden verschillende meel- of bloemsoorten gemaakt. Bloem bevat enkel endosperm, meel bevat daarnaast ook zemeldelen.

- 5) Verpakken: eventueel worden mineralen of vitaminen toegevoegd. Afzet vindt veelal plaatst in bulk.

Meel bestaat uit gemalen tarwekorrels waarbij de kiemen en/of schildelen geheel of gedeeltelijk zijn verwijderd. Tarwebloem is meel van graan waarin kiemen en schildelen met het blote oog niet te zien zijn. Het percentage van de korrel dat wordt gebruikt voor bloem of meel heet de uitmalingsgraad. Bij tarwebloem is de uitmalingsgraad ongeveer 75 procent, voor volkorenmeel meer dan 95 procent. Voor patentbloem die wit van kleur is, is de uitmalingsgraad 50 procent.

Uit cijfers (Rabobank, 2010) volgt dat de uitmalingsgraad van in Nederland verwerkte tarwe tot meel gemiddeld ongeveer 90% bedraagt en dat 10% wordt afgezet als tarwegries.

Uit van Eijk en van de Pol (2006) blijkt dat bij het malen 18% coproduct beschikbaar komt waarvan een deel door de mengvoerindustrie wordt afgenomen en het restant als biomassa wordt afgevoerd voor de bijstook in elektriciteitscentrales (in het buitenland). Informanten<sup>8</sup> melden een uitmalingsgraad van 20%. Gegeven 1.08 miljoen ton te vermalen graan wordt circa 200 kton aan coproduct voortgebracht dat naar verluid vrijwel geheel als tarwegries wordt afgezet.

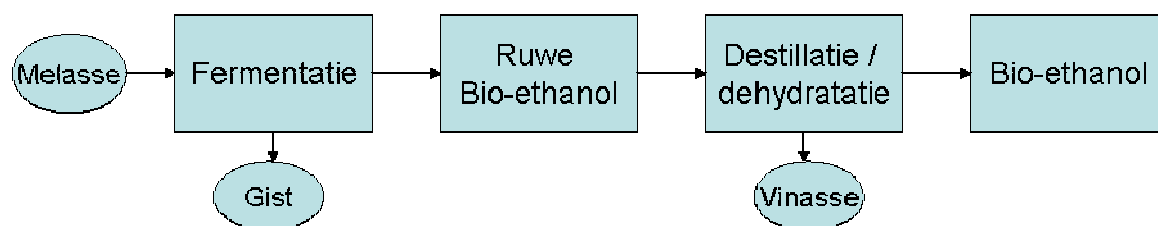
### Bijproducten

Bij de meelproductie worden zemelen en kiemdeeltjes afgescheiden. Deze worden (na verdere industriële processen) in de markt afgezet voornamelijk als tarwegries, maar ze kunnen ook als zemelen en kiemen vermarkt worden. Tarwegries wordt in mengvoeders gebruikt als energieleverende component (het zetmeel dat erin zit) maar voornamelijk dient het als 'drager' voor het drogen van veevoeder componenten toevoegingen [Vis, 2003]. Tarwegries kan omschreven worden als de buitenkant (vruchtwand) van de tarwekorrel met resten van de inhoud van de korrel. Tarwegries kan ook worden ingezet als grondstof voor productie van bio-ethanol (nu niet het geval).

De afzet van coproducten uit tarwe en maïs naar de diervoederindustrie fluctueert, afhankelijk van de prijzen van tarwe en substituten. Bij het malen van maïs vormt maiszemelgrint het bijproduct; geschat 170 kton.

### Bijproducten productie bio-ethanol

Granen en melasse zijn geschikt voor de productie van bio-ethanol (o.a. alcohol voor consumptiedoeleinden: voedingsethanol). Tijdens de productie ontstaan de bijproducten tarwegistconcentraat en vinasse zoals in Figuur 3.10 aangegeven.



<sup>8</sup> HPA

### Figuur 3.10 Productieketen voor bioethanol uit melasse

**Tarwegistconcentraat** is een bijproduct dat geproduceerd wordt bij de fermentatie van graanalcohol uit vloeibaar tarwezetmeel.

**Vinasse** is eveneens een bijproduct dat vrij komt bij destillatie / dehydratatie tijdens de bioethanolproductie. Het gaat hierbij om het ontsuikerde diksap waaraan de ethanol onttrokken is. Vinasse wordt door de voedermiddelenindustrie gebruikt voor verbetering van mengvoeders voor runderen, varkens en pluimvee. Vinasse is rijk aan kalium en bevat ca. 3% organisch gebonden stikstof. Vinasse is als kaliummeststof interessant en te gebruiken als vloeibare meststof.

De productie van bio-ethanol uit graan neemt in Nederland nog een bescheiden positie in (zie figuur volumestromen). Bij de productie van alcohol wordt in toenemende mate graan gebruikt ter vervanging van melasse. 258 kg graan levert 100 liter bio-ethanol en 96 kg DDGS (Helming et al, 2010). De bijproducten worden bestemd als mengvoedergrondstof. In 2009 verdubbelde de afzet van tarwegistconcentraat naar 515.000 ton (OPNV, boerderij nr 42).

#### *Samenvatting*

Beschikbare productstromen maalindustrie (binnenlandse productie) in 2008 (Tabel 3.36).

**Tabel 3.36 Beschikbaarheid van biomassaströmen uit de maalindustrie.**

Product	Hoeveelheid (kton)	Droge stof (in %)	Beschikbaar (in %)
Stro van granen	1.100	85.0	0
Tarwegries	200	86.5	0

#### *3.8.3 Meel uit granen (maïs)*

De in het binnenland geteelde maïs wordt geheel gebruikt als veevoer (snijmaïs, korrelmaïs, corn cob mix). Maïs die verwerkt wordt door de maalindustrie wordt per schip vanuit Frankrijk geïmporteerd en verwerkt tot maïs grits, een halffabricaat voor de VGI-industrie. Maïs grits zijn grondstof voor o.a. de productie van cornflakes, bier, pasta, polenta, bakkerijproducten en de productie van snacks.

De productie van maïsmeel is vergelijkbaar met tarwemeel/bloem. In Nederland is één bedrijf dat maïs maalt voor humane consumptie (bron: HPA). Het totale productievolume bedraagt circa 150.000 ton per jaar. Uitgaand van een uitmalingspercentage van 80% betekent dit 30.000 ton aan coproducten die vrijwel geheel als maïspelleten worden afgezet naar de diervoederindustrie.



### 3.8.4 Zetmeel uit granen (tarwe)<sup>9</sup>

De Nederlandse graan-zetmeelindustrie bestaat uit 3 bedrijven in Sas van Gent, Bergen op Zoom en Koog aan de Zaan (RABOBANK, 2010). Deze bedrijven verwerken in 2008 1247 kton tarwe en 819 kton maïs tot zetmeel, zetmeel derivaten en glucose en bijproducten die in diervoer verwerkt worden (RABO, 2010 en Productschap Diervoer, 2001).

Globaal bestaat **tarwe** uit: 59% zetmeel, 14% vocht, 13% eiwit, 10% voedingsvezel, 2% vet en 2% mineralen (Hyfoma.nl<sup>10</sup>).

In het zetmeelproces worden (zie Productschap Diervoer, 2001) worden er verschillende producten geproduceerd waaronder:

- 50% zetmeel, zetmeel derivaten en vooral glucosestroop;
- 7% gluten (90 kton DS in 2008),
- 22% zemelen/bran (274 kton DS in 2008) en
- 21% wheatmix/ nat tarwevoer (260 kton DS in 2008).

Het proces is enigszins flexibel, dus stromen kunnen in volume en samenstelling wijzigen afhankelijk van marktvaart.

Daarnaast is er een kleine stroom biomassa afval die aan het begin wordt uitgezeefd (minder dan 1%). Verder is er een afvalwaterstroom die in AWZI wordt verwerkt (zie laatste paragraaf voor analyse van energie uit AWZI in de agro-industrie).

Gluten hebben een hoog eiwitgehalte en worden afgezet in voeding en in diervoer. Zemelen worden ook afgezet in voeding en vooral als veevoer. Wheatmix is een iets ingedikte stroom (20 a 25% DS) van zetmeel en andere componenten die geconserveerd direct als nat (varkens)veevoer wordt afgezet. Deze fractie wordt door verschillende fabrieken onder verschillende namen afgezet als nat varkensvoer.

Globaal wordt van de zetmeelfractie 40% in de non-food (papier, fermentatie-industrie, etc.) afgezet en 60% in vooral food en feed.

Zemelen hebben een hoog vezelgehalte en worden vaak gezien als mogelijke grondstof voor bio-ethanolproductie met 2<sup>e</sup> generatietechnologie.

Een deel van de (natte) wheatmix is enige jaren geleden ook afgezet voor ethanolproductie. Dit is de laatste jaren niet meer gebeurd.

**Maïs** bevat globaal uit 15% vocht. Op droge stofbasis is samenstelling globaal 75% zetmeel, 9% eiwit, 4% olie, 1,5% as, 1,7 % suikers en 9% vezels (op basis van diverse bronnen).

Producten zijn 60% zetmeel en zetmeelderivaten en glucose syroop vooral voor industrie- en voedingstoepassingen (400 kton in 2008). Verder wordt er geproduceerd:

---

<sup>9</sup> Op basis van input van Petre Hofland; RABO, 2010 en Productschap Diervoer, 2001.

<sup>10</sup> <http://www.hyfoma.com/nl/content/voedingsmiddelen-branches-processing-bereiding-productie/bakkerij/granen-meel/>

Gebroken maïs / screenings: Wordt aan het begin van het proces afgescheiden voor de maïs wordt geweekt. Geschat op 8% (= 55 kton in 2008)

Maïsweekwater: Dit bevat zetmeel en vezel en eiwit. Wordt verder bewerkt en met kiemen als nat varkensvoer afgezet. Het heeft ook toepassing in fermentatie industrie (bijvoorbeeld penicilline).

Maïsglutenvoer: Dit bevat veel van de vezels en heeft ook hoog eiwitgehalte (15 a 25%) plus nog wat zetmeel. Geschat op 25% (= 500 kton, 176 kton DS).

Maïseiwit (4%?)

Maïskiemen (6%) voor olie of voeding of veevoer

In Nederland worden de producten vooral als veevoer afgezet waarbij verschillende fracties die in het proces worden afgescheiden weer worden gemengd tot een vermarktbaar veevoerproduct.

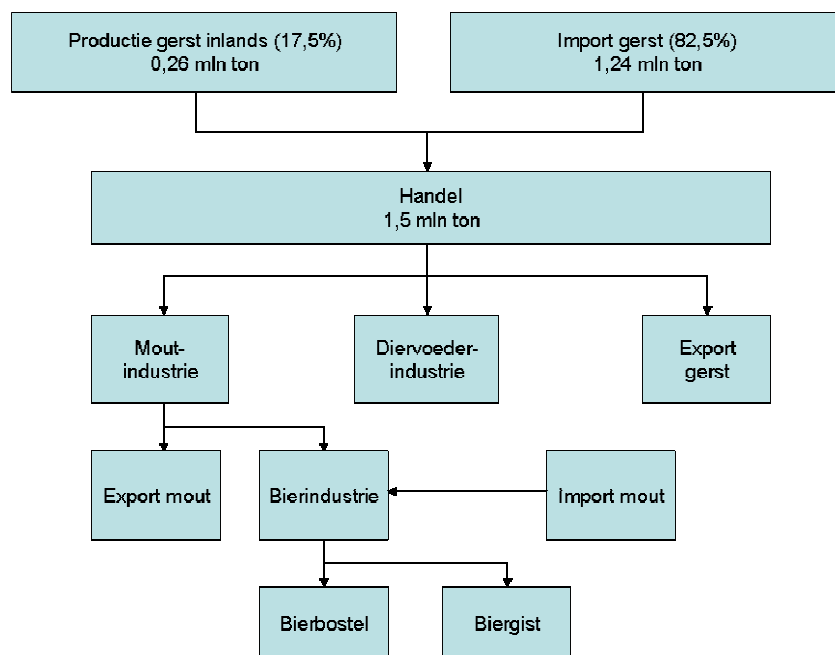
Op dit moment zijn er geen plannen bekend voor biofuel of energieproductie.

Mogelijk is de vezelfractie (vooral maïsglutenvoer) interessant als grondstof voor 2<sup>e</sup> generatie bioethanolproductie als er daarvoor een infrastructuur is. Concentratie van de vezel is dan nodig samen met verwijdering van de eiwitten.

### 3.8.5 Mout- en bierindustrie (brouwgerst)

Gerst wordt gebruikt als grondstof voor bier- en diervoederindustrie. Voor de bierindustrie wordt brouwgerst gebruikt en voor de diervoederindustrie voergerst. In Tabel 3.5 zijn de arealen gerst weergegeven; het leeuwendeel is van de gerstteelt is zomergerst. Een bijproduct van de teelt is het stro (zie granen algemeen).

### 3.8.5.1 Keten en volumes



**Figuur 3.11** Volume stromen gerst. Naar: Rabobank, 2010

De productstromen van gerst zijn weergegeven in figuur 3.11. Naast de diervoederindustrie en export wordt gerst aangewend voor de productie van bier. De Nederlandse bierindustrie produceerde in 2008 een volume van 27 miljoen hectoliter bier (Tabel 3.37).

**Tabel 3.37** Overzicht Nederlandse biermarkt 2008 (hectoliter)

	2008
Bierproductie	27.180.868
Bierexport	16.672.803
Bierimport	2.402.036
Binnenlandse consumptie	12.910.101
Specifieke consumptie (liter per capita)	78,5

Bron: CBK

Voor de productie van 100 liter is maximaal 20 kg gerst nodig zodat voor de Nederlandse bierproductie naar schatting 540 kton brouwgerst nodig is.

Bij de omzetting van gerst (87% ds) naar mout (97% ds) treden verliezen op door schoning, vochtverlies en dergelijke. Deze verliezen bedragen ongeveer 20-25% van het gewicht. Dit betekent dat voor de Nederlandse bierproductie maximaal 405 kton mout nodig is. Het brouwproces levert ongeveer een gelijke hoeveelheid bostel (22% ds) als dat aan mout wordt gebruikt: 400 kton.

De Nederlandse moutproductie<sup>11</sup> bedraagt naar verluid 400 kton per jaar waarvan ongeveer een derde wordt geëxporteerd. Dit betekent een jaarlijkse import van circa 140 kton mout.

### **Mout- en bierindustrie**

Het proces van bier produceren bestaat uit mouten en brouwen. In de mouterij wordt gerst via de volgende processtappen omgezet tot mout:

1. Reinigen
2. Zeven
3. Weken
4. Kiemen
5. Drogen
6. Ontwortelen; ontdoen van kiempjes. Deze worteltjes gaan naar het veevoer.
7. Polijsten
8. Verzenden van het mout naar de brouwerij

Van de in Nederland geproduceerde mout wordt tweederde afgezet in Nederland en wordt een derde geëxporteerd. Slechts 15% van de benodigde brouwgerst komt uit Nederland. De overige 85% komt met name uit het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk, Duitsland, Zweden en Denemarken. Daarentegen wordt een groot gedeelte van de Nederlandse brouwgerst geëxporteerd naar Duitsland (Rabobank, 2010).

Het basisbestanddeel voor het brouwen van bier in de brouwerij. Het brouwen kent de volgende processtappen:

1. Schroten van de mout: pletten en vermalen tot grof meel;
2. Het brouwen (maischen); water toevoegen, verwarmen, enzymatische afbraak moutbeslag
3. Filteren en klaren van het moutbeslag: door filtratie wordt moutbeslag gescheiden in extract (de voorwort) en bostel . Na de filtratie wordt het vaste deel (de bostel) nog uitgewassen: de nawort wordt aan de voorwort toegevoegd;
4. Koken van de wort onder toevoeging van hop en suikers;
5. Centrifuge en koeling: verwijderen van de vaste restanten die tijdens het koken achterblijven
6. Fermentatie; toevoegen van gist aan de wort voor de vergisting. Tijdens de gisting worden suikers omgezet in alcohol en enzymen. Het bier dat ontstaat bij de eerste gisting (hoofdgisting) wordt jongbier genoemd;
7. Nagisting en lagering. Het vergisten van het restextract, gistrestanten te laten bezinken en koolzuur op te lossen;
8. Eindfiltratie: gist en andere stoffen die de houdbaarheid en helderheid v/h bier beïnvloeden worden verwijderd,

---

<sup>11</sup> Capaciteit Nederlandse mouterijen: 446 ton per jaar (Ernst en Young, 2009)

9. Verwerken en bottelen. Toevoeging van allerlei stoffen, zoals o.a. geurstoffen, kleurstoffen, bewaarmiddelen, suikers en gist (indien hergistings op de fles), schuimstabilisatoren, hop, melkzuur, CO<sub>2</sub>.

Van de binnenlandse consumptie wordt ca een kwart als fust- of kelderbier afgezet en ca. 75% verpakt (jaarverslag 2008 CBK) waarbij glas, blik, karton, en plastic als verpakking worden toegepast.

#### *Hulpstoffen*

De belangrijkste hulpstoffen bij de productie zijn water, gist, suikers, hop en verpakkingsmateriaal.

#### 3.8.5.2 Bijproducten van mout- en bierindustrie

Bostel is een bijproduct dat ontstaat bij het brouwen van bier. Bostel is rijk aan eiwitten en vezels en wordt momenteel afgezet als diervoeder in hoofdzakelijk de rundveehouderij. Volgens OPNV wordt in Nederland ongeveer 540.000 ton bierbostel als diervoeder afgezet waarvan circa 140.000 ton is geïmporteerd uit België en Duitsland; de rest is afkomstig van Nederlandse brouwerijen. Andere bijproducten zijn kiempuntjes en gist.

Biergist wordt gedeeltelijk hergebruikt. Het surplus aan natte biergist bedraagt ca 2,5% van de bierproductie wat neerkomt op 67.500 ton biergist en op de markt wordt afgezet. Nederlandse brouwers verkopen dit natte biergist aan drogers in het buitenland die er farmaceutische en humane voedingsproducten van maken. Biergist dat als diervoeder voor varkens in Nederland wordt afgezet wordt grotendeels geïmporteerd uit Duitsland, België, Frankrijk, Tsjechië, Polen en Italië. De verwachting is dat de veestapel krimpt, de prijzen dalen en er is een groot aanbod komt van reststromen afkomstig van productie van bio-ethanol installaties. De brouwerijen zijn daarom alternatieve afzetkanalen voor bostel aan het verkennen waarbij is gekeken naar food, feed, fibre en bio plastics (CBK<sup>12</sup>). In 2008 waren de prijzen relatief hoog (Tabel 3.38)

**Tabel 3.38 Prijzen van bierbostel (Euro/ton)**

Product	2006	2007	2008	2009
Bierbostel	27,55	36,50	46,50	36,50

*Bron: LEI*

#### 3.8.5.3 Samenvatting en ontwikkelingen en trends

De afgelopen jaren daalde de bierconsumptie in Nederland en omliggende landen (Duitsland). In 2009 steeg de Duitse bierconsumptie voor het eerst sinds 1999 weer. Meer aandacht voor het klimaat leidt tot verdergaande verduurzaming in de bierketen. Meer nadruk op lokale productie en ontwikkeling van de distributiemodellen kan het gevolg zijn.

<sup>12</sup> Centraal Brouwerij Kantoor

De bierwaardeketen is gevoelig voor krapte op de wereldwijde graanmarkt. Hoge graanprijzen en toenemende volatiliteit vergroten het risico op tekorten aan brouwergerst omdat boeren overschakelen op de teelt van tarwe.

### *Samenvatting*

Beschikbare productstromen bierindustrie (binnenlandse productie) is weergegeven in Tabel 3.39.

**Tabel 3.39 Beschikbaarheid van biomassastromen uit de bierindustrie.**

Product	Hoeveelheid (kton nat)	Droge stof (in %)	Aanwezig	Beschikbaar
Bostel	400	22.0		0
Biergist	67.5	11.7		0

## **3.9 Koffie**

### *3.9.1 Upstream: teelt en verwerking*

Koffie wordt geproduceerd in Latijns-Amerika, Afrika en ZO Azie. Na de oogst wordt de koffiebes verwerkt tot groene koffieboon en met een droge of met een natte proces. Dit levert naast de groene boon aanzienlijke hoeveelheden bijproducten op. “Husk” bij het droge proces and “pulp” bij het natte proces.

Een koffiebes bestaat volgens Bressani (1979) voor 55% uit groene boon (op droge stof basis) en voor de rest uit pulp (28%),” mucilage” (5%) en hulls (12%) bij het natte verwerkingsproces. Bij het droge proces komen husks vrij.

Hoewel toepassing als bodemverbeteraar voor de hand ligt kan dit vaak niet en leidt dit afval vaak tot milieuvervuiling. Vergisting van pulp of verbranding van husks is een oplossing.

Pellets gemaakt van husks zijn al als biomassapellets naar Nederland geëxporteerd voor bijstook in kolencentrales.

Aangenomen dat de Nederlandse industrie per jaar 160.000 ton groene bonen verwerkt = 136.000 ton DS komt er upstream zo’n 111.000 ton DS aan bijproduct vrij die voor een belangrijk deel beschikbaar zou moeten zijn voor energie of andere toepassingen.

### *3.9.2 Keten en volumes*

In Nederland wordt jaarlijks 160.000 ton groene koffiebonen geïmporteerd en door de koffiebranderijen verwerkt voor lokale consumptie en export (van Dam en Harmsen, 2010) (Tabel 3.40). Bij het roosteren gaat 15% gewicht verloren.

Bij bereiding van koffie komt in totaal 80.000 ton koffiedik verspreid vrij en 15.000 ton DS komt vrij bij industriële productie van instantkoffie en automaatkoffie. Dit wordt nu gedeeltelijk ter plaatse gebruikt als brandstof voor stoomboilers en gedeeltelijk voor bijstook in energiecentrales.

### 3.9.3 Samenstelling en prijzen

Koffiedik wordt nu bij de koffiebranders ingezet als brandstof of afgevoerd als brandstof voor co-verbranding in kolencentrales. Waarde als brandstof wordt op basis van verbrandingswaarde (22 MJ/kg DS) geschat op €133,- per ton DS (van Dam en Harmsen, 2010). In totaal 2 miljoen Euro.

Het kaf of zilvervlies komt vrij bij branden bij verschillende koffiebranderijen wordt opgevangen en geperst afgevoerd tegen 100€ per ton kosten. Het gaat hierbij om naar schatting 2000 ton per jaar (van Dam en Harmsen, 2010).

**Tabel 3.40 Koffiebijproducten in de Nederlandse koffie-industrie (naar van Dam en Harmsen, 2010 en VNKT, 2009)**

Product	Volume per jaar	Toelichting	
Groene bonen	160.000 ton	Geïmporteerd	
Gebrande bonen	136.000 ton	15% gewichtverlies bij branden	
Totaal residu	95.000 ton	30% gewichtverlies bij koffiezetten	
Residu			
Koffiedik verspreid	80.000 ton (DS)	70% bij huishoudens, 30% bij catering en horeca. Gaat nu naar afval, GFT, compost	Mogelijkheid inzamelen bij grotere producenten?
Koffiedik + vlies bij industrie	15.000 ton (DS)	Nu gebruikt voor energie, waarde 133€/ton DS = € 2 miljoen verbrandingswaarde	Nu ter plekke benut voor energie of afgezet naar energiecentrales (bijstook)
Vlies bij industrie	400 ton (DS)		
Perswater	100.000 m <sup>3</sup>	RWZI op 1 locatie in Nederland	
Zilvervlies verspreid (Chaff)	1.500 ton		
Zilvervlies bij industrie	65 ton		

Recent hebben van Dam en Harmsen (2010) onderzocht wat de compositie en alternatieve vaarwaardingsopties zijn van koffiedik en zilvervlies. Door bioraffinage zouden hieruit verschillende producten waaronder biodiesel te maken zijn.

Koffiedik bestaat uit ongeveer 10 % uit onoplosbare eiwitten en aminozuren. Toepassing voor veevoer is moeilijk door thermische degradatie.

Verder zit er ca. 16% lipiden en terpenen in. Naar schatting zou extractie zo'n 2250 ton oliën/lipiden kunnen opleveren. Verschillende componenten zouden verwaard kunnen worden waaronder de oliën voor verestering tot biodiesel. Dit zou resulteren in 1900 ton met een waarde van €950.000,-.

Verder bestaat koffiedik o.a. uit koolhydraten. Totaal 12.500 ton DS. Behalve een marktwaarde van 1,5 miljoen euro als brandstof kan er ook mannaan uit worden geëxtraheerd die een waarde heeft als voedingsvezel of bij productie van bioplastic (van Dam en Harmsen; 2010).

#### 3.9.4 Samenvatting en ontwikkelingen en trends

De recente studie uitgevoerd door de industrie laat zien dat mogelijke alternatieven verwaard van koffiedik overwogen kan worden (na bioraffinage). Dit zou een opwaardering kunnen betekenen van (co)verbranding nu naar biodiesel en/of grondstoffen voor food en chemie.

Wellicht komt biodiesel gemaakt uit koffiedikoliën in aanmerking voor de 'Regeling dubbeltelling betere biobrandstoffen' (zie paragraaf 6.2). Inzameling van koffiedik bij grote producenten (horeca, automatenonderhoud) behoort tot de mogelijke ontwikkelingen. Dit zou de beschikbaarheid van koffiedik kunnen verhogen, van 15.000 ton DS nu naar totaal 30.000 ton DS in 2020.

Koffieproductie in Nederland lijkt verder redelijk stabiel en zal in 2020 niet veel anders zijn dan nu. Waarschijnlijk neemt het volume met de welvaarts-groei nog enigszins toe.

Een samenvatting van de aanwezigheid en beschikbaarheid van reststromen uit de koffieverwerkende industrie is hieronder weergegeven (Tabel 3.41).

**Tabel 3.41 Beschikbaarheid van biomassastromen uit de koffieverwerkende industrie.**

Naam	Upstream/1e verwerking/downstream	DM	Aanwezig		beschikbaar	
		gem	kton nat	kton ds	%	kton ds
Koffiedik in industrie	eerste verwerking	60%	25	15	100%	15
Koffiedik ingezameld	downstream	60%	133	80	0%	-



### 3.10 Suikerbiet

#### 3.10.1 Upstream: teelt

In Tabel 3.42 zijn enkele kerngegevens van de Nederlandse suikerbietenteelt weergegeven.

**Tabel 3.42 Productie suikerbieten Nederland**

	2007	2008	2009
Areaal (*1000 ha)	82	72	73
Bietenopbrengst (ton per ha)	67,1	72,2	78,9
Bietenproductie (ton)	5.504	5.219	5.735

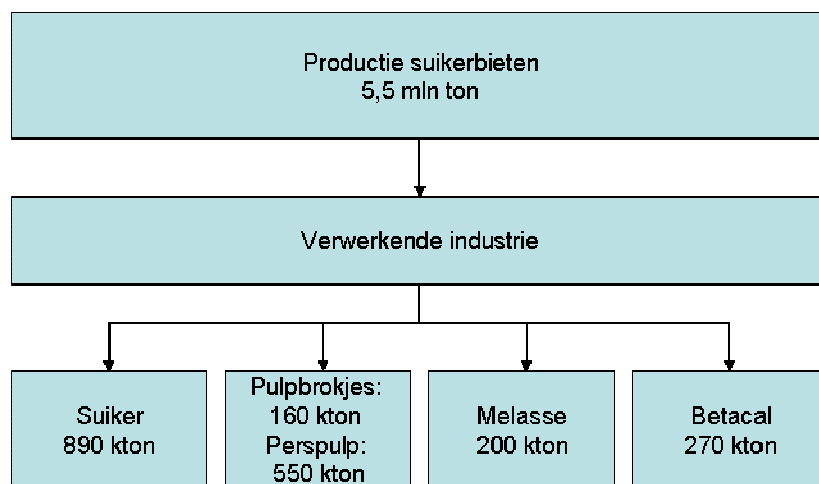
Bron: CBS statline

Bijproducten die bij de oogst op het land achterblijven zijn bietenblad en –koppen. Het loof heeft een geschat gewicht van 40 ton vers per ha wat overeenkomt met 5 ton drogestof (Corré en Langeveld, 2008).

#### 3.10.2 Keten en volumes

Verwerkingsketen suikerwinning

Figuur 3.12 geeft een overzicht van de productstromen. De Nederlandse suikerindustrie produceert suiker uit in Nederland geteelde suikerbieten en importeert geen bieten.



**Figuur 3.12 De Nederlandse keten voor suikerwinning. Naar: Rabobank, 2010**

In Nederland verwerkt één suikerproducent, een coöperatie, alle suikerbieten in 2 operationele fabrieken: Dinteloord en Vierverlaten (Hoogkerk). In de suikerfabrieken wordt suiker gewonnen uit suikerbiet (bietsuiker). Suikerbieten worden gewassen, tot reepjes gesneden die in een diffusietoren worden geloofd waarbij bietenpulp (veevoer) en ruwsap wordt verkregen. Dit ruwsap wordt verwerkt tot dunsap met als bijproduct schuimaarde (Betacal, kalkmeststof voor

akkerbouw), vervolgens ingedikt tot diksap waaruit suikerkristallen worden gewonnen en melasse resteert dat gebruikt wordt als grondstof voor alcohol, fermentatie-industrie of stroop. Een en ander resulteert in de volgende processtappen:

1. Wassen

Na ontvangst worden de suikerbieten gewassen, en zodoende ontdaan van aanhangende teelaarde (bietengrond), van blad, gras, hout en stenen. De organische restanten (m.n. blad en bietenstaartjes) worden uit de grond en waswater gezeefd. Fijnere, laagwaardige bietenstaartjes worden samen met bietenblad gecomposteerd. Grond en stenen worden hergebruikt in de landbouw en voor wegen en dijken.

2. Snijden

De gereinigde bieten worden in een snijmolen versneden tot de reepjes: het snijdsel;

3. Extractie

Na het toevoegen van warm water aan het snijdsel wordt dit in een diffusieapparaat gescheiden in ruwsap en bijproduct bietenpulp. De bietenpulp wordt uitgeperst (perspulp) en eventueel gedroogd en na het drogen gepelliteerd tot pulpbrokjes;

4. Zuiveren

Ruwsap bevat nog veel onzuiverheden. Door toevoegen van kalkmelk verkregen uit cokes en koolzuur ( $\text{CO}_2$ ) en met behulp van filters worden de onzuiverheden verwijderd. Hierbij ontstaat gezuiverd sap (dunsap) met het bijproduct Betacal (schuumaarde);

5. Verdampen

Door koken wordt dunsap ingedikt tot diksap

6. Kristalliseren

Door verder indikken door koken van diksap ontstaan suikerkristallen in de stroperige substantie;

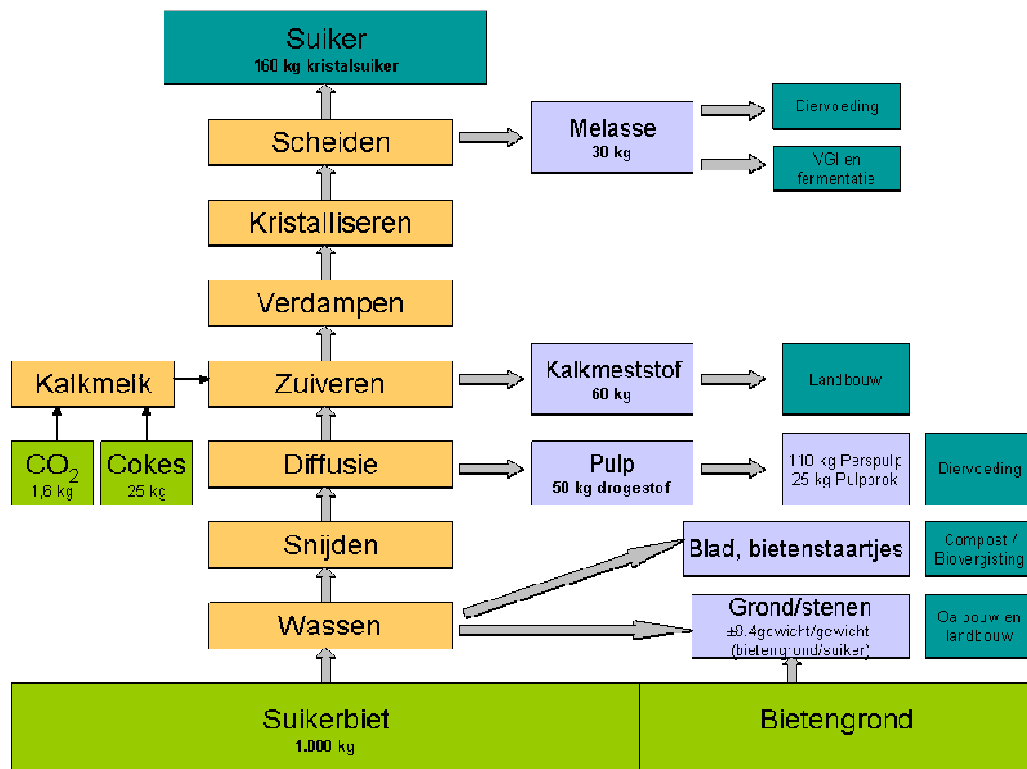
7. Centrifugeren

Via centrifuge worden de kristallen gescheiden van de stroop (melasse).

8. Drogen

Voorafgaand aan de opslag worden de suikerkristallen gedroogd.

9. Opslag, verpakken, afzet.



**Figuur 3.13 Productieketen voor suiker uit suikerbiet**

*Hoofdproduct*

De kristalsuiker wordt verpakt afgezet naar consumenten (15%) en in bulk geleverd aan de VGI-industrie (85%; snoep, dranken, jam, etc.).

*Bijproducten*

De coproducten van suikerproductie zijn bietenpulp, melasse en schuimaarde (Betacal), een kalkmeststof. Pulp en melasse dragen bij aan de vierkantsverwaarding van de suikerbiet. Het percentage pulp dat uitgedrukt op suikerbieten wordt geproduceerd lag tussen 2002 en 2008 stabiel op 5,0% tot 5,5% droge stof. Het geproduceerde volume melasse en het gehalte aan suiker ervan zijn operationeel te beïnvloeden, afhankelijk van de marktprijs van suiker en melasse. De variatie in de productie is dan ook een gevolg van strategische en operationele beslissingen.

De melasse werd tot voor kort verwerkt tot ethanol, die wordt toegepast in sterke drank en de farmacie. Melasse wordt ook toegepast bij de productie van gist en diervoeder. Bietenpulp wordt als nat product afgezet (perspulp) of als pulpbrokjes na drogen in de rundvee- en varkenshouderij. De kalkmeststof wordt in vaste en vloeibare vorm onder de naam Betacal terugverkocht aan de bietentelers.

*Bietengrond*

De hoeveelheid aanhangende grond (inclusief vocht in de grond) die met de suikerbieten naar de fabrieken komt is teruggebracht tot 0.4 ton grond per ton suiker (Suiker Unie, 2010). Dit komt op 7% tarra per gewichtseenheid suikerbieten.

#### *Water (Suiker Unie, 2007)*

Bij de suikerproductie ontstaat overschot water, afkomstig van bieten. Dit wordt na zuivering geloosd op het oppervlaktewater.

Bij het wassen van de bieten komt organisch materiaal in het waswater en wordt gezuiverd. Dit materiaal wordt vergist in aerobe methaanreactoren, waarbij biogas wordt geproduceerd.

#### *Bietenstaartjes*

Bietenstaartjes worden niet meer afgezet als diervoeder; hoeveelheid 90 kton (Koppejan et al, 2009). Suiker Unie meldt een hoeveelheid van 80 kton.

#### *Pulp*

Van elke ton suikerbieten resteert 50-55 kg drogestof bietenpulp. Deze wordt voor de helft afgezet als perspulp (nat) en de ander helft als pulpbrok (droog). De samenstelling van pulp (percentage resterende suiker) is afhankelijk van het operationele proces. De pulp wordt op verschillende manieren verwerkt en als diervoeding of grondstof voor diervoeders verkocht.

#### *Melasse*

Per ton suikerbieten resteert 30 kg melasse (75% drogestof). Melasse wordt overwegend afgezet naar de binnen- en buitenlandse VGI en fermentatie-industrie voor de productie van alcohol<sup>13</sup>. Een klein deel wordt afgezet voor de productie van diervoeders.

Een belangrijk deel van de melasse werd tot voorkort afgezet naar de Nederlandse alcoholindustrie. Echter de productielocatie in Bergen op Zoom is recentelijk ontmanteld en de productie naar elders verplaatst ([www.nedalco.com](http://www.nedalco.com)). Bovendien worden voor de productie van alcohol in toenemende mate graanproducten als grondstof gebruikt in plaats van melasse ([www.cosun.nl](http://www.cosun.nl)).

#### *Schuimaarde (Betacal)*

Per ton bieten resteert 60 kg betacal (50% drogestof). Betacal wordt in diverse vormen (vloeibaar, poeder) met verschillende ds-gehalten als meststof verkocht.

Aan de hand van de voorgaande gegevens zij de hoeveelheden bijproduct bepaald (Tabel 3.43)

---

<sup>13</sup> Bij fermentatie van alcohol ontstaat gist en vinasse als restproduct. De vinasse kan als (kali)meststof of diervoeding worden gebruikt. Uit 35 kg melasse kan 10,5 liter alcohol en 525 gram gist worden geproduceerd.

**Tabel 3.43 Volumes producten en bijproducten suikerwinning**

	2007	2008	2009
Bietenproductie (kton)	5.504	5.219	5.735
Suikerpercentage bieten	17,4	17,2	17,7
Suikeropbrengst (ton per ha)	11,7	12,4	14,0
suiker (kton)	958	898	1.015
bietengrond (kton)	335	314	355
Bietengrond (tarra) per ton bieten	6,1%	6,0%	6,2%
Bietenpulp (kton ds)	275	261	287
waarvan perspulp (nat; kton)	573	544	597
waarvan pulpbrok (kton)	163	155	140
melasse (kton)	193	183	201
Kalkmeststof (Betacal)	220	250	266

De belangrijkste hulpstoffen voor de suikerwinning zijn kalkstenen en cokes voor de productie van kalkmelk en CO<sub>2</sub> en verpakkingsmateriaal. Door interne maatregelen wordt de gebruikte hoeveelheid water steeds kleiner (Suiker Unie, 2010). Het gebruikte water komt hoofdzakelijk uit de biet zelf.

### 3.10.3 Samenstelling en prijzen

**Tabel 3.44 Samenstelling op basis droge stof (gr/kg DS)**

	ds	RAS	RE	RC	ZET	SUI
Bietenblad (upstream)	115	200	182	110	-	-
Bietenperspulp	218	74	98	199	1	30
Bietenpuntjes	136	191	104	150	113	2
Melasse	72%					705
Schuimaarde	45%-58%					

*Tabellenboek veevoeding, 2004.*

Sinds 1 januari 2010 telt de toegediende schuimaarde volledig mee in het gebruiksnormenstelsel.

De prijzen van bijproducten variëren afhankelijk van het jaar; ze hangen onder andere samen met de prijsvorming van andere grondstoffen/substituten op internationale markten. Kenmerkend voor 2008 zijn bijzonder hoge prijzen (Tabel 3.45 en Tabel 3.46).

**Tabel 3.45 Prijzen natte veevoerders in euro per ton af fabriek franco boerderij incl. BTW**

	2005	2006	2007	2008	2009
Bietenperspulp (24% ds)	28,20	30,10	53,50	57,00	26,50

*Bron: LEI*

Rabobank (2010) geeft voor 2008 een prijs voor pulp van 150 euro per ton

**Tabel 3.46 Prijzen veevoedergrondstof af fabriek excl BTW**

	2005	2006	2007	2008	2009
Bietenpulppellets inlands	116,25	123,00	-	216,65	129,75
Melasse (rietsuiker)	107,85	122,10	109,35	131,70	148,55

*Bron: LEI*

Prijzen bietsuikermelasse (inlands) niet beschikbaar.

**Tabel 3.47 Afzet coproducten verwerkende industrie als vochtrijke diervoeders: suikerindustrie**

	2007	2008
Perspulp	410	350
Bietenpuntjes/cichoreipulp	22	25

*Bron: OPNV 2008*

#### 3.10.4 Samenvatting en ontwikkelingen en trends

Door een geringe inkrimping van de suikerbietenenteelt als gevolg van de Europese marktordening is minder bijproduct (bietenperspulp) op de markt beschikbaar gekomen. Suiker Unie heeft momenteel in Nederland een suikerquotum van 805.000 ton. Dit quotum wordt jaarlijks overschreden. De overschotsuiker wordt op de wereldmarkt afgezet. Deze suiker is in principe ook voor andere doeleinden zoals energieproductie (bijvoorbeeld voor bioethanol of andere biofuel productie) geschikt onder voorwaarde dat dit voor de producent een rendabele optie is.

Bij beide productielocaties zijn methaanreactoren in gebruik voor vergisting van vloeibare stromen. Het proceswater dat organische materiaal bevat, wordt vergist tot methaan; ook andere vloeibare stromen van Suiker Unie en derden kunnen in de toekomst voor vloeibare vergisting worden aangewend.

Cosun investeert in biogasproductie. Naast de vloeibare vergisting start de suikerindustrie met de bouw van een installatie voor vergisting van organisch materiaal zoals staartjes van bieten. In deze installatie worden de organische stoffen omgewerkt tot biogas, wat vervolgens wordt opgewerkt tot 'groen gas' (aardgaskwaliteit). In eerste instantie worden de meest laagwaardige bijproducten vergist en hoogwaardige bijproducten elders afgezet. Nagegaan wordt of en waar in de procesketen het bedrijfseconomisch rendabel is om in de nabije toekomst ook minder laagwaardige bijproducten voor vergisting aan te wenden. Daarnaast worden bijproducten van elders aangetrokken om de capaciteitsbenutting en de rentabiliteit van deze methaanvergister te vergroten. Daarbij denkt men naast bijvoorbeeld bietenpulp, afgekeurde voorgebakken

aardappelproducten en bijproducten van de inulinewinning uit cichorei op termijn ook bietenloof dat nu op het land achterblijft voor vergisting te gaan gebruiken.

### *Samenvatting*

Een samenvatting van de aanwezige en beschikbare reststromen uit de suikerindustrie is hieronder weergegeven (Tabel 3.48).

**Tabel 3.48 Beschikbaarheid van biomassastromen uit de suikerindustrie.**

Naam	Upstream/1e verwerking/downstream	DM	Aanwezig		Beschikbaar	
		gem	kton nat	kton DS	%	kton DS
Suikerbietenpulp	eerste verwerking	22%	1.193	260	10%	26
Melasse, biet	eerste verwerking	72%	200	144	0%	-
Bietenreststromen (puntjes etc)	eerste verwerking	14%	25	3	20%	1
Suiker	eerste verwerking	100%	898	898	0%	-

## 3.11 Uien

### 3.11.1 Teelt, drogen en opslag

In Nederland is het areaal uien gegroeid van 12.000 ha in 1990 naar een redelijk stabiele 26.000 ha in 2008. Hiervan is 20.000 ha zaaiuien (LEI/CBS, 2009) en 5.000 ha plant- en zilveruien. Opbrengsten liggen de laatste jaren tussen de 46 tot 62 ton per ha. De totale opbrengst aan zaaiuien was in 2008 1,23 miljoen ton bij een gemiddelde opbrengst van 60,7 ton per ha. Bij een drogestofgehalte van 15% overeenkomend met 184.500 ton DS.

Per ha ontstaat er op het veld tot zo'n 4 ton DS aan gewasresten (Meesters et al., 2010) die worden nu ondergewerkt. In totaal gaat het dan om 100.000 DS aan gewasresten die op het veld achterblijft en ondergewerkt wordt. Vergisting van deze gewasresten is een optie die wel eens wordt geopperd, met name als manier om stikstof-uitspoeling tegen te gaan. Op dit moment is dit nog niet aan de orde maar het kan wel een optie worden in de komende jaren.

Na oogst worden uien gedroogd en bewaard op het bedrijf. Tijdens de opslag (bij de teler) kan tot enkele procenten productverlies optreden.

In tijden van overproductie (zoals in 2006) worden uien soms ondergewerkt omdat oogsten niet rendabel is. Uien kunnen verder afgezet worden als veevoer (schapen en koeien) en het is ook mogelijk om uien te vergisten. Bij overproductie van uien kan een relevante hoeveelheid uien beschikbaar worden verondersteld voor vergisting. De "uitval" door problemen bij oogst of bewaring en lage prijzen kan aanzienlijk zijn. 5% a 10% gemiddeld lijkt een voorzichtige schatting. Upstream komt dus tot 100.000 ton gewasrest (op veld) vrij en tot 10% van de geogoste uien bij de boerderij (= 18.450 ton DS in 2010).

### 3.11.2 Keten en volumes

Van de Nederlandse uienproductie wordt het grootste deel (750.000 ton in 2006) verwerkt door uien bewerkingsbedrijven (Meeusen et al., 2008). Hier worden uien gesorteerd, buitenste delen worden verwijderd en de uien worden verpakt.

Tijdens het uienbewerkingsproces komt een continue reststroom vrij. Deze sorteer-reststroom bedraagt voor alle uienbewerkingsbedrijven tezamen jaarlijks tegen de 18.000 ton bij een input van 750.000 ton (Meeusen et al., 2008). De reststroom komt in verschillende fracties vrij en bestaat uit: wortel(resten), pellen (de buitenste droge rokken van de ui), staarten, ondermaatse uien (<20 mm), grond en stof. De reststroom heeft een asgehalte van 20 a 40%.

Als we aannemen dat een ui voor 10 % bestaat uit droge stof en de reststroom van uienbewerking 10.000 ton DS bedraagt dan schatten wij dat bij uienbewerking 10% a 15% van de



droge organische stof als restproduct beschikbaar kan zijn. Alternatieven zijn met name compostering. Dit komt verspreid vrij bij veel verschillende bedrijven.

Voor de drogere delen is verbanding een optie (na grondverwijdering). Voor de nattere delen is vergisting een optie. Biofuel productie ligt voorlopig niet voor de hand. Andere hoogwaardigere toepassingen (zoals extractie van kleurstoffen of smaakstoffen) zijn ook mogelijk (Meeusen et al., 2008).

Naast de uienbewerking worden uien ook gebruikt voor olie-extractie en productie van andere producten (o.a. gefrituurde uien). Hoewel de volumes hierbij lager zijn schatten wij de hoeveelheid bijproducten groter zeg 20% van de droge (organische) stof. Deze producten bevatten ook de buitenste droge delen en grond en stof maar ook z.g. “uien pulp” of “uienslurrie” of. Dit product wordt als natte veevoer afgezet (OPNV, 2008) maar kan ook vergist worden.

Naar schatting is de productie hiervan 12.000 ton per jaar, ofwel 1.200 ton droge stof.

### 3.11.3 Samenstelling en prijzen

Wellicht is uienslurrie/pulp geschikt voor 2<sup>e</sup> generatie ethanolproductie en komt het dan in aanmerking voor dubbelstelling (zie VROM regeling). Sorteerafval werd tot voor kort tegen geringe kosten op het bedrijf gecomposteerd en lokaal ondergewerkt (zeg 25€ per ton as is). Door veranderingen in wetgeving worden alternatieven gezocht (Meeusen et al., 2008).

### 3.11.4 Samenvatting en ontwikkelingen en trends

De uienproductie is in Nederland afgelopen jaren gegroeid. Tijdens bewaring, droging en bewerking voor verpakking komen er reststromen vrij. De meeste uien worden na “bewerking” geëxporteerd de rest wordt lokaal geconsumeerd en een deel wordt verwerkt tot specifieke producten (bijvoorbeeld uienolie). In sommige jaren is er een overproductie waardoor het mogelijk aantrekkelijk kan zijn een deel van de uienproductie af te zetten naar vergisting.

Reststromen werden tot voor kort

Een samenvatting van de nu aanwezig en beschikbaar veronderstelde stromen is hieronder weergegeven (Tabel 3.49).

**Tabel 3.49 Beschikbaarheid van biomassastromen uit uienbewerking en -verwerking.**

Naam	Upstream/1e verwerking/downstream	DM	Aanwezig		Beschikbaar	
		gem	kton nat	kton DS	%	kton DS
Uien “overschot” of uitval	Vooral upstream	10%	1.230	160	5%	8
Uien restafval	eerste verwerking	33%	33	11	50%	6

### 3.12 Cacaooverwerking

Amsterdam is de grootste cacaohaven ter wereld, hier wordt ca 500-600 kton per jaar aangevoerd. In de Zaanstreek wordt ca 1 van de 4 miljoen ton wereldwijde productie van Cacao verwerkt (MVO Nederland, 2010). Bij de verwerking van cacaobonen tot cacao, cacaoboter, cacaovet en cacao-olie in Nederland komt ca 66 kton cacaodoppen vrij (Koppejan et al., 2009). Deze zijn niet bruikbaar als veevoer maar worden deels afgezet als bodembedekker in tuinen bij particulieren. Een deel van de productie zou beschikbaar kunnen worden gemaakt voor energieopwekking (Tabel 3.50).

**Tabel 3.50 Beschikbaarheid van biomassastromen uit cacaooverwerking.**

Naam	Upstream/1e verwerking/downstream	DM	Aanwezig		Beschikbaar	
		gem	kton nat	kton DS	%	kton DS
Cacaodoppen	eerste verwerking	88%	65	57	100%	57

### 3.13 Tabakswaren

#### 3.13.1 Upstream: teelt

In Nederland wordt geen tabak geteeld<sup>14</sup>; de grondstoffen voor de tabaksindustrie worden geïmporteerd. De tabak komt van de tabakspant waaraan tabaksbladeren groeien. Na een droging- en gistingproces zijn de bladeren geschikt voor transport en verdere verwerking. De bijproducten die hierbij ontstaan zijn niet gekwantificeerd.

#### 3.13.2 Ketens en volumes

Tabak wordt gebruikt voor productie van sigaretten, sigaren en kerftabak. Kerftabak omvat shagtabak, pijptabak en pruimtabak. De tabaksverwerkende industrie wordt ingedeeld in drie van elkaar los staande ketens:

- Sigarettenindustrie;
- Sigarenindustrie;
- Kerftabakindustrie<sup>15</sup>;

Binnen de consumptie van tabaksproducten is de consumptie van sigaretten is de grootste (Tabel 3.51).

**Tabel 3.51 Jaarlijkse Nederlandse verkopen van tabakswaren**

	2006	2007	2008	2009
Kerftabak (ton)	10.903	10.771	10.348	9.647
Sigaretten (mln stuks)	14.115	15.190	14.905	13.396
Sigaren (mln stuks)	458	453	430	n.a.

Bronnen: VNK, CBS, Min. van financiën en NSO.

Alle leden van de Stichting Sigaretten Industrie (SSI) produceren sigaretten buiten Nederland. In 2010 heeft Nederland nog één sigarettenproducent en één producent van kerftabak (resp. Philip Morris<sup>16</sup> te Bergen op Zoom en Imperial Tabacco te Joure). Hoewel productiegegevens ontbreken, meldt dagblad De Stem (29 juli 2010) dat Phillips Morris de productie in Bergen op Zoom gaat inkrimpen van 110 miljard sigaretten (in 2009) naar 87,5 miljard stuks per jaar. Rekening houdend met het feit dat het overgrote deel van de binnenlandse productie wordt geëxporteerd en een consumptie van 133,4 miljard sigaretten, bevestigt dit dat een groot deel van de geconsumeerde sigaretten in het buitenland zijn geproduceerd. Binnen de Europese Unie waren Italië en Frankrijk de belangrijkste afnemers van sigaretten.

Sigaren worden met name geëxporteerd naar Frankrijk, Duitsland en het Verenigd Koninkrijk.

<sup>14</sup> Ook de teelt van cannabis laten we buiten beschouwing.

<sup>15</sup> De kerftabakindustrie ontleent zijn naam aan een van de bewerkingen van het tabaksblad, het kerven. Dit is het overdwars snijden van het tabaksblad.

<sup>16</sup> Geen lid SSI.

In 1999 produceerde de Nederlandse tabaksverwerkende industrie 120 miljard sigaretten en 2,2 miljard sigaren. Bovendien kwam er uit de Nederlandse fabrieken 28,7 miljoen kilo kerftabak (50% export) (Tabel 3.52).

**Tabel 3.52 Verkoop kerftabak in Nederland**

	Ton shag	Ton pijptabak	Ton pruimtabak
2001	12.272	143	17
2002	13.071	148	12
2003	12.939	123	12
2004	11.932	110	11
2005	10.97	89	8
2006	10.811	84	8
2007	9.949	43	7
2008	9.437	24	6
2009	8.808	20	4

*Bron: Vereniging Nederlandse Kerftabakindustrie (VНК)*

Het marktaandeel van kerftabak (shag) t.o.v. sigaretten daalt. Van de totale productie van kerftabak gaat ongeveer de helft naar het buitenland, waarbij Duitsland en België de belangrijkste importeurs zijn. De productie van kerftabak is iets lager dan de verkopen; kleine hoeveelheid import.

Aan de hand van de beschikbare gegevens is een schatting gemaakt van het volume bijproduct. De binnenlandse verkopen van kerftabak bedraagt 10.000 ton en een gelijke hoeveelheid wordt geëxporteerd. Totale productie kerftabak: 20.000 ton. Volgens een informant ligt het afvalpercentage tabak tussen de 1 en 2% van het totale volume kerftabak. Het tabaksafval wordt vergist.

In Nederland worden 110 miljard sigaretten geproduceerd. De productie van sigaretten is grotendeels geautomatiseerd; het overgrote deel wordt geëxporteerd. CBS gaat uit van een gewicht van 1 gram tabak per sigaret<sup>17</sup>; voor sigaren is 5 gram per sigaar aangenomen. Het volumegewicht van de binnenlandse sigarettenproductie wordt op 110.000 ton tabak geschat. De productie van sigaren vindt voor een belangrijk deel in het buitenland plaats.

<sup>17</sup> Anonieme bron meldt: Sigaret = 1 gram tabak 1,12 gram incl. filter en blad; 0,83 gram netto tabak.

In totaal wordt in Nederland naar schatting ten minste 130 kton tabak verwerkt. Omvang van de afvalstroom is onduidelijk. Uitgaande van de veronderstelling dat circa 1 à 2 % van de productie tabakafval is, resteert een kleine hoeveelheid restproduct van 1,3 - 2,6 kton.

British American Tobacco meldt in haar Sustainability Report 2009 dat het bedrijf wereldwijd 0,02 ton afval per miljoen sigaretten naar stortplaatsen wordt afgevoerd (o.a. stof). Voor de Nederlandse productie zou dat neerkomen op 2,2 kton afval maar waarschijnlijk is dit lager want de productie in Nederland betreft maar een beperkt deel van de hele tabaksketen. Het afval wordt o.a. gecomposteerd. Naast tabak is voor de productie en het verpakken van sigaretten papier nodig evenals filters die moeilijk verteerbaar zijn (chemisch afval).

### *3.13.3 Samenstelling en prijzen*

Tabak voor sigaretten bevat circa 90% drogestof. Over prijzen van de reststroom die ontstaat bij de productie van rookwaren is geen informatie voorhanden.

### *3.13.4 Samenvatting en ontwikkelingen en trends*

Het aantal rokers in Nederland daalt, wat betekent dat de markt krimpt. Naar verwachting groeit het aantal rokers wereldwijd van 1,3 nu naar 1,7 miljard in 2020. Vooral in ontwikkelingslanden, want daar richten de sigarettenfabrikanten zich op nu het aantal rokers in het Westen daalt.

Uit overweging van besparing van productiekosten hevelen de meeste producenten de productie naar buitenland over zodat de binnenlandse productie inclusief hoeveelheid bijproduct afneemt. De beschikbaarheid is weergegeven in Tabel 3.53.

**Tabel 3.53 Beschikbaarheid van biomassastromen uit de tabaksindustrie (binnenlandse productie) in 2008.**

Product	Hoeveelheid (kton)	Droge stof (in %)	Beschikbaar verondersteld
tabaksafval	2,2	90	50%

## **3.14 Afvalwater en slibben**

Bij verschillende eerste verwerkers van commodities zijn waterzuiveringsinstallaties geplaatst die het afvalwater opschonen om aan de lozingsnormen te voldoen. Helaas ontbreken sectorwijze getallen over de wijze waarop afvalwater nu wordt gereinigd, wel is het bekend dat het overgrote merendeel van de waterzuiveringen die nu in bedrijf zijn aeroob worden bedreven.

Volgens CBS Statline kwam er in 2008 ca 66 kton DS aan slib vrij uit de voedings- en genotmiddelenindustrie, zie Tabel 3.4. Het betreft een breed palet aan slibben, afkomstig uit de reiniging van afvalwaterstromen uit bijvoorbeeld de zetmeel-, suiker-, en aardappelverwerkende industrie. Aannemende dat het afgeleverde slib gemiddeld 30% as bevat en een hogere verbrandingswaarde van 17,5 GJ/ton droge organische stof heeft, betekent dit een energieinhoud van ca 0,8 PJ HHV voor het slib.

Een deel van het geproduceerde slib wordt weer teruggebracht in de landbouw of de bodem, dit betreft vooral tarrarijke stromen met relatief weinig organische stof. Bijna 10 kton DS wordt thans gecomposteerd en nog eens ruim 9 kton DS verbrand. Ook werd ruim 43 kton (6 kton ds) aan slib van slachterijen naar Rendac afgevoerd. Van 28 kton DS is de bestemming onbekend.

**Tabel 3.54 Bestemming van slib afkomstig uit de Voedings en Genotmiddelen Industrie in 2008 (CBS Statline, 2010).**

Bestemming	kton natte stof	kton droge stof	DS percentage
Landbouw/bodem	198.939	12.044	18%
Diervoeders/destructiebedrijven	43.459	6.084	9%
Composteren	72.119	9.558	14%
Storten	10.878	1.405	2%
Verbranden	67.535	9.231	14%
Overige bestemmingen	341.106	28.258	42%
Totaal	734.037	66.580	100%

Er is een globale schatting gemaakt van de energie-inhoud in het influent van deze waterzuiveringen en hoeveelheid te produceren biogas wanneer de afvalwaterzuiveringen zelf biogas zouden maken.

Aangenomen kan worden dat in de meeste gevallen nog gebruik wordt gemaakt van een eenvoudige zuiveringsinstallatie met actief slibruimte, nabezinktank en slibontwatering. Bij een dergelijke zuivering verdwijnt de zwevende stof in het influent naar het slib, de rest van de energie in het influent betreft opgeloste stof zoals suikers en vetten, deze worden dan aerobisch afgebroken. Uit energiebalansen over RWZI waterzuiveringen van het project 'De Energiefabriek' (De Energiefabriek, 2010) blijkt dat bij een RWZI op deze wijze ca 30% van de inkomende energie naar het slib gaat, de rest wordt vooral afgebroken of verdwijnt met het effluent. Dit zou overeenkomen met ca 2,8 PJ HHV aan influent. Bij een efficiënte anaerobe RWZI waterzuivering wordt er meer zwevende stof uit het influent neergeslagen en vervolgens deels via anaerobe vergisting omgezet naar biogas, zodat ca 20-25% van de energie in het influent wordt omgezet naar biogas. Aangenomen dat hier vergelijkbare conversiegraden gelden, komt dit overeen met een technisch potentiaal ca 0,7 PJ HHV aan biogas, of ca 20 miljoen m<sup>3</sup> aardgas equivalent. Opgemerkt moet worden dat deze schatting redelijk grofstoffelijk is omdat de samenstelling van het vrijkomende influent van uiteenlopende aard kan zijn en daarmee sterk de biogasproductie kan bepalen.

**Tabel 3.55 Beschikbaarheid van AWZI slib voor energieproductie.**

Naam	Upstream/1e verwerking/downstream	DM	Aanwezig		Beschikbaar	
		Gem.	kton nat	kton DS	%	kton DS
AWZI slib	eerste verwerking	9%	734	67	0%	-

## 4 Afvalanalyse en ingezamelde producten

### 4.1 Inleiding

Terwijl hoofdstuk 3 zich richt op secundaire bijproducten welke inherent zijn aan de eerste verwerking en deels ook upstream van de eerste verwerking vrijkomen, valt ook de relatie te leggen met een aantal andere afvalstromen welke later in de keten vrijkomen. Na afloop van het gebruik als product komt een deel van de producten uit de voedingsmiddelenindustrie namelijk weer vrij als onderdeel van een rest- of afvalstroom. Soms worden deze stromen weer teruggevonden in de afvalstatistieken, soms valt het erbuiten omdat het niet als afval wordt aangemerkt en een directe bestemming vindt in bijvoorbeeld veevoer of voor de productie van biodiesel. Zie ook Figuur 2.1 voor een grafische uitleg hiervan.

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste stromen genoemd en gekwantificeerd welke downstream worden gevormd. Dit zijn

- Putvetten van horecabedrijven, instellingskeukens en voedingsmiddelenbedrijven
- Gebruikte frituuroliën en -vetten
- Swill van restaurants
- Groenafval en GFT wat vrijkomt bij supermarkten, restaurants en consumenten
- Over de datum producten en misproducten bij supermarkten en uit de eerste en verdere verwerking

### 4.2 Putvetten

Ondernemingen in de voedingsmiddelenindustrie (voedselproducenten, restaurants e.d.) zijn verplicht een vetafscheider te plaatsen (NEN 7087) indien hun afvalwater een vetconcentratie heeft van meer dan 300 milligram per liter afvalwater. Die afscheider moet worden geleegd zodra de vetlaag een dikte heeft van 10 à 15 cm. In de vetafscheider bevinden zich een aantal verticale schotten welke ervoor zorgen dat slib, vet en water zich van elkaar scheiden zodat het putvet gescheiden kan worden afgevoerd. Er zijn een aantal bedrijven die putvet inzamelen en afvoeren.

Recente statistieken over de hoeveelheid ingezameld putvet ontbreken. Volgens enkele grote inzamelaars waarmee in het kader van dit onderzoek is gesproken, kan worden aangenomen dat de productie aan putvetten de laatste jaren vrijwel constant gebleven op het niveau van ca 100 kton per jaar, met een gemiddeld droge stof gehalte van 6% wanneer het wordt ingezameld. (van Gansewinkel, 2010, Vereniging Afvalbedrijven, 2010). Dit materiaal wordt nu vergist in Nederland (bijv bij Ecoson) of geëxporteerd naar Duitsland.

De concurrentie met Duitsland is sterk omdat putvetten daar ook met mest mogen worden covergist en het restant van de vergisting van putvetten (het digestaat) daarmee mag worden uitgereden. In Nederland mogen putvetten alleen in industriële vergisters worden vergist omdat het niet op de positieve lijst staat [Teeuwissen, 2010]. De achterliggende redenering is dat putvetten mogelijk verontreinigd kunnen zijn met schoonmaakmiddelen e.d. welke af en toe ook



met het afvalwater worden weggespoeld. Het verschil in level playing field maakt het niet eenvoudig om deze stroom ook in Nederlandse industriële vergisters in te zetten (GMB, 2010).

Een samenvatting van de huidige aanwezigheid en beschikbaarheid van putvetten is hieronder weergegeven (Tabel 4.1)

**Tabel 4.1 Samenvatting van de huidige aanwezigheid en beschikbaarheid van putvetten.**

Naam	Upstream/1e verwerking/downstream	DM	Aanwezig		Beschikbaar	
		gem	kton nat	kton DS	%	kton DS
Putvetten	downstream	6%	100	6	100	6

### 4.3 Frituurolie en vetten

Gebruikte frituurvetten en oliën komen na gebruik bij particulieren, horecabedrijven en instellingskeukens en bepaalde producenten van voedingsmiddelen (bijvoorbeeld aardappelverwerking) vrij. Het is daarmee een tertiaire stroom. Volgens een schatting van het productschap MVO werd er in 2008 door Nederlandse consumenten en grootverbruikers gezamenlijk ca 65 kton aan frituurvetten en –oliën gebruikt, waarvan 23 kton bij consumenten en 42 kton bij de horeca (MVO 2009). Een deel hiervan blijft achter in het gefrituurde product, echter een groot deel komt weer vrij als restmateriaal (bij consumenten 65% of 18 kton). Dit wordt na gebruik deels weer ingezameld via het toenemend aantal inzamel punten (voor consumenten) en enkele tientallen kleine inzamelaars (voor grootverbruikers). In de horeca wordt al ca 95% ingezameld (42 van ca 45 kton), bij particulieren is het echter nog slechts 1 van ca 18 kton, maar neemt het toe met het toenemend aantal inzamel punten. Daarnaast wordt er nog ca 10 kton aan frituurvet afgezet door de aardappelverwerkende industrie, deze stroom is nu opgenomen onder 3.5. Gezamenlijk betekent dit dat er thans ca 41 kton aan Nederlands frituurvet wordt ingezameld, exclusief de eerder genoemde aardappelverwerkende industrie (in dit rapport beschouwd als een secundaire stroom, direct gerelateerd aan de aardappelverwerkende industrie ) en de import van gebruikte frituurvetten en –oliën, zie Tabel 4.2.

**Tabel 4.2 Productie en beschikbaarheid van frituurvetten en –oliën van particulieren en restaurants in Nederland.**

Sector	Gebruik van frituurvetten / oliën (kton)	Productie van gebruikte frituurvetten / oliën (kton)	Ingezameld (kton)
Particulieren	23	18	1
Restaurants	42	42	40
Totaal	65	60	41

Naast verwerking van gebruikte frituurvetten en -oliën uit Nederland is er een sterke internationale handel in (gebruikte) frituurvetten en oliën, waarbij ook grote hoeveelheden worden geïmporteerd (met name uit Duitsland en België). Volgens een schatting van MVO wordt er jaarlijks in totaal zelfs ca 150 kton aan frituurvetten en -oliën verwerkt in Nederland (MVO 2010b). Dit materiaal wordt gesmolten, van onzuiverheden (met name frituurresten) en water ontdaan en vervolgens bestemd als grondstof voor biodiesel, biobrandstof voor energieopwekking (met name in de glastuinbouw) of oleochemische producten (zeep, shampoo ed). Vanwege de mogelijke contaminatie tijdens inzameling mag gebruikt frituurvet sinds 2002 niet meer in veevoeder worden toegepast.

De verwerking van gebruikte frituurvetten en -oliën naar biodiesel is lucratief omdat het mogelijk is dat deze biodiesel dubbel telt voor de Nederlandse biobrandstof doelstelling (zie ook paragraaf over “regeling dubbeltelling betere biobrandstoffen” hoofdstuk 6.2). Uit het MVO overzicht van biodieselproducenten die gebruik maken van gebruikte frituurvetten en -oliën (Tabel 4.3) blijkt dat de productiecapaciteit voor biodiesel op basis van gebruikte frituurvetten en -oliën in Nederland in 2010 al 236 kton per jaar bedroeg. Een deel van de grondstof zal via import worden verkregen en de totale capaciteit zal in 2010 niet benut zijn.

**Tabel 4.3 Productiecapaciteit voor biodiesel uit frituurvet in Nederland (kton) in 2010. (MVO, 2009).**

Naam	kton	Status	Opmerking
Greenmills/Biodiesel Amsterdam	100	<i>Operational in 2010</i>	
Biodiesel Kampen	60		
BioDsl, Breda	6		
Sunoil, Emmen	70		Ook dierlijke vetten

Een samenvatting van de aanwezigheid en beschikbaarheid van frituurvetten en -oliën is hieronder weergegeven (Tabel 4.4).

**Tabel 4.4 Samenvatting van de aanwezigheid en beschikbaarheid van gebruikte frituurvetten en -oliën.**

Naam	Upstream/1e verwerking/downstream	DM gem	Aanwezig		beschikbaar	
			kton nat	kton ds	%	kton ds
Frituurvetten ingezameld	Downstream	100%	60	60	68%	41

#### 4.4 Over de datum producten (ODP) en productuitval

Naast de reststromen die direct zijn gekoppeld aan de productie van voedingsmiddelen is er tevens sprake van misproductie en verspilling in de keten. Inclusief de consument wordt er ca 3 miljoen ton aan voedsel verspild (Luijtjes, 2007). Opgesplitst naar de schakels in de voedselketen wordt de verspilling volgens (Luijtjes, 2007) geraamd op

- 10- 15% bij de primaire productie (upstream, in het veld)
- 0 - 9% in de voedselverwerkende industrie
- 3 tot 6% in de supermarkten (downstream)
- 10-15% bij de consument (downstream).

In paragraaf 4.6 wordt de reststroom bij de consument beschouwd; deze stroom wordt hier daarom buiten beschouwing gelaten. De stromen in de leveringsketen voor de consument welke nog niet eerder zijn beschreven, zijn productuitval in de voedselverwerkende industrie en ODP bij supermarkten. Uitgaande van bovenstaande percentages kan worden geschat dat er ca 400 kton in de voedselverwerkende industrie vrijkomt en nog eens ca 400 kton bij de supermarkten.

Binnen de voedselverwerkende industrie komt het af en toe voor dat een stroom niet voldoet aan de vereiste specificaties. Deze wordt dan ofwel terug ingevoerd in het proces, ofwel afgevoerd met als bestemming veevoeder of afvalverwerking.

Over de Datum Producten vanuit de supermarkten door een lagere verkoopsnelheid dan verwacht, maar ook doordat consumenten eerder producten kopen met een langere THT datum, zodat oudere producten over de THT datum gaan. Deze stromen worden meestal retour gebracht naar het distributiecentrum, vanwaar het naar een afvalverwerker gaat die het scheidt in verschillende fracties welke afzonderlijk worden verwerkt. Een deel gaat alsnog naar veevoer (bijvoorbeeld brood), een ander deel wordt vergist of gecomposteerd.

Volgens de Nota Duurzaam Voedsel wordt er jaarlijks voor ca € 2 miljard in de totale voedselketen verspild bij de productie, de verwerking, het vervoer of bij verkoop (exclusief de consumenten thuis). Afhankelijk van de productgroep is dit 30 tot zelfs 50% van de voedselproductie (Nota Duurzaam Voedsel, Min LNV).

Er werd in 2008 ca. 17 kton aan GFT afval van de KWD sector en 39 kton aan overig organisch afval (vooral afkomstig uit de voedingsmiddelenindustrie) verwerkt in composteerinstallaties. Een voorbeeld van een verwerker van Over de Datum Producten en productuitval is de Biocel installatie van Orgaworld in Lelystad, waar tot 28 kton per jaar aan overige stromen wordt vergist (Uitvoering Afvalbeheer, 2009). Naast deze 56 kton is een onbekende hoeveelheid richting andere bestemmingen gegaan, zoals veevoer e.d. Aangenomen wordt dat er momenteel 56 kton aan restmateriaal beschikbaar is voor energieopwekking.

Een samenvatting van de aanwezigheid en beschikbaarheid van ODP en productuitval is hieronder weergegeven (Tabel 4.5).

**Tabel 4.5 Samenvatting van de aanwezigheid en beschikbaarheid van over de datum producten (ODP) en productuitval.**

Naam	Upstream/1e verwerking/downstream	DM	Aanwezig		Beschikbaar	
		gem	kton nat	kton DS	%	kton DS
ODP en productuitval	eerste verwerking	49%	400	196	14%	27

#### 4.5 Swill

Swill betreft voedselrestanten van (bedrijfs)restaurants, veroorzaakt door

- Niet-geconsumeerd eten door de klant (10 tot 15% van het ingekochte eten)
- de bereiding van voedsel in de keuken (5 tot 10% van het ingekochte eten)
- niet- eetbare voedselrestanten als schillen, botjes e.d. (ca 10% van het ingekochte eten)

Er komt jaarlijks ca 51 kton aan organisch restaurantafval vrij (Inholland, 2010), hiervan wordt slechts een fractie (ca 6 kton) apart ingezameld en is dan beschikbaar voor energieopwekking (Werkgroep Afvalregistratie, 2009). Het restant wordt met het restafval afgevoerd. Voorheen werd swill gebruikt als veevoer, maar vanwege de aanwezigheid van vlees mag dit ter beperking van het risico op ziekteverspreiding niet meer en is het volledig beschikbaar voor energieopwekking. De meest logische verwerkingsroute is dan anaerobe vergisting in een industriële vergister, het staat nl niet op de positieve lijst van covergistingmaterialen van LNV.

De samenstelling van restaurantafval is vermeld in Tabel 4.6. Met name dierlijke eiwitten (zuivel en vlees) zijn een probleem omdat de productie hiervan gepaard gaat met een relatief hoge CO<sub>2</sub> uitstoot.

**Tabel 4.6 Samenstelling van de verschillende fracties in restaurantafval, met daarbij de bijdrage aan de economische waarde en de totale broeikasgasuitstoot. (Inholland, 2010).**

	Volume (%)	Euro	Bijdrage aan CO <sub>2</sub> uitstoot
Vlees	8%	20%	60%
Vis	7%	23%	5%
Zetmeel	15%	6%	16%
Brood	25%	11%	11%
Groente en Fruit	32%	29%	2%
Diversen	13%	11%	6%
Totaal	100%	100%	100%

Een samenvatting van de aanwezigheid en beschikbaarheid van swill is hieronder weergegeven (Tabel 4.7).

**Tabel 4.7 Samenvatting van de aanwezigheid en beschikbaarheid van swill.**

Naam	Upstream/1e verwerking/downstream	DM	Aanwezig		Beschikbaar	
		gem	kton nat	kton DS	%	kton DS
Swill	downstream	25%	6	2	5%	0

#### 4.6 Restafval en GFT bij consumenten

Consumenten gooien zelf op dit moment ca 8 tot 11% van de voeding weg die wordt aangeschaft, het gaat dan om ca 800 kton per jaar. Daarnaast worden er een vergelijkbare hoeveelheid aan productgerelateerde reststromen als schillen e.d. weggegooid (Luijtjes, 2007). Deze gezamenlijke hoeveelheid van ca. 1600 kton verdwijnt nu deels met het restafval en deels met het GFT afval.

Volgens AgentschapNL (2010) bedraagt het aandeel GFT afval excl tuinafval in huishoudelijk restafval thans ca 23%. Op een totale hoeveelheid huishoudelijk restafval van 3946 kton in 2008 (Statline, 2010) komt dit overeen met ca 895 kton. Een deel hiervan (ca 120 kton) wordt al nagescheiden en apart verwerkt (bijvoorbeeld 50 kton bij Orgaworld in Lelystad), de rest wordt als onderdeel van het restafval verbrand in AVI's.

Daarnaast werd er in 2008 ca 1290 kton aan GFT afval ingezameld van huishoudens (CBS Statline, 2010). Huishoudelijk GFT-afval bestaat voor ca. 30 tot 40% uit keukenafval, dit komt overeen met ca 450 kton/jaar wat aan de voedingsmiddelenindustrie kan worden gerelateerd. Totaal komt dit overeen met ca 1.35 Mton aan keukenafval dat aan de voedingsmiddelenindustrie is gerelateerd.

Een samenvatting van de huidige productie en beschikbaarheid van voedingsreststromen in consumentenafval is hieronder weergegeven (Tabel 4.8).

**Tabel 4.8 Samenvatting van de huidige productie van voedingsreststromen in consumentenafval.**

Naam	Upstream/1e verwerking/downstream	DM	Aanwezig		beschikbaar	
		gem	kton nat	kton DS	%	kton DS
Voedingsreststromen in restafval	downstream	49%	895	439	95%	417
Voedingsreststromen in GFT	downstream	49%	450	221	5%	11

## 5 Samenvatting huidige beschikbaarheid van biomassa voor energie

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de resultaten zoals gegenereerd in hoofdstuk 3 en 4. In paragraaf 5.1 wordt de beschikbaarheid van biomassa vanuit de VGI in 2008 samengevat. In 5.2 worden deze getallen vergeleken met statistieken over de inzet van biomassa in deze sectoren volgens het CBS.

### 5.1 Samenvatting beschikbaarheid in 2008

Een samenvatting van de getalsmatige aannames over de hoeveelheden in 2008 aanwezige en voor energie beschikbare biomassa is weergegeven in Tabel 5.1, een meer uitgebreid overzicht is weergegeven in Tabel 5.2. In deze tabel zijn alle stromen gerelateerd van de agro-industrie opgenomen die eventueel voor een deel ingezet zouden kunnen worden voor energieproductie (warmte, elektriciteit en bio-transportbrandstof). Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen de stromen die “upstream” ontstaan, de stromen die direct bij de eerste verwerking ontstaan en de stromen die “downstream” ontstaan. Upstream stromen ontstaan voor de fabriek, dus op het veld, bij transport en bij opslag. Verder zijn de stromen opgenomen die bij de eerste verwerking in de agro-industrie ontstaan, hier lag de voornaamste focus van het onderzoek. De downstream stromen zijn vooral afvalstromen die later ontstaan (uit producten van de agro-industrie).

Per stroom zijn in Tabel 5.2 vers- en drooggewicht aangegeven, de energie-inhoud als HHV en LHV, de veronderstelde conversieroute en eventuele voorafgaande raffinage (eiwitafscheiding), de soort energie die geproduceerd wordt (warmte, elektriciteit, of transportbrandstof) en de energieproductie uitgedrukt als finale energie en als vermeden fossiele energie.

Uit Tabel 5.1 blijkt dat er vanuit de eerste verwerking in 2008 ca 633 kton DS of 13,5 PJ<sub>HHV</sub> aan reststromen beschikbaar is voor energieopwekking. Bij de gekozen conversieroutes resulteert dit in bijna 8 PJ aan finale energie, ofwel 10 PJ vermeden fossiele energie (als alles wat beschikbaar wordt geacht ook ingezet zou worden). Dit is grotendeels biodiesel (5 PJ) afkomstig uit vetzuren uit de olie- en vetverwerkende industrie en dierlijke vetten afkomstig van slachterijen en verdere verwerkende industrie.

De getallen voor aanwezige biomassa in 2008 vormen de input voor de analyse van beschikbare biomassa in 2020 (zie hoofdstuk 6.3).

**Tabel 5.1 Samenvatting van de aanwezigheid en beschikbaarheid van biomassa uit de VGI in 2008**

		1e verwerking	Upstream	Downstream	Totaal
Aanwezig primair	kton nat	24.958	77.986	1.644	104.588
	kton ds	11.432	9.397	807	21.635
	PJ HHV	290,8	156,7	14,9	462,4
Beschikbaar primair	kton nat	1.254	14.263	1.014	16.531
	kton ds	633	1.814	475	2.922
	PJ HHV	13,5	29,8	8,7	52,0
Finale energie					
Elektriciteit	PJ	1,8	5,4	1,2	8,4
Warmte	PJ	0,6	-	-	0,6
Biofuels	PJ HHV	5,2	-	1,6	6,8
waarvan 2nd gen	PJ HHV	2,8	-	1,6	4,4
Totaal finaal	PJ	7,6	5,4	2,9	15,9
vermeden fossiel	PJ LHV	10,0	12,0	4,4	26,4

Met de beschikbare reststromen welke upstream van de primaire verwerking in Nederland vrijkomen kan eveneens ca 5 PJ aan finale worden opgewekt. Dit betreft vooral dierlijke mest.

De belangrijkste stromen die downstream vrijkomen en beschikbaar zijn, zijn de organische fractie in het restafval en frituurvetten. Hiermee kan ca 3 PJ aan finale energie worden opgewekt.

Verder willen wij opmerken dat nieuwe onconventionele grondstofstromen (bijvoorbeeld algen en wieren) die mogelijk direct of na verwerking als bijproduct voor energie ingezet zullen gaan worden niet mee zijn genomen, zowel in de statistieken voor 2008 als voor de prognoses tot 2020 zoals in hoofdstuk 6 uitgewerkt, omdat wordt verwacht dat deze inzet nog relatief beperkt zal zijn ten opzichte van de andere stromen. Na 2020 kan dit echter wel relevant worden.

Tabel 5.2 In 2008 aanwezige en voor energieopwekking beschikbare biomassa uit de voedings en genotmiddelen industrie

Naam		Aanwezig				Conversie- route#	bioraffinage: afscheiding		Beschikbaar				Finale energie					Vermeden fossiel PJ LHV
		kton nat	kton DS	PJ HHV	PJ LHV		eiwitten (%)	vetten (%)	kton nat	kton DS	PJ HHV	PJ LHV	PJ electr	PJ warmte	PJ fuel		PJ totaal	
															2nd gen	PJ totaal		
3.1* drijfmest Vleesvee	Vleesverw. Ind.	21.382	1.711	28,5	-	AD-W	0,0%	0,0%	4.276	342	5,70	-	0,84	-	-	-	0,84	1,88
3.1 Stapelbare mest	Vleesverw. Ind.	3.471	1.909	30,6	23,1	CWKK-W	0,0%	0,0%	1.418	780	12,51	9,43	2,83	-	-	-	2,83	6,33
3.3 drijfmest Melkvee	Zuivelindustrie	42.763	3.421	57,0	-	AD-W	0,0%	0,0%	8.553	684	11,40	-	1,68	-	-	-	1,68	3,75
3.7 Natte gewasresten akkerbouw	Voedingstuinb+ ind.groenten	6.567	985	16,4	1,6	AD-W	0,0%	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.7 Natte gewasresten tuinbouw	Voedingstuinb+ ind.groenten	2.543	356	5,9	0,1	AD-W	0,0%	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.7 Rooihout van fruitbomen	Voedingstuinb+ ind.groenten	160	80	1,6	1,3	CWKK-W	0,0%	0,0%	16	8	0,16	0,13	0,04	-	-	-	0,04	0,09
3.8 Stro van granen	maalindustrie	1.100	935	16,8	14,6	CWKK-W	0,0%	0,0%	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
3.8 NL Tarwe voor energie	maalindustrie	-	-	-	-	AD-W	0,0%	0,0%	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Totaal upstream</b>		<b>77.986</b>	<b>9.397</b>	<b>156,7</b>	<b>40,7</b>				<b>14.263</b>	<b>1.814</b>	<b>29,76</b>	<b>9,55</b>	<b>5,38</b>	-	-	-	<b>5</b>	<b>12</b>
3.1 Dierlijkevetten cat 1 en 2	Vleesverw. Ind.	42	42	1,7	1,5	Biodiesel1	0,0%	0,0%	42	42	1,65	1,55	-	-	1,65	1,65	1,65	1,65
3.1 Dierlijkevetten overig	Vleesverw. Ind.	166	166	6,5	6,1	Biodiesel1	0,0%	0,0%	20	20	0,77	0,72	-	-	0,77	0,77	0,77	0,77
3.1 Ongeboren mest en maaginhoud	Vleesverw. Ind.	140	21	0,3	0,0	AD-W	0,0%	0,0%	140	21	0,35	0,04	0,05	-	-	-	0,05	0,12
3.1 Diermeel cat 1	Vleesverw. Ind.	67	64	0,9	0,6	COF	0,0%	0,0%	67	64	0,62	0,27	0,05	-	-	-	0,05	0,12
3.1 Diermeel cat 2	Vleesverw. Ind.	29	27	0,4	0,3	COF	0,0%	0,0%	29	27	0,27	0,11	0,27	-	-	-	0,27	0,60
3.2 Visafval schone stromen	Visverw. Ind.	50	10	0,2	0,1	AD-W	0,0%	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.2 Visafval mengstromen	Visverw. Ind.	20	4	0,1	0,0	AD-W	0,0%	0,0%	20	4	0,07	0,03	0,02	-	-	-	0,02	0,05
3.3 Zuivelrestanten, 2e spoeling	Zuivelindustrie	30	1	0,0	-	AD-W	0,0%	0,0%	30	1	0,02	-	0,01	-	-	-	0,01	0,01
3.3 Zuivelrestanten, misproductie	Zuivelindustrie	100	13	0,3	0,1	AD-W	0,0%	0,0%	100	13	0,29	0,06	0,11	-	-	-	0,11	0,24
3.4 Schroten (soja)	Olien en vetten	2.869	2.519	40,9	36,2	AD-W	0,0%	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4 Zeefafval	Olien en vetten	23	20	0,3	0,3	AD-W	0,0%	0,0%	23	20	0,32	0,28	0,08	-	-	-	0,08	0,17
3.4 Gebruikte bleekarde	Olien en vetten	12	11	0,2	0,2	AD-W	0,0%	0,0%	12	11	0,17	0,15	0,04	-	-	-	0,04	0,09
3.4 Vetzuren	Olien en vetten	123	123	4,8	4,5	Biodiesel1	0,0%	0,0%	62	62	2,42	2,27	-	-	2,42	-	2,42	2,42
3.4 Oliën en vetten uit crush	Olien en vetten	1.036	1.036	40,8	38,2	Biodiesel1	0,0%	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4 Oliën en vetten uit raffinage	Olien en vetten	3.167	3.167	124,6	116,8	Biodiesel1	0,0%	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4 Hullen, schillen	Olien en vetten	195	174	2,9	2,6	AD-W	0,0%	0,0%	195	174	2,94	2,61	0,55	-	-	-	0,55	1,24



Naam		Aanwezig				Conversie- route#	bioraffinage: afscheiding		Beschikbaar				Finale energie					Vermeden fossiel PJ LHV	
		kton nat	kton DS	PJ HHV	PJ LHV		eiwitten (%)	vetten (%)	kton nat	kton DS	PJ HHV	PJ LHV	PJ electr	PJ warmte	PJ fuel	PJ fuel			
																2nd gen	PJ totaal		totaal
3.5	Gebruikte frituurvetten aardappelindustrie Aardappelen, onregelmatige overschotten naar vergisting of ethanol	Aardverw ind, cons aard	10	10	0,4	0,4	Biodiesel1	0,0%	0,0%	10	10	0,39	0,37	-	-	0,39	0,39	0,39	0,39
3.5	Aardappelstoomschillen	Aardverw ind, cons aard	480	72	1,2	0,1	AD-W	0,0%	0,0%	29	6	0,10	0,03	0,03	-	-	-	0,03	0,08
3.5	Aardappelsnippers rauw	Aardverw ind, cons aard	256	56	0,9	0,4	AD-W	0,0%	0,0%	24	4	0,06	0,00	0,02	-	-	-	0,02	0,04
3.5	aardappel zuiverings-slib	Aardverw ind, cons aard	76	15	0,2	0,0	AD-W	0,0%	0,0%	13	3	0,05	0,02	0,01	-	-	-	0,01	0,03
3.5	Aardappeldiksap (zetmeel)	Aardverw ind,, zetmeel	2.000	60	0,7	-	AD-W	80,0%	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5	Aardappelpersvezels (zetmeel)	Aardverw ind,, zetmeel	372	61	1,0	0,2	AD-W	0,0%	0,0%	-	-	-	-	0,07	-	-	-	0,07	0,15
3.6	G+F uitval afzetklaar maken na oogst	Voedingstuinb+ ind.groenten	364	36	0,6	-	AD-W	0,0%	0,0%	112	18	0,31	0,06	0,01	-	-	-	0,01	0,02
3.6	Veilingafval G+F (geen bloemen)	Voedingstuinb+ ind.groenten	100	10	0,2	-	AD-W	0,0%	0,0%	18	2	0,03	-	0,01	-	-	-	0,01	0,03
3.6	Snijderijen	Voedingstuinb+ ind.groenten	60	6	0,1	-	AD-W	0,0%	0,0%	20	2	0,03	-	0,01	-	-	-	0,01	0,03
3.6		Voedingstuinb+ ind.groenten	60	6	0,1	-	AD-W	0,0%	0,0%	1	0	0,00	-	0,00	-	-	-	0,00	0,00
3.7	Industriegroenten	Voedingstuinb+ ind.groenten	508	51	0,8	-	AD-W	0,0%	0,0%	1	0	0,00	-	0,00	-	-	-	0,00	0,00
3.7	Industriefruit	Voedingstuinb+ ind.groenten	136	14	0,2	-	AD-W	0,0%	0,0%	5	1	0,01	-	0,00	-	-	-	0,00	0,01
3.7		Voedingstuinb+ ind.groenten	136	14	0,2	-	AD-W	0,0%	0,0%	1	0	0,00	-	0,00	-	-	-	0,00	0,00
3.8	Tarwegries en zemelen	maalindustrie	124	108	1,9	1,6	AD-W	0,0%	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.8	Maiszemelgrint	maalindustrie droge verw.	170	149	2,5	2,2	AD-W	0,0%	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.8	Maisglutenmeel	maalindustrie	400	176	3,0	2,2	AD-W	0,0%	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.8	Hydrolysaat (ingeschat)	Zetmeelindustrie	500	100	1,7	0,6	ETH1	0,0%	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.8	Bierbostel	Bierproductie	540	119	2,2	1,0	AD-W	0,0%	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.8	Biergist	Bierproductie	100	12	0,2	-	AD-W	0,0%	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.8		Bierproductie	100	12	0,2	-	AD-W	0,0%	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.9	Koffiedik in industrie	Koffieindustrie	25	15	0,3	0,3	CWKK+W	0,0%	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.9		Koffieindustrie	25	15	0,3	0,3	CWKK+W	0,0%	0,0%	25	15	0,33	0,28	0,07	0,14	-	-	0,21	0,30
3.10	Suikerbietenpulp	Suikerindustrie	1.193	260	4,1	1,5	AD-W	0,0%	0,0%	-	-	-	-	0,07	-	-	-	0,07	0,15
3.10	Melasse, biet	Suikerindustrie	200	144	2,1	1,7	ETH1	0,0%	0,0%	119	26	0,41	0,15	0,07	-	-	-	0,07	0,15
3.10	Suikerbietenreststromen (puntjes etc?)	Suikerindustrie	25	3	0,1	-	AD-W	0,0%	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.10		Suikerindustrie	25	3	0,1	-	AD-W	0,0%	0,0%	5	1	0,01	-	0,00	-	-	-	0,00	0,00

Naam		Aanwezig				Conversie- route#	bioraffinage: afscheiding		Beschikbaar				Finale energie					Vermeden fossiel PJ LHV
		kton nat	kton DS	PJ HHV	PJ LHV		eiwitten (%)	vetten (%)	kton nat	kton DS	PJ HHV	PJ LHV	PJ electr	PJ warmte	PJ fuel	PJ fuel 2nd gen	PJ totaal	
3.10 Suiker	Suikerindustrie	898	898	15,3	14,3	ETH1	0,0%	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.11 Uien overschot als ui ingezet	uien	1.230	160	1,7	-	AD-W	0,0%	0,0%	12	2	0,02	-	0,00	-	-	-	0,00	0,01
3.11 Uien restafval	uien	123	16	0,2	-	CWKK+W	0,0%	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.12 Cacaooppen	Cacaooverw. ind.	65	57	1,0	0,9	CWKK+W	0,0%	0,0%	65	57	1,04	0,90	0,21	0,45	-	-	0,66	0,96
3.13 Tabaksafval	tabaksproducenten	2	2	0,0	0,0	AD-W	0,0%	0,0%	1	1	0,02	0,01	0,00	-	-	-	0,00	0,00
3.14 AWZI slib	verschillend	734	67	0,8	-	AD-W	0,0%	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.4 ODP en productuitval	VGI industrie	400	196	3,2	2,5	AD-W	0,0%	0,0%	56	27	0,45	0,35	0,07	-	-	-	0,07	0,16
<b>Totaal eerste verwerking</b>		<b>24.958</b>	<b>11.432</b>	<b>290,8</b>	<b>244,2</b>				<b>1.254</b>	<b>633</b>	<b>13,53</b>	<b>10,78</b>	<b>1,82</b>	<b>0,59</b>	<b>5,23</b>	<b>2,81</b>	<b>7,64</b>	<b>9,96</b>
3.9 Koffiedik ingezameld	Koffieindustrie	133	80	1,8	1,5	CWKK+W	0,0%	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.2 Putvetten	Horeca	100	6	0,2	-	AD-W	0,0%	0,0%	100	6	0,24	-	0,09	-	-	-	0,09	0,21
4.3 Gebruikte frituurvetten ingezameld huishoudens + restaurants + import	ingezameld	60	60	2,4	2,2	Biodiesel1	0,0%	0,0%	41	41	1,61	1,51	-	-	1,61	1,61	1,61	1,61
4.5 Swill	Horeca	6	2	0,0	0,0	AD-W	0,0%	0,0%	0	0	0,00	0,00	0,00	-	-	-	0,00	0,00
4.6 Voedingsreststromen in restafval	Consumenten	895	439	7,0	5,1	AVI	0,0%	0,0%	850	417	6,64	4,89	1,12	-	-	-	1,12	2,52
4.6 Voedingsreststromen in GFT	Consumenten	450	221	3,5	2,6	AD-W	0,0%	0,0%	23	11	0,18	0,13	0,03	-	-	-	0,03	0,07
<b>Totaal downstream</b>		<b>1.644</b>	<b>807</b>	<b>14,9</b>	<b>11,5</b>				<b>1.014</b>	<b>475</b>	<b>8,67</b>	<b>6,53</b>	<b>1,25</b>	<b>-</b>	<b>1,61</b>	<b>1,61</b>	<b>2,86</b>	<b>4,41</b>
<b>TOTAAL</b>		<b>104.588</b>	<b>21.635</b>	<b>462,4</b>	<b>296,4</b>				<b>16.531</b>	<b>2.922</b>	<b>51,96</b>	<b>26,87</b>	<b>8,45</b>	<b>0,59</b>	<b>6,85</b>	<b>4,43</b>	<b>15,89</b>	<b>26,40</b>

\* de getallen verwijzen naar de paragrafen (H 3 en H 4) waar de processen worden beschreven waarbij de biomassastromen vrij komen.

# voor een verklaring van de conversieroutes zie Tabel 2.1.

## 5.2 Huidige inzet van biomassa voor energie

Volgens het CBS [CBS, 2010] werd er door de inzet van secundaire reststromen uit de agro-industrie ca 5,5 PJ fossiele energie vermeden, zie Tabel 5.3. Hiervan is echter ca 2,4 PJ afkomstig uit de bijstook van rechtstreeks hiertoe geïmporteerde agro-residuen in kolencentrales. De netto bijdrage uit secundaire reststromen van de Nederlandse agro-industrie komt dan neer op ca 3,1 PJ vermeden fossiele in 2008. Het is niet mogelijk om vanuit de CBS statistieken exact aan te geven welke biomassastromen dat waren, onze indruk is dat het een divers aanbod betrof. Door de inzet van primaire reststromen uit de landbouw werd daarnaast nog eens ca 2,2 PJ aan fossiele energie vermeden. Gezamenlijk zou zo een bijdrage van ruim 5,3 PJ vermeden fossiele energie toe te rekenen zijn aan de agro-bedrijven die vallen onder dit rapport. In verhouding tot het potentieel aan vermijdbare fossiele energie uit de beschikbare reststromen (26,4 PJ, zie Tabel 5.1 en Tabel 5.2) is dit dus slechts een fractie en is er nog ruimte voor uitbreiding.

**Tabel 5.3 Vermeden fossiele energie (TJ) in 2008 door de inzet van reststromen in de bedrijfssectoren uit het Agroconvenant (CBS, 2010)**

		Hout	Agro-industrie	Primaire landbouw	Totaal Agroconvenant
Houtkachels voor warmte bij bedrijven	primair	2.508			2.508
Houtkachels huishoudens	primair	5.464			5.464
Biobrandstoffen voor wegverkeer	primair			300	300
Biogas op landbouwbedrijven	primair		593	1.255	1.848
Bij- en meestoken biomassa in centrales	secundair	2.293	2.380		4.673
Overige biomassaverbranding	secundair	3.545	1.607	647	5.800
Biogas, overig	secundair		897		897
Totaal ingezet		13.810	5.477	2.202	21.489

De vergistinginitiatieven (enkel worden in Hoofdstuk 3 kort besproken) die de laatste jaren in de agro-industrie zijn genomen vallen onder “Biogas, overig”. Verder uitbreiding van energieproductie lijkt mogelijk. Hierbij geeft de agro-industrie wel nadrukkelijk aan dat het grootste deel van de biomassa uit de agro-industrie efficiënt afgezet voor voedings- en veevoerdoeleinden<sup>18</sup>. Energieproductie is meestal voor het grootste deel van de biomassa een laagwaardigere en dus een minder aantrekkelijke toepassing. Tegelijk wordt ook aangegeven dat verdere uitbreiding van energieproductie kan worden versneld als obstakels o.a. in regelgeving wordt aangepast.

<sup>18</sup> Bron: FNLI

## 6 Scenario's voor beschikbaarheid van biomassa uit de agro-industrie in 2020

### 6.1 Scenariobeschrijving

Aangezien de toekomst onzeker is en spelers, waaronder de overheid, maar beperkt invloed hebben op de factoren die onze toekomst bepalen, maken wij gebruik van bestaande contrasterende toekomst scenario's. Hierbij wordt de mogelijkheid om producten uit de agro-industrie in te zetten voor energieopwekking in 2020 per scenario bekeken.

Het doel van scenario-ontwikkeling is door een gestructureerde analyse het effect te evalueren van verschillende, nu nog moeilijk te kwantificeren, drijvende krachten op de toekomstige beschikbaarheid van biomassa uit de agro-industrie voor energieopwekking. Daarbij gaat het om de productie van biomassa in 2020, die per scenario kan verschillen en beschikbaarheid van deze biomassa voor energietoepassing.

Als basis gebruiken we strategische scenario's die zijn ontwikkeld door het IPCC en het CPB (2003) en verder zijn ontwikkeld op EU niveau (EURuralis) of specifiek voor Nederland en de gericht zijn op rurale ontwikkeling (EURuralis), landbouw (Bondt et al., 2009) energie (ECN, 2004; Koppejan et al.; 2009; Heilmann and Verburg, 2010) en afval (SenterNovem, 2008; Prognosedocument Landelijk Afvalbeheerplan, 2008 Afvalsector, 2021).

De basisscenario's zijn gebouwd rondom twee fundamentele drijvende krachten: (1) De mate van regulering en (2) de mate van globalisering (zie Tabel 6.1).

De hier uit voortvloeiende 4 scenario's zijn:

**A1: "Global Economy"**. Dit scenario wordt ook wel "Vrijhandel" genoemd. In dit scenario is er weinig regulering en veel globalisering, dus open grenzen.

**B1: "Strong Europe"**. Dit scenario wordt ook wel "Global Cooperation" of "Grote solidariteit" genoemd. In dit scenario is er globalisering en open markten maar onder veel regulering die zich uit in internationale samenwerking op het terrein van duurzaamheid en milieu.

**A2 "Transatlantic Market"**: Dit scenario wordt ook wel "Isolatie" genoemd. In dit scenario wordt er geen soevereiniteit ingeleverd en is er dus weinig globalisering, regulering is beperkt wat zich o.a. uit in beperkte duurzaamheidseisen.

**B2: "Regional Communities"**: Dit scenario wordt ook wel "Ecologie op kleine schaal" genoemd. In het scenario is er weinig globalisering en veel regulering. Dus hier is veel ruimte voor het aanpakken van duurzaamheidsissues.

De drijvende krachten en belangrijkste algemene kenmerken zijn weergegeven in Tabel 6.1. en Tabel 6.2.

**Tabel 6.1 De 4 scenario's worden bepaald door de 2 fundamentele onzekerheden; de mate van globalisering en mate van regulering.**

Veel globalisering		Hoge regulering
Lage regulering	<p><b>A1: “Global Economy”:</b>  Economie en geldelijk gewin overheerst zonder nationale barrières  De wereldeconomie wordt gebaseerd op direct geldelijk gewin waarbij de gevolgen voor het milieu niet expliciet in acht worden genomen;  Een onderlinge verwevenheid van een volledig open economie met mondiale bestuursstructuren</p>	
	<p><b>A2 “Transatlantic Market”:</b>  Geldelijk gewin overheerst binnen nationale en regionale grenzen  De wereldeconomie wordt gebaseerd op direct geldelijk gewin. Gevolgen voor het milieu niet expliciet in acht worden genomen;  Regio's en landen verschansen zich achter hun grenzen (lokale netwerken)</p>	<p><b>B2: “Regional Communities”:</b>  Wereldproblemen worden lokaal opgelost  De wereldeconomie draagt bij aan het oplossen van mondiale problemen als het milieu en de tegenstelling arm-rijk;  Regio's en landen verschansen zich achter hun grenzen (lokale netwerken)</p>
Weinig globalisering		

**Tabel 6.2 De belangrijkste drijvende krachten van de 4 basisscenario's (naar EURURALIS 2)**

	Bevolking	Solidariteit	Economie	Globalisering	Regulering
A1 Global Economy					
B1 Global Cooperation					
A2 Transatlantic Markets					
B2 Regional Communities					

Voor onze specifieke scenario analyse nemen wij de uitgangspunten van Koppejan et al. (2009) als startpunt. In deze studie is voor de analyse van de beschikbaarheid van Nederlandse biomassa in 2020 voor elektriciteit en warmte de nadruk gelegd op de rol die duurzaamheid speelt bij het invullen van de biomassabehoefte en het aanbod. Hierbij is bij een hoge mate van regulering (scenario B1 en B2) verondersteld dat bio-energie vooral wordt gedreven door duurzaamheid en dan met name door de wens het broeikas effect te bestrijden. Bij lage regulering (scenario A1 en A2) is verondersteld dat bio-energie vooral gedreven wordt door prijs en “security of supply” en veel minder door de wens het broeikas effect te bestrijden.

In Tabel 6.3 is een beschrijving gegeven van de logische kenmerken van bio-energie onder de vier scenario's. In Tabel 6.4 is een beschrijving gegeven van ontwikkelingen van het Nederlandse agro-complex onder de 4 scenario's.

**Tabel 6.3 Beschrijving van het EU en Nederlandse bio-energiesysteem in de 4 basisscenario's**

<p><b>A1: “Global Economy”</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lage biomassa- en CO<sub>2</sub> prijzen</li> <li>• Levendige mondiale handel, vooral vanwege security of supply</li> <li>• Indirecte CO<sub>2</sub> effecten minder belangrijk</li> <li>• Ondersteuning van de Nederlandse landbouw speelt geen rol bij ondersteuning van bio-energie</li> <li>• 1e gen transportbrandstoffen wereldwijd gesourced</li> <li>• 2e gen transportbrandstoffen alleen als het uit kan</li> <li>• Bijproducten worden inefficiënt gebruikt.</li> <li>• Nederlandse biomassa wordt vooral ingezet in decentrale verbranding, bijstook breidt uit met nieuwe kolencentrales.</li> <li>• Indirect effect van bio-energie (en iLUC) zijn niet erg relevant</li> <li>• Level playing field tussen biofuels en chemie begint te ontstaan op basis van prijs</li> <li>• “Inertie” van de energie infrastructuur is groter dan die van de landbouw.</li> </ul>	<p><b>B1: “Strong Europe”</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relatief hoge biomassa- en CO<sub>2</sub> prijzen</li> <li>• Duurzaam geteelde biomassa (met name residuen) wordt mondiaal gesourced.</li> <li>• Bioenergie wordt gedreven door wens GHG uitstoot te verminderen, ook andere duurzaamheidscriteria zijn sturend. Security of supply is ondergeschikt</li> <li>• Ondersteuning van de landbouw speelt geen rol bij ondersteuning van bioenergie</li> <li>• Bijproducten worden wereldwijd efficiënt ingezet voor bioenergie</li> <li>• Indirect effect van bioenergy (en iLUC) zijn relevant. Biomassa concurreert niet met voedsel om land</li> <li>• 1e generatie transportbrandstoffen faseren uit. 2e generatie transportbrandstoffen snelst ingevoerd. Concurrentie met kolencentrales om biomassa</li> <li>• Geen nieuwe kolencentrales, hoge percentages bijstook in bestaande centrales</li> <li>• Level playing field tussen biofuels en chemie begint te ontstaan op basis van duurzaamheid</li> <li>• Door hoge regulering op duurzaamheid is “inertie van de infrastructuur energie en landbouw klein”</li> </ul>
<p><b>A2 “Transatlantic Market”</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bio-energie wordt vooral gedreven</li> <li>• Lage biomassaprijzen</li> <li>• Handel binnen Europa, vooral gedreven door security of supply en kosten</li> <li>• Indirecte CO<sub>2</sub> effecten minder belangrijk</li> <li>• Ondersteuning van de landbouw speelt een grotere rol bij ondersteuning van bio-energie</li> <li>• 1e gen transportbrandstoffen zijn langer belangrijk en komen vooral uit Oost Europa.</li> <li>• Bijproducten worden inefficiënt gebruikt</li> <li>• Nederlandse biomassa speelt een relatief geringe rol.</li> <li>• Nederlandse biomassa wordt vooral ingezet in decentrale verbranding, bijstook breidt uit met nieuwe kolencentrales.</li> <li>• Indirect effect van bioenergy (en iLUC) zijn niet erg relevant</li> <li>• Geen level playing field tussen biofuels en chemie. Biofuels concurreren beter</li> <li>• “Inertie van de infrastructuur” landbouw en energie is groot.</li> </ul>	<p><b>B2: “Regional Communities”</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bio-energie gedreven door klimaatbeleid en andere milieuoverwegingen.</li> <li>• Hoogste prijzen voor biomassa en CO<sub>2</sub></li> <li>• Duurzaam geteelde biomassa wordt uit Oost Europa gesourced</li> <li>• Bio-energie gedreven door broeikasbeleid. Ook duurzaamheidscriteria en security of supply zijn sturend.</li> <li>• Ondersteuning van de landbouw speelt een belangrijke rol bij ondersteuning van bioenergie.</li> <li>• Bijproducten worden efficiënt ingezet ook voor bioenergie</li> <li>• Indirect effect van bioenergy (en iLUC) zijn relevant. Biomassa concurreert niet met voedsel om land</li> <li>• 1e generatie transportbrandstoffen faseren langzaam uit. 2e generatie wordt langzaam ingevoerd.</li> <li>• Geen nieuwe kolencentrales, hoge percentages bijstook in bestaande centrales</li> <li>• Inertie van de energie infrastructuur is klein van de landbouw is hij groter</li> </ul>

**Tabel 6.4 Beschrijving van het EU en Nederlandse agrocomplex onder de 4 basisscenario's.**

<p><b>A1: “Global Economy”</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EU breidt verder uit</li> <li>• Weinig vraag naar biologische en vegetarische producten.</li> <li>• Geen effectief grensoverschrijdend milieubeleid.</li> <li>• Productiequota and interventieprijzen afgeschaft in 2020.</li> <li>• Exportsubsidies en import tarieven langzaam afgeschaft in 2020</li> <li>• Hoge importafhankelijkheid</li> <li>• BBP groei in EU 27 is 2,51%/ jaar</li> <li>• Nederland produceert in grootschalige eenheden met geavanceerde technologieën</li> <li>• Intensieve productiemethoden met grootschalige kassen, melkveehouderij in industrieachtige eenheden waar de koeien binnen blijven en varkensflats.</li> <li>• Er is geen bulkproductie meer; de producten moeten hoge toegevoegde waarde opleveren.</li> <li>• Het landbouwareaal is sterk verminderd.</li> <li>• Areaal NL landbouw: -15 %</li> <li>• Areaal NL glastuinbouw: + 60 %</li> <li>• Aantal NL melkkoeien: + 25 %</li> <li>• Aantal NL varkens - 5 %</li> <li>• Toegevoegde waarde in NL agro + 90 %</li> </ul>	<p><b>B1: “Strong Europe”</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EU breidt verder uit</li> <li>• Focus op duurzaamheid, meer vraag naar biologisch en vegetarisch. Aanbod is internationaal</li> <li>• Effectief grensoverschrijdend milieubeleid.</li> <li>• Productiequota and interventieprijzen afgeschaft in 2020.</li> <li>• Exportsubsidies en import tarieven langzaam afgeschaft in 2020</li> <li>• Import afhankelijkheid is hoog,</li> <li>• BBP groei in EU 27 is 2,25% per jaar</li> <li>• Lichte toename van non-tariff barrières (door duurzaamheideisen)</li> <li>• EU ondersteunt middels subsidie het behoud van karakteristieke Europese natuur en landschappen.</li> <li>• Multifunctionele landbouw wordt ondersteund</li> <li>• Technologie vergaand geaccepteerd, mits de technologie bijdraagt aan een duurzame landbouw.</li> <li>• Areaal landbouw - 15%</li> <li>• Areaal glastuinbouw + 5%</li> <li>• Aantal melkkoeien - 5%</li> <li>• Aantal varkens - 5%</li> <li>• Toegevoegde waarde + 30%</li> </ul>
<p><b>A2 “Transatlantic Market”</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EU breidt niet verder uit</li> <li>• BBP groei in EU 27 is 1,95%/jaar</li> <li>• Beperkte vraag naar biologische en vegetarische producten. Meer vraag naar lokale en EU-producten</li> <li>• Beperkt grensoverschrijdend milieubeleid</li> <li>• Beperkte importafhankelijkheid</li> <li>• Productiequota wat gereduceerd en interventieprijzen verlaagd maar niet afgeschaft</li> <li>• Exportsubsidies gereduceerd en import tarieven gehandhaafd</li> <li>• EU blijft de landbouwsector sterk steunen om de zelfvoorziening van voedsel te garanderen.</li> <li>• Alle sectoren krimpen, maar de krimp is voor bijvoorbeeld de akkerbouw veel geringer dan in scenario Global Economy</li> <li>• Het accent ligt op de grote, gespecialiseerde professionele landbouwbedrijven.</li> <li>• Areaal NL landbouw NL - 15%</li> <li>• Areaal NL glastuinbouw - 15 %</li> <li>• Aantal NL melkkoeien - 5 %</li> <li>• Aantal NL varkens -55 %</li> <li>• Toegevoegde waarde NL agro + 10 %</li> </ul>	<p><b>B2: “Regional Communities”</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EU breidt niet verder uit</li> <li>• BBP groei in EU 27 is 1,29%/jaar</li> <li>• Focus op duurzaamheid, meer vraag naar biologisch en vegetarisch en lokaal geproduceerd.</li> <li>• Effectief op EU gericht milieubeleid.</li> <li>• Productiequota gereduceerd en interventieprijzen verhoogd.</li> <li>• Exportsubsidies afgeschaft en importtarieven gehandhaafd + toename van non-tariff barrières (door duurzaamheideisen)</li> <li>• Nederlandse productie is extensief en kleinschalig georganiseerd. Veel aandacht voor landschap, natuur en zorg;</li> <li>• Lichte daling van het landbouwareaal, merendeel blijft in productie op kleinschalige bedrijven</li> <li>• Extensivering van de productie belemmert een grootschalig gebruik van de landbouwgrond voor non-food toepassingen.</li> <li>• Flexibele afzet naar bioenergie/biobrandstoffen mogelijk</li> <li>• Areaal NL landbouw - 10%</li> <li>• Areaal NL glastuinbouw - 55 %</li> <li>• Aantal NL melkkoeien - 15 %</li> <li>• Aantal NL varkens - 55 %</li> <li>• Toegevoegde waarde NL agro - 5 %</li> </ul>



### Beschikbaarheid van Nederlandse biomassa voor elektriciteit en warmte in 2020 onder 4 scenario's

In de recente studie van Koppejan et al (2009) werd een analyse gemaakt van de beschikbaarheid van Nederlandse biomassa voor elektriciteit en warmte in 2020. Hierbij werd gebruik gemaakt van dezelfde scenario's als hier. Hierbij werd er echter naar alle soorten Nederlandse biomassa gekeken.

De verschillen in biomassa beschikbaarheid tussen de scenario's waren betrekkelijk klein: 13,4 tot 16,4 Mton DS per jaar in 2020. Groter was het verschil in energieproductie daaruit: 53 tot 94 PJ finale energie en 101 tot 157 PJ aan vermeden fossiele energie. Dit was in zekere zin logisch omdat voor elektriciteit en warmte vooral bijproducten ingezet kunnen worden. In duurzamere scenario's (B1 en B2) was er minder afval (door meer recycling) en was er meer concurrentie om biomassa ook voor andere toepassingen in te zetten (1e, 2e generatie biofuels bijvoorbeeld waardoor vrijwel alle oliën en vetten werden ingezet voor transportbrandstof). Verder werd er veel minder beendermeel ingezet voor energie (P en N verbranden is niet duurzaam en wordt zoveel mogelijk vermeden). In de duurzamere scenario's werd wel meer primaire biomassa uit natuur en natte gewasresten ingezet. Verder werd vrijwel alle mest vergist (i.v.m. met vermindering methaan uitstoot en betere nutriënten recycling).

De hoeveelheid secundaire bijproducten uit de voedingsmiddelenindustrie, die in 2020 beschikbaar werd geacht voor opwekking van warmte en elektriciteit werd geschat tussen 3,5 en 3,6 PJ aan finale energie (warmte en elektriciteit) kunnen worden opgewekt, waarmee 5,5 tot 6,7 PJ primaire fossiele energie wordt vermeden (Tabel 6.5). Deze cijfers omvatten niet de primaire en tertiaire producten (vooral afvallen) die aan de agro-industrie toe te rekenen zijn of reststromen die voor de productie van transportbrandstoffen worden ingezet.

**Tabel 6.5 Beschikbaarheid van secundaire reststromen uit de voedings- en genotmiddelenindustrie voor de productie van warmte en elektriciteit, afgeleid uit (Koppejan et al, 2009)**

		2008	2020-A1	2020-A2	2020-B1	2020-B2
Beschikbaar	kton ds	361	481	481	344	344
	PJ HHV	7.4	9.5	9.5	6.6	6.6
Finale energie	PJ elektriciteit	2.0	2.5	2.5	1.5	1.5
	PJ warmte	1.1	1.1	1.1	2.0	2.0
	PJ totaal	3.1	3.6	3.6	3.5	3.5
Vermeden fossiel	PJ LHV	5.7	6.7	6.7	5.5	5.5

## 6.2 Trends naar 2020

In deze paragraaf worden verschillende trends besproken die van invloed zijn op de inzet van bijproducten uit de agro-industrie voor energie onder de vier gedefinieerde basisscenario's.

### **Indirecte effecten van het gebruik van biomassa voor energie**

Sinds 2008 vindt er een wetenschappelijke (Searchinger, et al. 2007; Fargione, et al. 2008; Gallagher Report, 2008) en regelmatig ook publieke discussie plaats over de indirecte effecten van het gebruik van biomassa voor energie.

De kern is dat competitie om biomassa of de grond om deze biomassa te produceren kan leiden tot allerlei indirecte effecten zoals hogere prijzen voor biomassa grondstof en voor landbouwgrond. Hoewel de productie van biofuels en bio-energie maar een beperkt effect lijken te hebben gehad op de prijsstijgingen van commodities tussen 2006 en 2008 (Baffes and Hanjotis., 2010) is zeker het (indirecte) broeikas effect hierbij wel relevant.

De competitie om commodities of landbouwgrond kan dan leiden tot:

- Minder of slechtere voeding voor arme bevolkingsgroepen (dit speelt met name in 3<sup>e</sup> wereld)
- Meer investeringen gericht op een hogere productiviteit per ha (dit betekent meer productie per ha en meer waarde halen uit de bestaande biomassa)
- Ingebruikname van meer land (waar ook op aarde), wat leidt tot een verandering in landgebruik die meestal leidt tot een beduidende hoeveelheid CO<sub>2</sub> uitstoot (bijvoorbeeld door ontbossing).

Het is wel duidelijk dat bij een onzorgvuldig gekozen biomassaketten, de indirecte effecten de duurzaamheid zo negatief kunnen beïnvloeden dat deze niet beter of zelfs slechter is dan het fossiele alternatief. Er wordt nu gewerkt aan methoden om dit indirecte effect op te nemen in de berekening van de broeikasbalans van biobrandstoffen en later waarschijnlijk ook voor biomassa voor elektriciteit en warmte.

Het minimaliseren van de indirecte effecten kan dan aantrekkelijk worden. Dit kan o.a. door:

- Het gebruik van (onbenutte en onderbenutte) bijproducten en afval;
- Het gebruik van onderbenut land voor productie van biomassa o.a. met nieuwe gewassen of beter aangepaste (bijvoorbeeld droogte of zouttolerante ) gewassen;
- Hogere productie per hectare, door toepassing van verbeterde teeltmethoden en nieuwe gewassen of onconventionele opties zoals algenkweek;
- Betere benutting van biomassa (bioraffinage) waarbij food, feed en fuel wordt geproduceerd.

De Commissie Duurzaamheidsvraagstukken Biomassa<sup>19</sup> o.l.v. Mw. Corbey heeft hierover verschillende adviezen gegeven.

Voor onze analyse betekent dit dat in scenario's waarin indirecte effecten belangrijk gevonden worden er een trend is om biomassa efficiënt te gebruiken (voor voedsel en andere toepassingen). Dit maakt biomassabijproducten aantrekkelijker dan commodities maar zal ook een impact hebben op de hele voedselindustrie omdat het de druk opvoert om grondstoffen (biomassa) efficiënter te gebruiken voor andere doelen.

### **P en N recycling**

Er wordt in toenemende mate onderkend dat er op de aarde op den duur een tekort aan fosfaat (P) zal ontstaan. Hoewel we in Nederland P nog vooral als een vervuilingprobleem zien waar we vanaf moeten, zal het steeds belangrijker worden om P terug te winnen en beschikbaar te maken voor hergebruik (Udo de Haes, 2009). Beleid hiervoor komt langzaam op gang. Terugwinning van fosfaat uit bijvoorbeeld RWZI slib en pluimveemest vindt al plaats via recycling van de geproduceerde assen uit de verbranding.

Voor het vastleggen van stikstof in kunstmest geldt iets soortgelijks. Het productieproces vergt veel energie en leidt tot een hoge uitstoot van CO<sub>2</sub> en N<sub>2</sub>O (een 300x sterker broeikasgas dan CO<sub>2</sub>). Het efficiënt recyclen van stikstof, en daarmee het gebruik van kunstmest N vermijden, is een logische ontwikkeling. Verder levert het verbranden van eiwit (en andere stikstofhoudende producten) weinig energie op vergeleken met de energie die nodig is om eiwit te produceren. De broeikasbalans is nog ongunstiger.

Het vergisten van producten met veel P en N is daarom gunstiger dan verbranden (onder scenario's waarin duurzaamheid leidend is), omdat bij verbranding N niet kan worden gerecycled en omdat P moeilijker te recyclen is dan bij vergisting.

### **Eiwitgebruik en eiwittransitie**

Nederland importeert en gebruikt veel eiwitten (met name soja). Deze import is nog versterkt door het verbod in 2001 om een deel van het slachtafval in diervoer te verwerken waardoor er meer vraag (wereldwijd) is ontstaan naar plantaardige eiwitten (vooral voor diervoer). Verder neemt wereldwijd de vraag naar eiwit toe door de economische ontwikkeling van o.a. China en India. De laatste jaren speelt er een discussie over vleesconsumptie en de duurzaamheid van eiwitproductie. Zie ook de discussie over de duurzaamheid van soja productie. Dit zijn redenen voor de overheid geweest om tot een eiwittransitiebeleid te komen waarbij er minder en efficiënter eiwit wordt gebruikt<sup>20</sup>.

---

<sup>19</sup> [www.corbey.nl](http://www.corbey.nl)

<sup>20</sup> LNV. 2008. *Kamerbrief over een onderzoek van de Dutch Research Institute for Transitions naar transitie van de eiwitketen en een rapport over een verkenning naar de mogelijkheden voor sturing op consumptiegedrag.*

Dit leidt o.a. tot onderzoek naar lokale productie van eiwitgewassen (sojavervangers) en eiwitwinning uit agro&food reststromen. Verder kan er een stimulans kunnen betekenen voor de teelt van raapzaad die olie levert voor biodiesel en eiwitschroot die soja (gedeeltelijk) kan vervangen.

In scenario's waar duurzaamheid leidend is (zoals in scenario's B1 en B2) worden eiwitten dan efficiënter benut, bijvoorbeeld door bioraffinage van eiwitten uit agro-stromen. Ook als eiwitten niet kunnen worden benut is het verbranden van eiwitten minder gewenst en is inzet als meststof of in de chemie meer gewenst. Het apart inzamelen en verwerken van Cat 1 en Cat 2 slachtafval zou deze scenario's ook dan logisch zijn (zie Hoofdstuk 3.1).

### **Bioraffinage**

Bioraffinage is een verzamelbegrip voor technieken die erop zijn gericht om uit biomassa meer waarde te halen door biomassa te fractioneren en voor te bewerken. Dit vindt nu reeds plaats in de agro-industrie. Meestal gaat het om het scheiden van producten in eiwitten, vezels en suikers/zetmeel. Eiwitten kunnen ingezet worden voor voeding of veevoer en op termijn ook voor chemie.

Willen veel van de biomassagrondstoffen ingezet kunnen worden voor biofuel productie is er een raffinage-stap nodig (zoals nu al veel plaatsvindt in de agro-industrie). De noodzaak om efficiënt om te gaan met biomassa (zie hierboven) is een stimulans om grondstoffen verder te bioraffineren.

### **Regeling dubbeltelling betere biobrandstoffen**

In 2009 heeft VROM de "Regeling dubbeltelling betere biobrandstoffen opgesteld" gepubliceerd. Dit is een invulling van de wens van de Tweede Kamer (motie Spies) om duurzamere biobrandstoffen aantrekkelijker te maken dan de bestaande biobrandstoffen die meestal gebruik maken van grondstoffen die ook voor voeding en veevoer geschikt zijn.

Uitgangspunt is om brandstoffen gemaakt uit afval, of in ieder geval minder schaarse biomassa grondstoffen, dubbel te laten tellen bij de kwantitatieve verplichting tot biobrandstofbijmenging. "Betere" brandstoffen hoeven maar tot 2% bijgemengd te worden als de bijmengverplichting van conventionele biobrandstoffen 4% zou zijn.

Het gaat daarbij om "afval, residuen en/of lignocellulose materiaal waarvoor geen alternatieve toepassing is (anders dan opwekking van elektriciteit en warmte, compostering of benutting van het lignocellulose deel van biomassa als diervoer), en waarvan de daarmee geproduceerde biobrandstof een broeikasgasemissiereductie oplevert van ten minste 35%"

Onder de regeling vallen nu 4 categorieën brandstoffen:

- Biobrandstoffen geproduceerd uit het lignocellulose deel van grondstoffen (dit wordt ook wel 2<sup>e</sup> generatie biofuel genoemd). Het deel van de biobrandstof gemaakt uit het lignocellulose deel van het bijproduct wordt dubbel geteld. Dit levert in principe een

voordeel op van vele tientallen procenten waardetoename t.o.v. normale “1e generatie bioethanol”.

- Biobrandstoffen geproduceerd uit ruwe glycerine
- Biobrandstoffen uit gebruikte frituurolieën en vetten
- Biobrandstoffen uit dierlijke vetten

In de regeling zijn eisen en certificeringsprocedures gespecificeerd die bepalen of een biobrandstof dubbel mag tellen.

Uit een rondvraag bij producenten van biodiesel blijkt dat er al veel biodiesel uit gebruikte frituurolie en dierlijke vetten wordt gecertificeerd voor dubbeltelling. Er vindt ook import plaats van deze grondstoffen. De regeling wordt ook al toegepast voor glycerineomzetting naar biobrandstof.

De regeling maakt het in principe ook aantrekkelijk om lignocellulose materiaal om te zetten in biobrandstof. Denk hierbij aan omzetting van cellulose en hemicellulose in suikers gevolgd door fermentatie tot ethanol of via vergassing van biomassa gevolgd door Fischer-Tropsch synthese tot biodiesel. In hoeverre de regeling dubbeltellen leidt tot daadwerkelijk productie van bijvoorbeeld ethanol uit vezels valt nog te bezien. Met name vezelrijke stromen (uit de agro-industrie) die nu vooral voor veevoer gebruikt worden zouden (eventueel na raffinage) ingezet kunnen gaan worden voor (2<sup>e</sup> generatie) biobrandstof productie. Wel is het zo dat er algemeen wordt verwacht dat in 2020 de meeste biobrandstof nog 1<sup>e</sup> generatie zal zijn.

### **Biobrandstoffen uit bijproducten of uit commodities?**

Agro-bijproducten voor biobrandstof of bijproducten uit biobrandstofproductie voor veevoer? Op dit moment worden commodities gebruikt voor ethanolproductie. Hierbij komen de bijproducten (vooral eiwitten en vezels) vrij voor diervoer. De ethanolindustrie (voor transport) valt buiten de agro-industrie. Het is nog onzeker of een (transport)ethanolindustrie op basis van bijproducten zal ontstaan.

Bij biodiesel uit oliën lijkt het omgekeerde het geval. Hier is de agro-industrie de leverancier van de grondstoffen (oliën, vetzuren, dierlijke vetten).

### **Variabel aanbod, variabele vraag, stabielere prijzen?**

Tijdens interviews met betrokkenen in de agro-sector bleek er over het algemeen weinig behoefte aan een alternatieve afzet van bijproducten naar energie. De afzet naar diervoer werd gezien als het meest profijtelijk. Tegelijk was er wel de onderkenning dat in sommige gevallen een afzet van (bij)producten naar energie zeer welkom kon zijn.

De afzet naar bioenergie kan aantrekkelijk zijn bij (1) overproductie of (2) bij uitval van afzetkanalen. Het eerste komt wel eens voor bij suikerbieten, zetmeelaardappelen maar ook bij uien en andere producten. Na oogst en eventueel opslag moeten deze producten afgezet worden, ook als de prijzen laag zijn. Energieproductie is dan een relatief aantrekkelijke optie.

Het tweede geldt bijvoorbeeld bij dierziekten waardoor afzet van bijproducten naar diervoeder voor een groot deel kan wegvallen. Zeker bij natte bijproducten is dat een probleem vanwege de hoge transportkosten. Droge producten kunnen ook geëxporteerd worden.

Het verhogen van de flexibiliteit van biomassaverwerkende installaties kan bijdragen tot stabilisatie van de prijzen en vergroting van het aanbod aan verschillende biomassastromen. Een voorbeeld is een vergistings-infrastructuur waarbij de keuze van de input afhankelijk is van de marktsituatie. Normaliter zouden deze flexibele vergisters kunnen worden bedreven op goedkope, laagwaardige biomassastromen die anders niet benut worden, zoals bermgras, natuurgras, GFT, etc. In tijden van overproductie of vraaguitval zouden deze stromen door hun lage prijzen hier moeten kunnen worden ingezet.

Een andere oplossing kan zijn het inrichten van een infrastructuur die biobrandstoffen kan produceren uit overschotten, bij lage prijzen<sup>21</sup>. Een flexibele infrastructuur die met een variabel aanbod kan omgaan is dan nodig evenals aangepaste regel- en stimuleringsmaatregelen. Denk hierbij aan een tijdelijke verhoging van de verplichte bijmenging van biobrandstoffen en dus ook verlaging van de verplichte bijmenging bij tekorten (hoge prijzen). De negatieve effecten van biobrandstofproductie bij hoge commodity prijzen zouden zo ook (gedeeltelijk) vermeden kunnen worden waarmee ook mogelijk het iLUC (indirect Land Use Change) probleem vermeden kan worden.

---

<sup>21</sup> Een aanzet om dit te onderzoeken is recent gegeven door Helmig et al (2010) die hebben gekeken naar de mogelijkheid om graanprijzen te stabiliseren door flexibel gebruik van graan voor bioethanolproductie.

### 6.3 Beschikbaarheid van biomassa uit de agro-industrie onder vier scenario's

Per biomassastroom is beschouwd hoe zowel de aanwezigheid als beschikbaarheid voor energieopwekking zich kunnen gaan ontwikkelen in de periode tot 2020, gegeven de vier scenario's beschreven in paragraaf 6.1. Uitgangspunt voor de analyse is de aanwezigheid van biomassastromen in 2008 zoals gepresenteerd in Tabel 5.2.

#### 6.3.1 *Conversietechnologie*

Voor ieder afzonderlijk scenario is in de analyse een conversietechnologie aangenomen als gangbaar voor de omzetting naar finale energie, rekening houdend met de belangrijkste eigenschappen van het materiaal zoals energiedichtheid, chemische samenstelling en financiële aspecten (zie ook Tabel 2.1). Zo is aangenomen dat in de 'duurzame' scenario's B1 en B2 geen restwarmte van vergistingsinstallaties meer mag worden vernietigd en de eerste tweede generatie bioethanolprocessen worden gerealiseerd voor een aantal stromen. Ook wordt in een aantal gevallen bioraffinage toegepast om eiwitten alsnog te kunnen gebruiken.

Daarentegen wordt in de scenario's A1 en A2 vooral gekozen voor de 'goedkopere' opties en worden warmte en waardevolle componenten in biomassastromen soms vernietigd met de conversie. De specificaties van de gekozen conversietechnieken zijn weergegeven in Tabel 2.1.

#### 6.3.2 *Reststromen van eerste verwerking*

Tabel 6.6 en Figuur 6.1 geven de belangrijkste resultaten weer voor de stromen welke nu en naar verwachting in 2020 vrijkomen bij de eerste verwerking in de agro-industrie. De gedetailleerde resultaten per stroom zijn weergegeven in bijlage 2 tot 6. Zoals ook al in hoofdstuk 5 werd aangegeven komt er momenteel ca 0,6 Mton DS of 14 PJ HHV aan biomassa reststromen beschikbaar uit de eerste verwerking. Hiermee zou nu bijna 8 PJ aan finale energie kunnen worden opgewekt en 10 PJ primaire fossiele energie worden vermeden. Alleen de biomassa stromen die wij in overweging hebben genomen, zijn hierin verwerkt. Mogelijk zijn er nog enkele relatief kleine stromen die we hierin over het hoofd zien, tegelijkertijd wordt ook niet alle beschikbare biomassa nu al ingezet voor energieopwekking, zoals blijkt uit de CBS statistieken in 5.2.

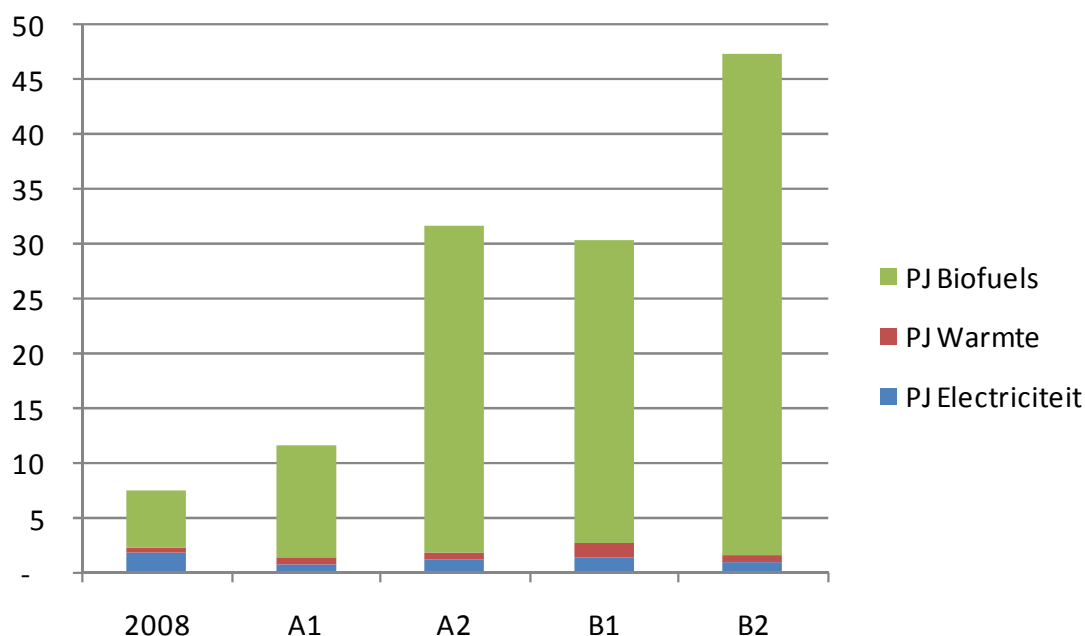
Afhankelijk van het gekozen scenario kan de beschikbaarheid van biomassa uit de VGI tot 2020 gaan "toenemen" naar 0,5 tot 1,9 Mton DS, of 14-53 PJ HHV. Met deze biomassa kan 12 tot 47 PJ aan finale energie worden opgewekt en 13 tot 49 PJ aan fossiele energie worden vermeden. Daarbij ligt het grootste potentieel bij de productie van biobrandstoffen. Momenteel is dit vooral biodiesel uit gebruikte frituurvetten en -oliën en dierlijke vetten. Afhankelijk van het scenario kan in de toekomst ook biodiesel uit plantaardige oliën en eerste en tweede generatie bioethanolproductie op gang komen.

**Tabel 6.6 Beschikbaarheid van biomassa reststromen voor energieopwekking uit de eerste verwerking in de voedingsmiddelenindustrie in 2008 en 2020 onder de vier scenario's (aanwezigheid tussen haakjes betekent biomassa stromen die meegenomen zijn in de overweging)**

	2008	A1	A2	B1	B2
kton nat	1.254 (24.958)	771 (20.601)	1.819 (24.555)	3.635 (21.487)	4.283 (22.153)
kton DS	633 (11.432)	500 (9.464)	1.099 (11.260)	1.177 (9.557)	1.876 (9.757)
PJ HHV	14 (291)	14 (239)	35 (286)	34 (240)	53 (252)
PJ finaal	7,6	11,7	31,7	30,3	47,3
<i>Electr.</i>	1,8	0,9	1,2	1,4	1,0
<i>Warmte</i>	0,6	0,6	0,6	1,4	0,8
<i>Biofuels</i>	5,2	10,2	29,9	27,5	45,5
<i>Waarvan 2nd generatie biofuels*</i>	2,8	3,3	2,4	3,8	4,4
PJ <sub>LHV</sub> vermeden fossiel	10,0	12,9	33,2	32,1	48,5

\*Onder 2<sup>e</sup> generatie wordt hier verstaan alle transportbrandstoffen die dubbelgeteld zou kunnen worden (zie ook paragraaf 6.2)

Het grootste potentieel voor energieopwekking uit lokaal beschikbare biomassa wordt bereikt in het duurzame scenario B2. Daarbij wordt o.a. gebruik gemaakt van 2<sup>e</sup> generatie bioethanolproductieprocessen en bioraffinage (zie bijlage 5).



**Figuur 6.1 Finale energie (PJ) uit reststromen welke vrijkomen bij de eerste verwerking in de vier scenario's.**



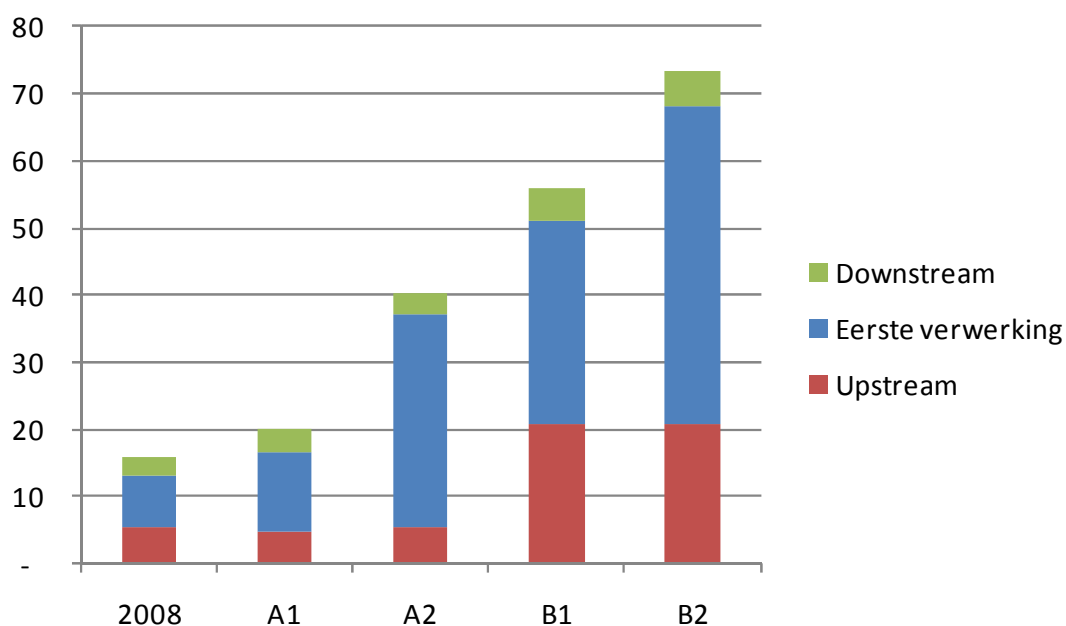
### 6.3.3 Upstream en Downstream

Upstream (in Nederland) en downstream van de primaire productie komen ook grote hoeveelheden biomassareststromen vrij welke deels beschikbaar zijn voor energieopwekking. Upstream betreft dit vooral dierlijke mest en veldresiduen, downstream is het vooral restafval. Indien deze meegerekend mogen worden onder de doelstellingen, kunnen deze significant bijdragen aan de opwekking van de sector, zie Tabel 6.7 en Figuur 6.2.

**Tabel 6.7 Beschikbaarheid van biomassareststromen voor energieopwekking in de voedingsmiddelenindustrie in 2008 en 2020 onder de vier scenario's, inclusief upstream (in Nederland) en downstream. Aanwezigheid van stromen is tussen haakjes vermeld.**

	2008	A1	A2	B1	B2
Mton nat	16,53 (104,59)	6,86 (98,46)	8,01 (80,77)	40,26 (87,58)	35,27 (76,48)
Mton DS	2,92 (21,63)	2,29 (19,54)	2,86 (19,25)	5,62 (18,53)	5,96 (17,55)
PJ HHV	52 (462)	44 (409)	65 (421)	109 (391)	122 (383)
PJ finaal	15,9	20,0	40,4	56,1	73,2
<i>Electr.</i>	8,4	6,3	7,3	11,3	11,3
<i>Warmte</i>	0,6	1,0	0,8	8,7	9,1
<i>Biofuels</i>	6,8	12,7	32,2	36,1	52,8
<i>Waarvan 2nd generatie*</i>	4,4	5,2	4,3	6,1	6,7
PJ <sub>LHV</sub> verm fossiel	26,4	27,7	49,2	70,6	87,7

\*Onder 2<sup>e</sup> generatie wordt hier verstaan alle transportbrandstoffen die dubbelgeteld zou kunnen worden (zie ook paragraaf 6.2)



Figuur 6.2 Finale energieopwekking (PJ) uit de beschikbare biomassa in de vier scenario's.

Tabel 6.8 Finale energieopwekking per biomassareststroom in de verschillende scenario's (PJ per jaar).

	2008	2020			
		A1	A2	B1	B2
Drijfmest vlesvee	0,8	0,4	0,3	4,3	3,4
Stapelbare mest	2,8	2,8	2,4	2,8	2,4
drijfmest Melkvee	1,7	0,9	0,6	8,5	6,7
Natte gewasresten akkerbouw	-	-	0,9	2,4	3,8
Natte gewasresten tuinbouw	-	-	0,4	1,1	1,8
Rooihout van fruitbomen	0,0	0,2	0,2	0,7	0,7
Stro van granen	-	0,4	0,7	1,1	2,1
NL Tarwe voor energie	-	-	-	-	-
<b>Totaal upstream</b>	<b>5,4</b>	<b>4,8</b>	<b>5,5</b>	<b>20,9</b>	<b>20,9</b>
Dierlijke vetten cat 1 en 2	1,7	1,7	1,0	1,5	0,9
Dierlijke vetten overig	0,8	1,6	1,0	1,5	0,9
Ongeboren mest en maaginhoud	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1
Diermeel cat 1	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1
Diermeel cat 2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
Visafval schone stromen	-	-	-	-	-
Visafval mengstromen	0,0	0,0	-	0,1	0,1
Zuivelrestanten, 2e spoeling	0,0	-	-	-	-
Zuivelrestanten, misproductie	0,1	-	-	-	-
Schroten (soja)	-	-	-	-	-
Zeeafval	0,1	-	-	-	-
Vetzuren	0,0	-	-	-	-
Oliën en vetten uit crush	2,4	1,9	2,4	1,9	2,2
Oliën en vetten uit raffinage	-	-	-	-	-

	2008	2020			
		A1	A2	B1	B2
Hullen, schillen	-	5,0	24,9	19,9	33,6
Frituurvetten aardappelindustrie	0,6	-	-	-	-
Aardappelen, overschotten	0,4	-	0,4	0,4	0,4
Aardappelstoomschillen	0,0	0,0	0,1	0,7	1,2
Aardappelsnippers rauw	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2
aardappel zuiveringsslib	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Aardappeldiksap (zetmeel)	-	-	-	-	-
Aardappelpersvezels (zetmeel)	-	-	-	0,0	-
G+F uitval afzetklaar	0,1	-	0,1	0,1	0,5
Veilingafval G+F (geen bloemen)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Snijderijen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Industriegroenten	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Industriefruit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tarwegries en zemelen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Maiszemelgrint	-	-	-	-	0,4
Maisglutenmeel	-	-	-	-	0,8
Hydrolysaat (ingeschat)	-	-	-	-	-
Bierbostel	-	-	0,0	0,1	0,2
Biergist	-	-	0,0	0,0	0,3
Koffiedik in industrie	-	-	0,0	0,0	-
Suikerbietenpulp	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
Melasse, biet	0,1	-	0,1	0,4	1,0
Suikerbietenreststromen	-	-	0,2	-	0,2
Suiker	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Uien overschot als ui ingezet	-	-	-	1,8	2,9
Uien restafval	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Cacoadoppen	-	-	-	-	-
Tabaksafval	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
AWZI slib	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ODP en productuitval	-	-	0,0	0,3	0,3
<b>Totaal eerste verwerking</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>
Koffiedik ingezameld	7,6	11,7	31,7	30,3	47,3
Putvetten	-	-	-	-	0,1
Frituurvetten ingezameld	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
Swill	1,6	1,9	1,9	2,4	2,4
Voedingsreststromen in restafval	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Voedingsreststromen in GFT	1,1	1,4	1,2	1,2	1,2
<b>Totaal downstream</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>1,1</b>	<b>1,2</b>
<b>TOTAAL</b>	<b>2,9</b>	<b>3,5</b>	<b>3,2</b>	<b>4,9</b>	<b>5,0</b>

## 7 Conclusies en aanbevelingen

- Dit zijn de resultaten van onze analyse van de beschikbaarheid van biomassa uit de agro-industrie met focus op de eerste verwerking van grondstoffen in de agro-industrie in 2008 en de inzet hiervan voor energie in 2020. Alle grote stromen zijn behandeld waardoor een redelijk compleet beeld van de beschikbaarheid van biomassa in de agro-industrie kan worden gegeven. Het rapport is niet gemaakt om ook van individuele biomassastromen vergaande uitsparen te doen.
- Op dit moment wordt het grootste deel van de biomassa uit de agro-industrie (efficiënt) afgezet voor voedings- en veevoerdoeleinden. Energieproductie is op het moment meestal voor het grootste deel van deze biomassa een laagwaardigere en dus een minder aantrekkelijke toepassing.
- Op basis van een analyse van de beschikbaarheid en inzet van biomassa voor energie onder vier contrasterende scenario's verwachten wij dat uit de agro-industrie (eerste verwerking) in 2020 tussen de 500 kton en 1876 kton DS (12 tot 47 PJ HHV) wordt ingezet voor energieproductie. Dit levert tussen de 11,7 en 47,3 PJ finale energie en 12,9 à 48,5 PJ vermeden fossiele energie.
- De laagste hoeveelheid energie wordt geproduceerd onder een scenario (A1) waarbij *security of supply* een belangrijke drijvende factor is die prevaleert over duurzaamheidseisen. De grootste hoeveelheid bioenergie wordt geproduceerd in het scenario (B2) waarin duurzaamheid en het vermijden van broeikasuitstoot belangrijk zijn en als globalisering beperkt is. Hierdoor worden veel lokaal geproduceerde bijproducten efficiënt gebruikt, ook voor energieproductie.
- Als we aannemen dat in het convenant Schoon en Zuinig, een doelstelling is neergelegd om 75 tot 125 PJ biomassa (uit de voedings- en genotmiddelenindustrie) te gebruiken voor energieproductie kunnen we concluderen dat dit zelfs in het meest optimistische scenario en meest ruime definitie (53 PJ HHV in scenario B2) niet gehaald wordt.
- Indien ook de upstream en downstream biomassa wordt meegerekend, ligt de inzet van biomassa (gerelateerd aan de agro-industrie) in 2020 tussen de 2,3 en 6,0 miljoen ton droge stof, overeenkomend met 44 a 122 PJ HHV. Hiermee kan 20 a 73 PJ finale energie worden geproduceerd en 28 a 88 PJ fossiele energie worden vermeden.
- Met biomassa uit eerste verwerking van grondstoffen is 1,5 tot 2,8 PJ elektriciteit en warmte productie (finale energie) mogelijk in 2020. Dit komt redelijk overeen met de eerdere studie van Koppejan et al. (2009).

- De beschikbaarheid van sommige stromen, met name voor elektriciteit en warmteproductie, kan ook afnemen. Dit wordt verklaard door het feit dat in 2020 inzet voor biobrandstofproductie (en andere biobased) eerder voor de hand ligt (vetten en vetzuren worden voor biodiesel gebruikt). Verder is de verbranding van producten hoog in eiwitten (N) en P onaantrekkelijk, zeker in duurzamere scenario's.
- De grootste potentie voor energieproductie uit VGI (rest)stromen ligt in biobrandstoffen. De biobrandstofproductie ligt tussen de 10,5 en 45,5 PJ finaal. Het gaat hier met name om vetzuren en oliën uit de plantaardige olieraffinage en om dierlijke vetten.
- Productie van 2<sup>e</sup> generatie biobrandstoffen (oftewel biobrandstoffen die dubbelgeteld kan worden) is ook relevant, hiervan wordt de hoeveelheid in 2020 geschat op maximaal 4,4 PJ. Het gaat hier met name om dierlijke vetten. Ook is het mogelijk dat (lignocellulose) vezels, die nu voor veevoer gebruikt worden, gebruikt worden voor biofuel (vooral ethanol) productie. De dubbeltellen regeling kan hier stimulerend werken.
- De producten die mogelijk beschikbaar zijn voor 2<sup>e</sup> generatie biofuelproductie (met name lignocellulose houdende stromen) zijn moeilijk te kwantificeren omdat deze producten vaak gemengd worden. Menging vermijden of eiwitten afgescheiden (d.m.v. bioraffinage) is dan nodig.
- Na 2020 kan de beschikbaarheid van biomassa voor energie in de agro-industrie nog verder toenemen.
- In dit rapport is het gebruik van biomassa uit de agro-industrie voor productie van chemicaliën (ook een onderdeel van de Biobased Economy) niet onderzocht.

## **Aanbevelingen**

### Maak de vraag naar bioenergie flexibel

- De industrie lijkt het nut te zien van afzet van bijproducten naar energie als er overschotten aan bijproducten of de grondstoffen dreigt. Het verdient aanbeveling om dit verder te onderzoeken waarbij de lokale en de bredere duurzaamheid, de technische mogelijkheden, de kosten en de regelgevingsaspecten worden geanalyseerd. Verder hebben wij reden te veronderstellen dat de negatieve indirecte effecten van de vraag naar bioenergie (iLUC) hierdoor zeker voor een deel ondervangen zouden kunnen worden.

### De agro-industrie kan de beschikbaarheid bevorderen van biomassa welke upstream vrijkomt

- Wij observeren dat de industrie mee wil werken aan de inzet van upstream bijproducten voor energieproductie. Dit geldt bijvoorbeeld voor mest, maar ook voor suikerbieten waar

vergisting van gewasresten en resten uit de processing kan worden gecombineerd. Met name upstream ligt veel potentie om energie te produceren. Wij bevelen daarom aan dat de agro-industrie niet alleen de eigen bijproducten voor bioenergie probeert in te zetten als dit opportuun is, maar ook stimuleert dat bijproducten die upstream vrij komen efficiënt voor energie worden gebruikt, als dit opportuun is. Voor de ketens gebaseerd op Nederlandse grondstoffen lijkt dit wel geaccepteerd te zijn. Voor buitenlandse ketens is dit ingewikkelder maar wel relevant gezien de grote potentie aan upstream bijproducten. Alleen al voor palmolie gaat dit potentieel om miljoenen tonnen droge stof aan biomassa die upstream efficiënter (voor energie) benut kan worden.

#### Aeroob wordt anaeroob

- De laagwaardigste biomassa wordt nu overwegend aeroob afgezet (AWZI en compostering). Bij deze processen wordt de energie-inhoud van de biomassa niet benut. Vergisting maakt benutting van (een deel) van de energie mogelijk. Een additioneel voordeel kan hierbij zijn dat zo ook andere stromen (bijvoorbeeld in geval van overschotten) nuttig en efficiënt verwerkt kunnen worden tot energie. De agro-inductrie heeft de laatste jaren veel initiatieven genomen om industriële vergisting uit te breiden. Verdere uitbreiding kan worden versneld als obstakels o.a. in regelgeving wordt aangepast.

#### Stuur op efficiëntie

- Een belangrijk deel van de biomassapotentie ligt niet zozeer in het inzetten van meer biomassa maar in het efficiënter inzetten van biomassa waarbij het rendement van energieproductie wordt verhoogd. Met name de geïntegreerde productie van elektriciteit en warmte is belangrijk

#### Bekijk het geïntegreerd

- Een efficiënte lokale infrastructuur voor productie van energie uit biomassa kan bijdragen aan transportreductie, energiebesparing (drogen wordt voorkomen), efficiënte recycling van nutriënten en vermindering van de uitstoot van broeikasgassen.

## Literatuur

- ABN Amro, 2010. Agrifoodbrief; Rian Verwoert, Fruitmasters: "De sleutel tot de fruitmarkt is de consument".
- AgentschapNL, 2010. Samenstelling van het huishoudelijk restafval, Resultaten sorteeranalyses 2009, Agentschap NL, Uitvoering Afvalbeheer, Utrecht, 2010.
- AVEBE, 2002. Inleiding Zetmeeltechnologie.
- Baffes, J. and T. Haniotis, 2010. Placing the 2006/08 Commodity Price Boom into Perspective. Policy Research Working Paper 5371. The World Bank Development Prospects Group. July 2010.
- Berichten Buitenland 2010, , Sectorspecial Verwaarding dierlijke bijproducten, jaargang 36, nummer 3, maart 2010.
- Bolck et al, 2003, Bolck, Schennink, Stegeman (ATO B.V.), Obdam (Plukon Poultry B.V.), 2003. Verwaarding nevenstromen uit de pluimveeslachterijsector - "Duurzame Agro Food Ketens", Ref.nr. OPD B712/Augustus 2003.
- Bondt N., C.P.A. van Wagenberg, R.R.C. Bakker, S.R.M. Janssens, 2009a. Biomassa voor veevoer en energie; Scenarioanalyse van verschuiving in grondstoffengebruik. Den Haag : LEI Wageningen UR, (LEI Rapport / Werkveld Internationaal beleid 2009-048)
- Bressani, R., 1979. The By-Products of Coffee Berries. In: Braham J.E. and R. Bressani (Ed.) Coffee pulp: composition, technology, and utilization. Institute of Nutrition of Central America and Panama,, 1979. p5-10.
- Buurma, J.S., J. Benninga en S.R.M. Janssens, 2010. Naar een sterke grondstofketen voor verwerkte groenten. LEI Den Haag, Rapport 2009-084.
- CBK (Centraal Bouwerij Kantoor), 2008. Jaarverslag 2008.
- Centraal Veevoederbureau, 2004. Tabellenboek veevoeding 2004.
- Corré, W.J. en J.W.A. Langeveld, 2008. Energie- en broeikasgasbalans voor enkele opties van energieproductie uit suikerbiet en bietenblad. PRI - rapport 197.
- CPB, 2003. Four Futures of Europe. Centraal Planbureau, Den Haag.
- Dam J.E.G., van en P. Harmsen, 2010. Coffee residues utilization. Literature survey. F&BR in commission of AgentschapNL and KNVKT.
- Deventer, H.C. van, 1999. Procesoptimalisatie en kostenbesparing in de groente- en fruitverwerkende industrie. TNO-rapport R 99/267.
- EC, 2009. Richtlijn 2009/28/EC ter bevordering van het gebruik van energie uit hernieuwbare bronnen, Europese Commissie, 5 juni 2009.
- ECN, 2004. Energiescenario's in relatie tot transitiebeleid. Overzicht en evaluatie. ECN-C--04-021.
- Ecofys. 2002. Haalbaarheid van co-vergisting van oogstresten in de mestvergister in de Wieringermeer. November 2002.

- Elbersen, H.W., J.E.G. van Dam, R.R. Bakker, R.R. 2005. Oil palm by-products as a biomass source: availability and sustainability. Paris, France, 14th European biomass conference & exhibition: biomass for energy, industry and climate protection.
- Eijk, J. van en M. van de Pol, 2006. Rapportage inzake een energie Innovatie Scan naar het vermijden van pelletiseren van co-producten van Meelfabrikanten voor de Mengvoederindustrie. KWA bedrijfsadviseurs
- Eururalis project: <http://www.eururalis.eu/eururalis2.htm>.
- FAO, 2010. FAOSTAT database.
- FAO Fishstat 2010: FAO FishStat database, 2010.
- Fargione, J., J. Hill, D. Tilman, S. Polasky and P. Hawthorne, 2008. Land Clearing and the Biofuel Carbon Debt. Science Express 7 February 2008.
- Gallagher, 2008. The Gallagher Review of the indirect effects of biofuels production, Renewable Fuels Agency (UK), Final Report, 2008.
- GMB, 2010. Interview met Gerrit Jan van de Pol, GMB Slibverwerking, 2010.
- Helming J.F.M., A. Pronk and G. Woltjer. 2010. Stabilisation of the grain market by the flexible use of grain for bioethanol. Den Haag, LEI, 2010, Rapport 2010-039
- Hijkema, 2010, Interview met Hijkema, Noblesse Proteins.
- IEA, 2009. Junginger M. and R. Hoefnagels. IEA Bioenergy Task 40. Country report for the Netherlands 2008.
- Inholland, 2010. Inholland University of Applied Science.
- Janssens, S.R.M., A. Netjes en C.N. Verdouw, 2006. Visie op de aardappelkolom. Wetenschapswinkel Wageningen, rapport 228.
- Koppejan, J. H.W. Elbersen, M. Meeusen en P. Bindraban. 2009. Beschikbaarheid van Nederlandse biomassa voor elektriciteit en warmte in 2020. Rapport voor SenterNovem. KWIN, 2009.
- KWA bedrijfsadviseurs, 2007. Naar een energieneutrale zuivelketen – Groen gas op het aardgasnet, B. Bruinsma, KWA Bedrijfsadviseurs i.o.v. Courage, Innovatienetwerk, 2007.
- LEI/CBS. 2009. Land- en Tuinbouwcijfers 2008. LEI-rapport 2008-048.
- LNV, 2009. Convenant Schone en Zuinige Agrosectoren, Ministerie van LNV, 2009.
- Luijtjes, J. 2007a. 'Niet eens uit de verpakking', artikel in Terdege, WUR, 2007.
- Luijtjes, J. 2007b. Voedselverspilling in de keten, hoe groot is de uitdaging? Henri Luitjes, WUR, 2007.
- Luske, B. en H. Blonk, 2009. Milieueffecten van dierlijke bijproducten. Blonk Milieuvadvis februari 2009.
- Meesters, K., P. Boonekamp, M. Meeusen, D. Verhoog en W. Elbersen. 2010. Monitoring Groene Grondstoffen. Rapport voor het Platform Groene Grondstoffen.
- Meeusen-van Onna, M.J.G., Hooegeveen, M.W., Sengers, H.H.W.J.M. Groene reststromen in agroketens; Een beschrijving van de markt van organische reststromen uit de landbouw en de voedings- en genotmiddelenindustrie. LEI-mededeling 608. Den Haag, 1998.



- Meeusen-van Onna, M.J.G., J.H. Schroot, W.J. Mulder en H.W. Elbersen, 2008. Verwaarding reststroom uienbewerking.. Wageningen : Agrotechnology & Food Sciences Group, (Rapport / AFSG 886) - p. 155.
- MVO, 2009, Market Analysis Oils and Fats for Fuel 2009. December 2009.
- MVO. 2009. Statistisch jaarboek.
- MVO, 2009. Factsheet Soy 2009.
- MVO 2010b. Factsheet 'Gebruikte frituurvetten en -oliën - Het eindproduct', MVO, 2010.
- NAO (Nederlandse Aardappel Organisatie). 2009. Feiten en Cijfers 2008.
- Nederlands afval in cijfers; gegevens 2000-2006. Uitvoering afvalbeheer. SenterNovem, 2008.
- NIBEM: Stichting Nederlands Instituut voor Brouwergerst.
- OPNV (Overleggroep Producenten van Natte Veevoeders), 2008. Vochtrijke diervoeders voor varkens en rundvee.
- Rabobank, 2010. Kiezen is een kunst; een dynamisch akkerbouwcomplex richting 2020.
- Rendac 2009, Milieujaarsverslag 2008.
- Petraeus, 2010. Interview met Jaap Petraeus, FrieslandCampina, Augustus 2010.
- Prins, H. en A. Breukers, 2008. Erwinia berokkent pootgoedsector vele miljoenen schade. Agrimonitor 2008.
- Productschap Diervoer, 2001. Veiligheid van hulpstoffen in diervoeders. Kwaliteitsreeks nr. 67. februari 2001.
- Productschap Diervoer, 2007. Risicobeoordeling Sojaolie-industrie. Versie 09-01-2007.
- Productschap Vis, 2010. Marloes Kraan, Productschap Vis, 2010.
- Prognosedocument Landelijk Afvalbeheerplan, 2008. Afvalsector, 2021.
- Provincie Utrecht, 2009. Beschikking acceptatie melding ex artikel 8.19 Wet milieubeheer van A. van de Groep & Zonen B.V. aan Haringweg 27 te Bunschoten-Spakenburg
- PVE (Productschap Vlees, Vee en Eieren) 2010. Voorlopige jaarcijfers 2009 - Vee- en vleessector, 2010.
- Searchinger, T., R. Heimlich, R. A. Houghton, F. Dong, A. Elobeid, J. Fabiosa, S. Tokgoz, D. Hayes and T.H. Yu, 2008. Use of U.S. Croplands for Biofuels Increases Greenhouse Gases Through Emissions from Land Use Change. Science Express 7 February 2008.
- Sleutels, I., 2009. Klaar voor de komende vijf jaar. VMT nr 9. p 10-12.
- Strijker, D., 2008. Globalization of a potato starch co-operative: the case of AVEBE. In: P.H. Pellenburg and E. Wever (eds), International business geography. Routledge, London and New York, 2008, pp. 169-185.
- Suiker unie, 2007.
- Suiker runie, 2010. Suiker Unie natuurlijk; Duurzaamheidsverslag editie 2010.
- Teeuwissen, 2010, Telefonisch interview met Teeuwissen Rioolreiniging Huizen B.V.
- Udo de Haes, H.A., J.L.A. Jansen, W.J. van der Weijden en A.L. Smit. 2009. Fosfaat - van te veel naar tekort. Beleidsnotitie van de Stuurgroep Technology Assessment van het ministerie van LNV. Utrecht, september 2009.
- Van Gansewinkel, 2010. Interview met Marcel Stroosma, Van Gansewinkel Groep, 2010

- Vavi 2003. Duurzaamheid in de aardappelketen. Arcadis.
- Vavi 2003. Duurzaamheid in de aardappelketen. Arcadis.
- Vereniging Afvalbedrijven, Han van Rijssen, Vereniging Afvalbedrijven, 2010
- Visser, 2010. Telefonisch interview met Visser Visresten, 2010
- Vito, 2003, Beste Beschikbare Technieken (BBT) voor de slachthuissector, Eindrapport, A. Derden, J. Schrijvers, M. Suijkerbuijk, A. van de Meulebroecke, P. Vercaemst en Roger Dijkmans, Studie uitgevoerd door het Vlaams Kenniscentrum voor Beste Beschikbare Technieken (Vito) in opdracht van het Vlaams Gewest, 2003/IMS/R/029, Vito, Juni 2003
- VNKT (Vereniging van Nederlandse Koffiebranders en Theepakkers), 2009. Jaarverslag 2008. Rijswijk, September 2009.
- Werkgroep Afvalregistratie, 2009. Afvalverwerking in Nederland, Gegevens 2008. AgentschapNL, Werkgroep Afvalregistratie, November 2009
- Zijlstra, Aukje, 2008. Mogelijkheden voor het gebruik van afgewerkt frituurvet als biobrandstof. Student thesis University of Groningen. IVEM, Centre for Energy and Environmental Studies EES-2008-63T.
- Zwart K., Pronk A., Kater L., Verwijderen van gewasresten in de open teelten, PPO nr. 530133, WUR, 2009

### **Websites**

- [www.cbs.nl](http://www.cbs.nl) statline
- [www.lei.nl](http://www.lei.nl)
- [www.nedalco.com](http://www.nedalco.com)
- [www.cosun.com](http://www.cosun.com)
- [www.irs.nl](http://www.irs.nl)

### **Informanten**

- Ad Backx, Suiker Unie
- Paul Alfing, FNLI
- Richard van Lijssel, Rendac
- Hijlkema, Noblesse Proteins
- Peter Hofland, Cargill
- Jaap Petreaus, FrieslandCampina
- Frank Bergmans, MVO
- R. de Weerd, AVEBE
- Ellen Verhoef, Vereniging Afvalbedrijven
- Marcel Stroosma, Van Gansewinkel Groep
- Marloes Kraan, Productschap Vis
- Wim Thielen, OPNV

## Bijlage 1. Afkortingen en begrippenlijst

HHV	Higher Heating Value, ofwel de hogere verbrandingswaarde. Dit is de chemische energieinhoud van een energiedrager, welke in theorie beschikbaar is voor energieopwekking.
LHV	Lower Heating Value, ofwel de lagere verbrandingswaarde. Dit is de energiehoeveelheid welke vrijkomt bij afkoeling van de rookgassen zonder winning van de rookgascondensatiewarmte.
Primaire energie	Winbare energie in de vorm van brandstof, zon, wind, etc.
Finale energie	Bruikbare energie voor een praktische toepassing, zoals warmte, elektriciteit, transportbrandstof.
Vermeden fossiel	Hoeveelheid primaire energie van fossiele oorsprong welke niet hoeft te worden gebruikt vanwege een andere wijze van energieopwekking
KWD	Kantoor, Winkel en Diensten sector
ODP	Over de Datum Producten: producten waarvan de houdbaarheidsdatum verstreken is
GFT	Groente Fruit en Tuinafval
BBP	Bruto Binnenlands Product
nREAP	National Renewable Action Plan. Dit actieplan heeft Nederland opgesteld als onderdeel van de verplichting voor invulling van de doelstelling voor opwekking van 14% duurzame energie in 2020.
PJ	Peta Joules (1 PJ = 10 <sup>15</sup> Joules)
TJ	Tera Joules (1 TJ = 10 <sup>12</sup> Joules)
GJ	Giga Joules (1 GJ = 10 <sup>9</sup> Joules)
MJ	Mega Joules (1MJ = 10 <sup>6</sup> Joules)
SRM	Specifiek Risico Materiaal
AVI	Afval Verbrandings Installatie
DM	Dry Matter, ofwel droge stof gehalte
kton	kiloton (1 kiloton = 1000 ton)
Mton	megaton (1 megaton – 1 miljoen ton)
DS	droge stof
AWZI	Afval Water Zuiverings Installatie, gebouwd voor het reinigen van industrieel afvalwater
RWZI	Riool Water Zuiverings Installatie, gebouwd voor het reinigen van communicaal afvalwater
NAK	Nederlandse Algemene Keuringsdienst voor zaaizaad en pootgoed van landbouwgewassen
NAO	Nederlandse Aardappel Organisatie
HPA	Hoofd Productschap Akkerbouw
DS	Droge Stof

## Bijlage 2. Beschouwde reststromen en bijbehorende samenstelling en energie-inhoud

Naam	Upstream/downstream/ 1e verwerking	Herkomst	totaal ruwe											Dubbeltelling niet-lignocel deel bij biofuels?	HHV (MJ/kg dry)	LHV (MJ/kg wet)
			DM	Cellulose	Hemicellulose	Lignine	celstof	Zetmeel	Suikers	Vetten	Eiwitten	onbekend	Ash			
Drijfmest Vleesvee	upstream	Vleesverw. industrie	8%	20.4%	11.8%	14.3%	0.0%	0.0%	0.0%	3.3%	15.5%	16.8%	17.9%	nee	16.65	-
Stapelbare mest	upstream	Vleesverw. industrie	55%	20.4%	11.8%	14.3%	0.0%	0.0%	0.0%	3.3%	15.5%	16.8%	17.9%	nee	16.03	6.65
Dierlijke vetten cat 1 en 2	eerste verwerking	Vleesverw. industrie	100%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	ja	39.34	36.88
Dierlijke vetten overig	eerste verwerking	Vleesverw. industrie	100%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	ja	39.34	36.88
Ongeb. mest en maaginhoud	eerste verwerking	Vleesverw. industrie	15%	20.4%	11.8%	14.3%	0.0%	0.0%	0.0%	3.3%	15.5%	16.8%	17.9%	nee	16.65	0.31
Diermeel cat 1	eerste verwerking	Vleesverw. industrie	96%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	12.3%	53.3%	2.7%	31.7%	nee	13.85	9.31
Diermeel cat 2	eerste verwerking	Vleesverw. industrie	96%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	12.3%	53.3%	2.7%	31.7%	nee	13.85	9.31
Visafval schone stromen	eerste verwerking	Visverwerkende industrie	20%	0.0%	3.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	17.5%	56.1%	4.5%	18.8%	nee	17.46	1.38
Visafval mengstromen	eerste verwerking	Visverwerkende industrie	20%	0.0%	3.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	17.5%	56.1%	4.5%	18.8%	nee	17.46	1.38
drijfmest Melkvee	upstream	Zuivelindustrie	8%	20.4%	11.8%	14.3%	0.0%	0.0%	0.0%	3.3%	15.5%	16.8%	17.9%	nee	16.65	-
Zuivelrestanten, 2e spoeling	eerste verwerking	Zuivelindustrie	4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	71.4%	0.9%	13.3%	6.2%	8.2%	nee	15.62	-
Zuivelrestanten, misproductie	eerste verwerking	Zuivelindustrie	13%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	35.4%	31.5%	25.4%	0.0%	7.7%	nee	22.65	0.62
Schroten (soja)	eerste verwerking	Olien en vetten	88%	7.5%	5.6%	0.8%	0.0%	0.0%	9.4%	2.1%	51.6%	15.7%	7.3%	nee	16.22	12.62
Zeeafval	eerste verwerking	Olien en vetten	89%	0.0%	0.0%	0.0%	20.3%	0.9%	5.7%	2.1%	39.0%	24.2%	7.8%	nee	16.17	12.64
Bleekaarde	eerste verwerking	Olien en vetten	89%	0.0%	0.0%	0.0%	20.3%	0.9%	5.7%	2.1%	39.0%	24.2%	7.8%	nee	16.17	12.64
Vetzuren	eerste verwerking	Olien en vetten	100%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	nee	39.34	36.88
Olien en vetten uit crush	eerste verwerking	Olien en vetten	100%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	nee	39.34	36.88
Olien en vetten uit raffinage	eerste verwerking	Olien en vetten	100%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	nee	39.34	36.88
Hullen, schillen	eerste verwerking	Olien en vetten	89%	42.8%	17.9%	2.4%	0.0%	0.0%	1.7%	2.5%	13.4%	13.9%	5.3%	nee	16.88	13.37
Frituurvetten	eerste verwerking	Aardverw industrie	100%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	ja	39.34	36.88
aardappelandustrie	eerste verwerking	Aardverw industrie	20%	2.8%	5.0%	1.0%	0.0%	73.3%	2.1%	0.4%	9.9%	-0.1%	5.6%	nee	16.63	1.14
Aard., overschotten	eerste verwerking	Aardverw industrie	15%	0.0%	9.2%	2.3%	0.0%	44.4%	2.3%	0.4%	14.3%	19.9%	7.2%	nee	16.07	0.17
Aardappelstoomschillen	eerste verwerking	Aardverw industrie	22%	0.0%	0.0%	0.0%	2.3%	67.4%	0.5%	0.0%	8.3%	18.3%	3.2%	nee	16.77	1.48
Aardappelsnippers rauw	eerste verwerking	Aardverw industrie	20%	14.8%	9.1%	5.8%	0.0%	43.2%	2.1%	0.4%	5.3%	-5.7%	25.0%	nee	13.24	0.56
aardappel zuiveringsslib	eerste verwerking	Aardverw industrie	3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	5.7%	0.0%	34.3%	28.2%	31.8%	nee	10.84	-
Aardappeldiksap	eerste verwerking	Aardverw industrie	17%	25.7%	7.2%	2.7%	0.0%	32.1%	0.8%	0.4%	7.5%	19.2%	4.4%	nee	16.73	0.52
Aardappelpersvezels	eerste verwerking	Aardverw industrie	10%	2.8%	5.0%	1.0%	0.0%	73.3%	2.1%	0.4%	9.9%	-0.1%	5.6%	nee	16.63	-
G+F uitval afzetklaar maken na oogst	eerste verwerking	tuinbouw en ind.groenten														

Naam	Upstream/downstream/ 1e verwerking	Herkomst	totaal ruwe											Dubbel telling niet-lignocel deel bij biofuels?	HHV (MJ/kg dry)	LHV (MJ/kg wet)
			DM	Cellulose	Hemicellulose	Lignine	celstof	Zetmeel	Suikers	Vetten	Eiwitten	onbekend	Ash			
Veilingafval G+F (geen bloemen)	eerste verwerking	tuinbouw en ind.groenten	10%	2.8%	5.0%	1.0%	0.0%	73.3%	2.1%	0.4%	9.9%	-0.1%	5.6%	nee	16.63	-
Snijderijen	eerste verwerking	tuinbouw en ind.groenten	10%	2.8%	5.0%	1.0%	0.0%	73.3%	2.1%	0.4%	9.9%	-0.1%	5.6%	nee	16.63	-
Natte gewasrest akkerbouw	upstream	tuinbouw en ind.groenten	10%	2.8%	5.0%	1.0%	0.0%	73.3%	2.1%	0.4%	9.9%	-0.1%	5.6%	nee	16.63	-
Natte gewasrest tuinbouw	upstream	tuinbouw en ind.groenten	10%	2.8%	5.0%	1.0%	0.0%	73.3%	2.1%	0.4%	9.9%	-0.1%	5.6%	nee	16.63	-
Rooihout van fruitbomen	upstream	tuinbouw en ind.groenten	50%	44.0%	26.0%	28%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.3%	nee	19.81	8.00
Industriegroenten	eerste verwerking	tuinbouw en ind.groenten	10%	2.8%	5.0%	1.0%	0.0%	73.3%	2.1%	0.4%	9.9%	-0.1%	5.6%	nee	16.63	-
Industriefruit	eerste verwerking	tuinbouw en ind.groenten	10%	2.8%	5.0%	1.0%	0.0%	73.3%	2.1%	0.4%	9.9%	-0.1%	5.6%	nee	16.63	-
NL Tarwe voor energie	upstream	maalindustrie	87%	2.5%	10.7%	1.1%	0.0%	69.8%	2.7%	1.7%	12.1%	-2.4%	1.8%	nee	17.62	13.88
Tarwegries en zemelen	eerste verwerking	maalindustrie	87%	9.7%	31.9%	3.9%	0.0%	22.7%	7.6%	4.0%	17.0%	-2.5%	5.8%	nee	17.22	13.22
Maiszemelgrint	eerste verwerking	maalindustrie	88%	14.0%	42.9%	2.6%	0.0%	34.0%	2.5%	4.1%	12.3%	-19.2%	6.8%	nee	17.06	13.08
Hydrolysaat (ingeschat)	eerste verwerking	Zetmeelind.	20%	9.0%	29.9%	3.6%	0.0%	29.9%	5.8%	4.2%	18.1%	-6.3%	5.7%	nee	17.34	1.28
Bierbostel	eerste verwerking	Bierproductie	22%	16.3%	35.2%	5.9%	0.0%	7.5%	0.9%	8.1%	26.2%	-4.4%	4.3%	nee	18.57	1.94
Biergist	eerste verwerking	Bierproductie	12%	1.3%	4.7%	0.6%	0.0%	1.1%	0.3%	4.2%	49.9%	30.3%	7.6%	nee	16.49	-
Koffiedik in industrie	eerste verwerking	Koffieindustrie	60%	59.8%	0.9%	16.4%	0.0%	0.0%	0.0%	15.0%	13.0%	-7.1%	2.0%	nee	21.97	11.33
Koffiedik ingezameld	downstream	Koffieindustrie	60%	59.8%	0.9%	16.4%	0.0%	0.0%	0.0%	15.0%	13.0%	-7.1%	2.0%	nee	21.97	11.33
Suikerbietenpulp	eerste verwerking	Suikerindustrie	22%	21.0%	22.3%	2.1%	0.0%	0.0%	7.5%	1.0%	9.1%	29.3%	7.7%	nee	15.76	1.28
Melasse, biet	eerste verwerking	Suikerindustrie	72%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	61.6%	0.2%	14.5%	10.8%	12.9%	nee	14.53	8.46
Suikerbietenreststromen	eerste verwerking	Suikerindustrie	14%	22.3%	24.1%	1.8%	0.0%	0.0%	5.0%	0.5%	8.7%	30.9%	6.7%	nee	15.80	-
Suiker	eerste verwerking	Suikerindustrie	100%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	105.3%	0.0%	0.0%	-5.3%	0.0%	nee	16.99	15.87
Uien overschot als ui ingezet	eerste verwerking	uien	13%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	5.7%	0.0%	34.3%	28.2%	31.8%	nee	10.84	-
Uien restafval	eerste verwerking	uien	13%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	5.7%	0.0%	34.3%	28.2%	31.8%	nee	10.84	-
Cacaodoppen	eerste verwerking	Cacaoverw. industrie	88%	17.7%	11.3%	18.0%	0.0%	8.1%	0.4%	5.7%	18.3%	11.0%	9.5%	nee	18.20	13.82
Tabaksafval	eerste verwerking	tabaksproducenten	90%	59.7%	8.6%	19.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	1.6%	4.6%	5.6%	nee	18.17	14.46
AWZI slib	eerste verwerking	verschillend	9%	0.0%	0.0%	0.0%	70.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	30.0%	nee	11.98	-
Putvetten	downstream	Horeca	6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	ja	39.34	-
Frituurvetten ingezameld	downstream	ingezameld	100%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	ja	39.34	36.88
ODP en productuitval	eerste verwerking	VGI industrie	49%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.0%	nee	16.32	6.31	
Swill	downstream	Horeca	25%	2.8%	5.0%	1.0%			2.1%	0.4%	9.9%	5.5%	0.0%	nee	17.66	2.28
Voedingsresten in restafval	downstream	Consumenten	49%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	80.0%	20.0%	nee	15.94	5.75
Voedingsreststr in GFT	downstream	Consumenten	49%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	80.0%	20.0%	nee	15.94	5.75

### Bijlage 3. Scenarioresultaten: A1 - Global Economy

	Naam	aanwezig		beschikbaar		Technologie	bioraffinage: afscheiding		HHV	LHV	Finale energie (PJ)					Vermeden fossiel PJ LHV
		kton nat	kton DS	kton nat	kton DS		eiwitten (%)	vetten (%)			electr	warmte	fuel	fuel 2nd gen	totaal	
3.1	Drijfmest Vleesvee	21.380	1.710	1.069	86	50%ADGG/50%AD+W	0%	0%	1,4	-	0,1	0,1	0,2	-	0,4	0,6
3.1	Stapelbare mest	3.471	1.909	1.418	780	CWKK-W	0%	0%	12,5	9,4	2,8	-	-	-	2,8	6,2
3.3	drijfmest Melkvee	42.759	3.421	2.138	171	50%ADGG/50%AD+W	0%	0%	2,8	-	0,2	0,2	0,4	-	0,9	1,1
3.7	Natte gewasresten akkerbouw	4.947	742	-	-	AD-W	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
3.7	Natte gewasresten tuinbouw	2.000	280	-	-	AD-W	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
3.7	Rooihout van fruitbomen	260	130	104	52	CWKK-W	0%	0%	1,0	0,8	0,2	-	-	-	0,2	0,5
3.8	Stro van granen	1.100	935	110	94	CWKK-W	0%	0%	1,7	1,5	0,4	-	-	-	0,4	1,0
3.8	NL Tarwe voor energie	0	0	-	-	AD-W	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Upstream</b>	<b>75.917</b>	<b>9.127</b>	<b>4.839</b>	<b>1.182</b>				<b>19,5</b>	<b>11,7</b>	<b>3,8</b>	<b>0,4</b>	<b>0,6</b>	<b>-</b>	<b>4,8</b>	<b>9,4</b>
3.1	Dierlijke vetten cat 1 en 2	42	42	42	42	Biodiesel1	0%	0%	1,7	1,5	-	-	1,7	1,7	1,7	1,7
3.1	Dierlijke vetten overig	166	166	42	42	Biodiesel1	0%	0%	1,6	1,5	-	-	1,6	1,6	1,6	1,6
3.1	Ongeboren mest en maaginhoud	158	24	126	19	AD-W	0%	0%	0,3	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,1
3.1	Diermeel cat 1	67	64	67	64	COF	0%	0%	0,9	0,6	0,3	-	-	-	0,3	0,6
3.1	Diermeel cat 2	29	27	29	27	COF	0%	0%	0,4	0,3	0,1	-	-	-	0,1	0,3
3.2	Visafval schone stromen	50	10	-	-	AD-W	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
3.2	Visafval mengstromen	20	4	20	4	AD-W	0%	0%	0,1	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
3.3	Zuivelrestanten, 2e spoeling	30	1	-	-	AD-W	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
3.3	Zuivelrestanten, misproductie	100	13	-	-	AD-W	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4	Schroten (soja)	2.295	2.015	-	-	AD-W	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4	Zeeafval	18	16	-	-	AD-W	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4	Bleekaarde	10	9	-	-	AD-W	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4	Vetzuren	98	98	49	49	Biodiesel1	0%	0%	1,9	1,8	-	-	1,9	-	1,9	1,9
3.4	Olien en vetten uit crush	829	829	-	-	Biodiesel1	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4	Olien en vetten uit raffinage	2.534	2.534	127	127	Biodiesel1	0%	0%	5,0	4,7	-	-	5,0	-	5,0	5,0
3.4	Hullen, schillen	156	139	-	-	AD-W	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5	Frituurvetten aardappelindustrie	10	10	-	-	Biodiesel1	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5	Aardappelen, overschotten	5.800	1.160	29	6	AD-W	0%	0%	0,1	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,1
3.5	Aardappelstoomschillen	480	72	24	4	AD-W	0%	0%	0,1	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
3.5	Aardappelsnippers rauw	256	56	13	3	AD-W	0%	0%	0,0	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
3.5	aardappel zuiveringsslib	76	15	-	-	AD-W	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5	Aardappeldiksap (zetmeel)	-	-	-	-	AD-W	80%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5	Aardappelpersvezels (zetmeel)	-	-	-	-	AD-W	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
3.6	G+F uitval afzetklaar	436	44	9	1	AD-W	0%	0%	0,0	-	0,0	-	-	-	0,0	0,0
3.6	Veilingafval G+F (geen bloemen)	80	8	2	0	AD-W	0%	0%	0,0	-	0,0	-	-	-	0,0	0,0
3.6	Snijderijen	60	6	1	0	AD-W	0%	0%	0,0	-	0,0	-	-	-	0,0	0,0

	Naam	aanwezig		beschikbaar		Technologie	bioraffinage: afscheiding		HHV	LHV	Finale energie (PJ)					Vermeden fossiel PJ LHV
		kton nat	kton DS	kton nat	kton DS		eiwitten (%)	vetten (%)			electr	warmte	fuel	fuel 2nd gen	totaal	
3.7	Industriegroenten	508	51	10	1	AD-W	0%	0%	0,0	-	0,0	-	-	-	0,0	0,0
3.7	Industriefruit	136	14	3	0	AD-W	0%	0%	0,0	-	0,0	-	-	-	0,0	0,0
3.8	Tarwegries en zemelen	124	108	-	-	AD-W	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
3.8	Maiszemelgrint	170	149	-	-	AD-W	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
3.8	Maisglutenmeel	400	176	-	-	AD-W	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
3.8	Hydrolysaat (ingeschat)	500	100	-	-	AD-W	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
3.8	Bierbostel	540	119	-	-	AD-W	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
3.8	Biergist	100	12	-	-	AD-W	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
3.9	Koffiedik in industrie	30	18	30	18	CWKK+W	0%	0%	0,4	0,3	0,1	0,2	-	-	0,2	0,4
3.10	Suikerbietenpulp	716	156	-	-	AD-W	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
3.10	Melasse, biet	120	86	-	-	ETH1	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
3.10	Suikerbietenreststromen	15	2	2	0	AD-W	0%	0%	0,0	-	0,0	-	-	-	0,0	0,0
3.10	Suiker	539	539	-	-	ETH1	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
3.11	Uien overschot als ui ingezet	1.476	192	15	2	AD+W	0%	0%	0,0	-	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0
3.11	Uien restafval	148	19	-	-	CWKK+W	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
3.12	Cacoadoppen	65	57	65	57	CWKK+W	0%	0%	1,0	0,9	0,2	0,4	-	-	0,7	1,0
3.13	Tabaksafval	2	2	1	1	AD-W	0%	0%	0,0	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
3.14	AWZI slib	734	67	-	-	AD-W	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
4.4	ODP en productuitval	480	235	67	33	AD-W	0%	0%	0,5	0,4	0,1	-	-	-	0,1	0,2
	<b>Eerste verwerking</b>	<b>20.601</b>	<b>9.464</b>	<b>771</b>	<b>500</b>				<b>14,1</b>	<b>12,2</b>	<b>0,9</b>	<b>0,6</b>	<b>10,2</b>	<b>3,3</b>	<b>11,7</b>	<b>12,9</b>
3.9	Koffiedik ingezameld	160	96	-	-	CWKK+W	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
4.2	Putvetten	100	6	75	5	AD-W	0%	0%	0,2	-	0,1	-	-	-	0,1	0,2
4.3	Frituurvetten ingezameld	60	60	48	48	Biodiesel1	0%	0%	1,9	1,8	-	-	1,9	1,9	1,9	1,9
4.5	Swill	7	2	1	0	AD-W	0%	0%	0,0	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
4.6	Voedingsreststromen in restafval	1.074	526	1.074	526	AVI	0%	0%	8,4	6,2	1,4	-	-	-	1,4	3,1
4.6	Voedingsreststromen in GFT	540	265	54	26	AD-W	0%	0%	0,4	0,3	0,1	-	-	-	0,1	0,2
	<b>Downstream</b>	<b>1.941</b>	<b>955</b>	<b>1.252</b>	<b>605</b>				<b>10,9</b>	<b>8,3</b>	<b>1,6</b>	<b>-</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	<b>3,5</b>	<b>5,3</b>
	<b>TOTAAL</b>	<b>98.459</b>	<b>19.545</b>	<b>6.861</b>	<b>2.287</b>				<b>44,5</b>	<b>32,2</b>	<b>6,3</b>	<b>1,0</b>	<b>12,7</b>	<b>5,2</b>	<b>20,0</b>	<b>27,7</b>

## Bijlage 4. Scenarioresultaten: A2 – Transatlantic Markets

	Naam	aanwezig		beschikbaar		Technologie	bioraffinage: af scheiding		Finale energie (PJ)					Vermeden fossiel PJ LHV		
		kton nat	kton DS	kton nat	kton DS		eiwitten (%)	vetten (%)	HHV	LHV	electr	warmte	fuel		fuel 2nd gen	totaal
3.1	Drijfmest Vleesvee	14.435	1.155	722	58	50%ADGG/50%AD+W	-	-	1,0	-	0,1	0,1	0,1	-	0,3	0,4
3.1	Stapelbare mest	2.950	1.623	1.205	663	CWKK-W	-	-	10,6	8,0	2,4	-	-	-	2,4	5,3
3.3	drijfmest Melkvee	28.870	2.310	1.444	115	50%ADGG/50%AD+W	-	-	1,9	-	0,1	0,2	0,3	-	0,6	0,8
3.7	Natte gewasresten akkerbouw	4.947	742	989	148	AD-W	-	-	2,5	0,2	0,9	-	-	-	0,9	2,0
3.7	Natte gewasresten tuinbouw	2.000	280	500	70	AD-W	-	-	1,2	0,0	0,4	-	-	-	0,4	0,9
3.7	Rooihout van fruitbomen	260	130	104	52	CWKK-W	-	-	1,0	0,8	0,2	-	-	-	0,2	0,5
3.8	Stro van granen	1.100	935	165	140	CWKK-W	-	-	2,5	2,2	0,7	-	-	-	0,7	1,4
3.8	NL Tarwe voor energie	0	0	-	-	AD-W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Upstream</b>	<b>54.562</b>	<b>7.174</b>	<b>5.129</b>	<b>1.247</b>				<b>20,7</b>	<b>11,3</b>	<b>4,8</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>	<b>-</b>	<b>5,5</b>	<b>11,3</b>
3.1	Dierlijke vetten cat 1 en 2	25	25	25	25	Biodiesel1	-	-	1,0	0,9	-	-	1,0	1,0	1,0	1,0
3.1	Dierlijke vetten overig	100	100	25	25	Biodiesel1	-	-	1,0	0,9	-	-	1,0	1,0	1,0	1,0
3.1	Ongeboren mest en maaginhoud	107	16	86	13	AD-W	-	-	0,2	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,1
3.1	Diermeel cat 1	67	64	67	64	COF	-	-	0,9	0,6	0,3	-	-	-	0,3	0,6
3.1	Diermeel cat 2	29	27	29	27	COF	-	-	0,4	0,3	0,1	-	-	-	0,1	0,3
3.2	Visafval schone stromen	50	10	-	-	AD-W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.2	Visafval mengstromen	20	4	-	-	AD-W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.3	Zuivelrestanten, 2e spoeling	30	1	-	-	AD-W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.3	Zuivelrestanten, misproductie	100	13	-	-	AD-W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4	Schroten (soja)	2.869	2.519	-	-	AD-W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4	Zeeafval	23	20	-	-	AD-W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4	Bleekaaarde	12	11	-	-	AD-W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4	Vetzuren	123	123	62	62	Biodiesel1	-	-	2,4	2,3	-	-	2,4	-	2,4	2,4
3.4	Olien en vetten uit crush	1.036	1.036	-	-	Biodiesel1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4	Olien en vetten uit raffinage	3.167	3.167	633	633	Biodiesel1	-	-	24,9	23,4	-	-	24,9	-	24,9	24,9
3.4	Hullen, schillen	195	174	-	-	AD-W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5	Frituurvetten aardappelindustrie	10	10	10	10	Biodiesel1	-	-	0,4	0,4	-	-	0,4	0,4	0,4	0,4
3.5	Aardappelen, overschotten	5.800	1.160	58	12	AD-W	-	-	0,2	0,1	0,1	-	-	-	0,1	0,2
3.5	Aardappelstoomschillen	480	72	144	22	AD-W	-	-	0,3	0,0	0,1	-	-	-	0,1	0,2
3.5	Aardappelsnippers rauw	256	56	13	3	AD-W	-	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
3.5	aardappel zuiveringsslib	76	15	-	-	AD-W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5	Aardappeldiksap (zetmeel)	2.000	60	-	-	AD-W	80%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5	Aardappelpersvezels (zetmeel)	372	61	112	18	AD-W	-	-	0,3	0,1	0,1	-	-	-	0,1	0,2
3.6	G+F uitval afzetklaar	364	36	11	1	AD-W	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	0,0	0,0
3.6	Veilingafval G+F (geen bloemen)	80	8	2	0	AD-W	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	0,0	0,0
3.6	Snijderijen	60	6	2	0	AD-W	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	0,0	0,0



	Naam	aanwezig		beschikbaar		Technologie	bioraffinage: afscheiding		Finale energie (PJ)					Vermeden fossiel PJ LHV		
		kton nat	kton DS	kton nat	kton DS		eiwitten (%)	vetten (%)	HHV	LHV	electr	warmte	fuel		fuel 2nd gen	totaal
3.7	Industriegroenten	508	51	15	2	AD-W	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	0,0	0,0
3.7	Industriefruit	136	14	4	0	AD-W	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	0,0	0,0
3.8	Tarwegries en zemelen	112	97	-	-	ETH2	80%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.8	Maiszemelgrint	153	134	-	-	ETH2	80%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.8	Maisglutenmeel	360	158	-	-	AD-W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.8	Hydrolysaat (ingeschat)	300	60	3	1	AD-W	-	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
3.8	Bierbostel	540	119	5	1	AD-W	-	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
3.8	Biergist	100	12	1	0	AD-W	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	0,0	0,0
3.9	Koffiedik in industrie	28	17	28	17	CWKK+W	-	-	0,4	0,3	0,1	0,2	-	-	0,2	0,3
3.10	Suikerbietenpulp	1.193	260	179	39	AD-W	-	-	0,6	0,2	0,1	-	-	-	0,1	0,2
3.10	Melasse, biet	200	144	30	22	ETH1	-	-	0,3	0,3	-	-	0,2	-	0,2	0,2
3.10	Suikerbietenreststromen	25	3	8	1	AD-W	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	0,0	0,0
3.10	Suiker	898	898	-	-	ETH1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.11	Uien overschot als ui ingezet	1.230	160	12	2	SCWG	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	0,0	0,0
3.11	Uien restafval	123	16	62	8	CWKK+W	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
3.12	Cacoadoppen	65	57	65	57	CWKK+W	-	-	1,0	0,9	0,2	0,4	-	-	0,7	1,0
3.13	Tabaksafval	2	2	1	1	AD-W	-	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
3.14	AWZI slib	734	67	73	7	AD-W	-	-	0,1	-	0,0	-	-	-	0,0	0,1
4.4	ODP en productuitval	400	196	56	27	AD-W	-	-	0,4	0,4	0,1	-	-	-	0,1	0,2
	<b>Eerste verwerking</b>	<b>24.555</b>	<b>11.260</b>	<b>1.819</b>	<b>1.099</b>				<b>35,2</b>	<b>31,0</b>	<b>1,2</b>	<b>0,6</b>	<b>29,9</b>	<b>2,4</b>	<b>31,7</b>	<b>33,2</b>
3.9	Koffiedik ingezameld	147	88	-	-	CWKK+W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.2	Putvetten	100	6	75	5	AD-W	-	-	0,2	-	0,1	-	-	-	0,1	0,2
4.3	Frituurvetten ingezameld	60	60	48	48	Biodiesel1	-	-	1,9	1,8	-	-	1,9	1,9	1,9	1,9
4.5	Swill	6	2	1	0	AD-W	-	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
4.6	Voedingsreststromen in restafval	895	439	895	439	AVI	-	-	7,0	5,1	1,2	-	-	-	1,2	2,6
4.6	Voedingsreststromen in GFT	450	221	45	22	AD-W	-	-	0,4	0,3	0,1	-	-	-	0,1	0,1
	<b>Downstream</b>	<b>1.658</b>	<b>815</b>	<b>1.064</b>	<b>513</b>				<b>9,4</b>	<b>7,2</b>	<b>1,3</b>	<b>-</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	<b>3,2</b>	<b>4,8</b>
	<b>TOTAAL</b>	<b>80.775</b>	<b>19.249</b>	<b>8.012</b>	<b>2.859</b>				<b>65,3</b>	<b>49,5</b>	<b>7,3</b>	<b>0,8</b>	<b>32,2</b>	<b>4,3</b>	<b>40,4</b>	<b>49,2</b>

## Bijlage 5. Scenarioresultaten: B1 – Strong Europe

	Naam	aanwezig		beschikbaar		Technologie	bioraffinage: af scheiding		Finale energie (PJ)					Vermeden fossiel PJ LHV		
		kton nat	kton DS	kton nat	kton DS		eiwitten (%)	vetten (%)	HHV	LHV	electr	warmte	fuel		fuel 2nd gen	totaal
3.1	Drijfmest Vleesvee	17.590	1.407	10.554	844	50%ADGG/50%AD+W	-	-	14,1	-	1,0	1,2	2,1	-	4,3	5,6
3.1	Stapelbare mest	3.471	1.909	1.418	780	CWKK-W	-	-	12,5	9,4	2,8	-	-	-	2,8	6,2
3.3	drijfmest Melkvee	35.180	2.814	21.108	1.689	50%ADGG/50%AD+W	-	-	28,1	-	2,1	2,3	4,1	-	8,5	11,3
3.7	Natte gewasresten akkerbouw	4.947	742	1.237	186	AD+W	-	-	3,1	0,3	1,1	1,3	-	-	2,4	3,8
3.7	Natte gewasresten tuinbouw	2.000	280	600	84	AD+W	-	-	1,4	0,0	0,5	0,6	-	-	1,1	1,7
3.7	Rooihout van fruitbomen	160	80	128	64	CWKK+W	-	-	1,3	1,0	0,2	0,5	-	-	0,7	1,1
3.8	Stro van granen	1.100	935	110	94	CWKK+W	-	-	1,7	1,5	0,3	0,7	-	-	1,1	1,6
3.8	NL Tarwe voor energie	-	-	-	-	AD+W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Upstream</b>	<b>64.448</b>	<b>8.168</b>	<b>35.155</b>	<b>3.740</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>62,1</b>	<b>12,2</b>	<b>8,1</b>	<b>6,6</b>	<b>6,2</b>	<b>-</b>	<b>20,9</b>	<b>31,3</b>
3.1	Dierlijke vetten cat 1 en 2	38	38	38	38	Biodiesel1	-	-	1,5	1,4	-	-	1,5	1,5	1,5	1,5
3.1	Dierlijke vetten overig	149	149	37	37	Biodiesel1	-	-	1,5	1,4	-	-	1,5	1,5	1,5	1,5
3.1	Ongeboren mest en maaginhoud	131	20	131	20	AD+W	-	-	0,3	0,0	0,0	0,1	-	-	0,1	0,2
3.1	Diermeel cat 1	60	58	60	58	COF	-	-	0,8	0,6	0,2	-	-	-	0,2	0,5
3.1	Diermeel cat 2	26	25	13	12	COF	-	-	0,2	0,1	0,1	-	-	-	0,1	0,1
3.2	Visafval schone stromen	50	10	-	-	AD+W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.2	Visafval mengstromen	30	6	30	6	AD+W	-	-	0,1	0,0	0,0	0,0	-	-	0,1	0,1
3.3	Zuivelrestanten, 2e spoeling	30	1	-	-	AD-W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.3	Zuivelrestanten, misproductie	100	13	-	-	AD-W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4	Schroten (soja)	2.295	2.015	-	-	AD+W	70%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4	Zeefafval	18	16	-	-	AD+W	70%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4	Bleekaaarde	10	9	-	-	AD+W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4	Vetzuren	98	98	49	49	Biodiesel1	-	-	1,9	1,8	-	-	1,9	-	1,9	1,9
3.4	Olien en vetten uit crush	829	829	-	-	Biodiesel1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4	Olien en vetten uit raffinage	2.534	2.534	507	507	Biodiesel1	-	-	19,9	18,7	-	-	19,9	-	19,9	19,9
3.4	Hullen, schillen	156	139	-	-	AD+W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5	Frituurvetten aardappelindustrie	10	10	10	10	Biodiesel1	-	-	0,4	0,4	-	-	0,4	0,4	0,4	0,4
3.5	Aardappelen, overschotten	5.800	1.160	290	58	AD+W	-	-	1,0	0,3	0,3	0,4	-	-	0,7	1,2
3.5	Aardappelstoomschillen	480	72	48	7	AD+W	-	-	0,1	0,0	0,0	0,0	-	-	0,1	0,1
3.5	Aardappelsnippers rauw	256	56	26	6	AD+W	-	-	0,1	0,0	0,0	0,0	-	-	0,1	0,1
3.5	aardappel zuiveringsslib	76	15	-	-	AD+W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5	Aardappeldiksap (zetmeel)	1.200	36	1.200	36	AD+W	80%	-	0,4	-	0,0	0,0	-	-	0,0	0,1
3.5	Aardappelpersvezels (zetmeel)	223	37	67	11	AD+W	-	-	0,2	0,0	0,0	0,0	-	-	0,1	0,1
3.6	G+F uitval afzetklaar	364	36	18	2	AD+W	-	-	0,0	-	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0
3.6	Veilingafval G+F (geen bloemen)	100	10	5	1	AD+W	-	-	0,0	-	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0
3.6	Snijderijen	54	5	3	0	AD+W	-	-	0,0	-	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0

	Naam	aanwezig		beschikbaar		Technologie	bioraffinage: afscheiding		HHV	LHV	Finale energie (PJ)					Vermeden fossiel PJ LHV
		kton nat	kton DS	kton nat	kton DS		eiwitten (%)	vetten (%)			electr	warmte	fuel	fuel 2nd gen	totaal	
3.7	Industriegroenten	457	46	23	2	AD+W	-	-	0,0	-	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0
3.7	Industriefruit	122	12	6	1	AD+W	-	-	0,0	-	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0
3.8	Tarwegries en zemelen	124	108	-	-	ETH2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.8	Maiszemelgrint	170	149	-	-	ETH2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.8	Maisglutenmeel	400	176	-	-	AD-W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.8	Hydrolysaat (ingeschat)	500	100	25	5	AD+W	-	-	0,1	0,0	0,0	0,0	-	-	0,1	0,1
3.8	Bierbostel	540	119	5	1	AD+W	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0
3.8	Biergist	100	12	1	0	AD+W	-	-	0,0	-	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0
3.9	Koffiedik in industrie	25	15	25	15	Biodiesel1	-	-	0,3	0,3	-	-	0,1	-	0,1	0,1
3.10	Suikerbietenpulp	894	195	268	59	ETH2	-	-	0,9	0,3	-	-	0,4	0,4	0,4	0,4
3.10	Melasse, biet	150	108	-	-	ETH1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.10	Suikerbietenreststromen	19	3	9	1	AD+W	-	-	0,0	-	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0
3.10	Suiker	674	674	101	101	ETH1	-	-	1,7	1,6	-	-	1,8	-	1,8	1,8
3.11	Uien overschot als ui ingezet	1.107	144	55	7	AD+W	-	-	0,1	-	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0
3.11	Uien restafval	111	14	55	7	CWKK+W	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
3.12	Cacoadoppen	65	57	65	57	CWKK+W	-	-	1,0	0,9	0,2	0,4	-	-	0,7	1,0
3.13	Tabaksafval	2	2	1	1	AD-W	-	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
3.14	AWZI slib	551	50	413	37	AD+W	-	-	0,4	-	0,2	0,2	-	-	0,3	0,6
4.4	ODP en productuitval	360	176	50	25	AD+W	-	-	0,4	0,3	0,1	0,1	-	-	0,1	0,2
	<b>Eerste verwerking</b>	<b>21.487</b>	<b>9.557</b>	<b>3.635</b>	<b>1.177</b>	-	-	-	<b>33,6</b>	<b>28,3</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>	<b>27,5</b>	<b>3,8</b>	<b>30,3</b>	<b>32,1</b>
3.9	Koffiedik ingezameld	133	80	-	-	Biodiesel1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.2	Putvetten	100	6	100	6	AD+W	-	-	0,2	-	0,1	0,1	-	-	0,2	0,3
4.3	Frituurvetten ingezameld	60	60	60	60	Biodiesel1	-	-	2,4	2,2	-	-	2,4	2,4	2,4	2,4
4.5	Swill	12	3	11	3	AD+W	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	0,0	0,1
4.6	Voedingsreststromen in restafval	895	439	895	439	AVI	-	-	7,0	5,1	1,2	-	-	-	1,2	2,6
4.6	Voedingsreststromen in GFT	450	221	405	198	AD+W	-	-	3,2	2,3	0,5	0,6	-	-	1,1	1,8
	<b>Downstream</b>	<b>1.650</b>	<b>808</b>	<b>1.471</b>	<b>706</b>	-	-	-	<b>12,8</b>	<b>9,7</b>	<b>1,8</b>	<b>0,7</b>	<b>2,4</b>	<b>2,4</b>	<b>4,9</b>	<b>7,1</b>
	<b>TOTAAL</b>	<b>87.585</b>	<b>18.532</b>	<b>40.261</b>	<b>5.623</b>	-	-	-	<b>108,5</b>	<b>50,3</b>	<b>11,3</b>	<b>8,7</b>	<b>36,1</b>	<b>6,1</b>	<b>56,1</b>	<b>70,6</b>

## Bijlage 6. Scenarioresultaten: B2 – Regional Communities

	Naam	aanwezig		beschikbaar		Technologie	bioraffinage: af scheiding		Finale energie (PJ)					Vermeden fossiel PJ LHV		
		kton nat	kton DS	kton nat	kton DS		eiwitten (%)	vetten (%)	HHV	LHV	electr	warmte	fuel		fuel 2nd gen	totaal
3.1	Drijfmest Vleesvee	13.838	1.107	8.303	664	50%ADGG/50%AD+W	-	-	11,1	-	0,8	0,9	1,6	-	3,4	4,4
3.1	Stapelbare mest	2.950	1.623	1.205	663	CWKK-W	-	-	10,6	8,0	2,4	-	-	-	2,4	5,3
3.3	drijfmest Melkvee	27.677	2.214	16.606	1.328	50%ADGG/50%AD+W	-	-	22,1	-	1,6	1,8	3,3	-	6,7	8,9
3.7	Natte gewasresten akkerbouw	4.947	742	1.979	297	AD+W	-	-	4,9	0,5	1,8	2,0	-	-	3,8	6,1
3.7	Natte gewasresten tuinbouw	2.000	280	1.000	140	AD+W	-	-	2,3	0,1	0,8	0,9	-	-	1,8	2,9
3.7	Rooihout van fruitbomen	160	80	128	64	CWKK+W	-	-	1,3	1,0	0,2	0,5	-	-	0,7	1,1
3.8	Stro van granen	1.100	935	220	187	CWKK+W	-	-	3,4	2,9	0,7	1,5	-	-	2,1	3,1
3.8	NL Tarwe voor energie	-	-	-	-	AD+W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Upstream</b>	<b>52.672</b>	<b>6.981</b>	<b>29.441</b>	<b>3.344</b>				<b>55,7</b>	<b>12,5</b>	<b>8,4</b>	<b>7,7</b>	<b>4,9</b>	<b>-</b>	<b>20,9</b>	<b>31,8</b>
3.1	Dierlijke vetten cat 1 en 2	23	23	23	23	Biodiesel1	-	-	0,9	0,9	-	-	0,9	0,9	0,9	0,9
3.1	Dierlijke vetten overig	91	91	23	23	Biodiesel1	-	-	0,9	0,8	-	-	0,9	0,9	0,9	0,9
3.1	Ongeboren mest en maaginhoud	98	15	98	15	AD+W	-	-	0,2	0,0	0,0	0,0	-	-	0,1	0,1
3.1	Diermeel cat 1	37	35	37	35	COF	-	-	0,5	0,3	0,1	-	-	-	0,1	0,3
3.1	Diermeel cat 2	16	15	8	8	COF	-	-	0,1	0,1	0,0	-	-	-	0,0	0,1
3.2	Visafval schone stromen	50	10	-	-	AD+W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.2	Visafval mengstromen	40	8	40	8	AD+W	-	-	0,1	0,1	0,0	0,0	-	-	0,1	0,2
3.3	Zuivelrestanten, 2e spoeling	30	1	-	-	AD+W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.3	Zuivelrestanten, misproductie	100	13	-	-	AD+W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4	Schroten (soja)	2.008	1.763	-	-	AD+W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4	Zeefafval	20	18	-	-	AD+W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4	Bleekaaarde	11	10	-	-	AD+W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4	Vetzuren	111	111	55	55	Biodiesel1	-	-	2,2	2,0	-	-	2,2	-	2,2	2,2
3.4	Olien en vetten uit crush	932	932	-	-	Biodiesel1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4	Olien en vetten uit raffinage	2.850	2.850	855	855	Biodiesel1	-	-	33,6	31,5	-	-	33,6	-	33,6	33,6
3.4	Hullen, schillen	176	157	-	-	AD+W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5	Frituurvetten aardappelindustrie	10	10	10	10	Biodiesel1	-	-	0,4	0,4	-	-	0,4	0,4	0,4	0,4
3.5	Aardappelen, overschotten	5.800	1.160	580	116	ETH1	-	-	1,9	0,7	-	-	1,2	-	1,2	1,2
3.5	Aardappelstoomschillen	480	72	144	22	AD+W	-	-	0,3	0,0	0,1	0,1	-	-	0,2	0,3
3.5	Aardappelsnippers rauw	256	56	26	6	AD+W	-	-	0,1	0,0	0,0	0,0	-	-	0,1	0,1
3.5	aardappel zuiveringsslib	76	15	-	-	AD+W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5	Aardappeldiksap (zetmeel)	1.600	48	-	-	AD+W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5	Aardappelpersvezels (zetmeel)	298	49	298	49	ETH2	-	-	0,8	0,2	-	-	0,5	0,2	0,5	0,5
3.6	G+F uitval afzetklaar	327	33	20	2	AD+W	-	-	0,0	-	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0
3.6	Veilingafval G+F (geen bloemen)	100	10	6	1	AD+W	-	-	0,0	-	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0
3.6	Snijderijen	60	6	4	0	AD+W	-	-	0,0	-	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0

	Naam	aanwezig		beschikbaar		Technologie	bioraffinage: afscheiding		Finale energie (PJ)					Vermeden fossiel PJ LHV		
		kton nat	kton DS	kton nat	kton DS		eiwitten (%)	vetten (%)	HHV	LHV	electr	warmte	fuel		fuel 2nd gen	totaal
3.7	Industriegroenten	508	51	30	3	AD+W	-	-	0,1	-	0,0	0,0	-	-	0,0	0,1
3.7	Industriefruit	136	14	8	1	AD+W	-	-	0,0	-	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0
3.8	Tarwegries en zemelen	99	86	50	43	ETH2	80%	-	0,7	0,7	-	-	0,4	0,2	0,4	0,4
3.8	Maiszemelgrint	136	119	68	60	ETH2	80%	-	1,0	0,9	-	-	0,8	0,4	0,8	0,8
3.8	Maisglutenmeel	320	140	-	-	AD-W	80%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.8	Hydrolysaat (ingeschat)	300	60	75	15	ETH2	70%	-	0,3	0,1	-	-	0,2	0,2	0,2	0,2
3.8	Bierbostel	540	119	135	30	ETH2	70%	-	0,6	0,3	-	-	0,3	0,1	0,3	0,3
3.8	Biergist	100	12	-	-	AD+W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.9	Koffiedik in industrie	25	15	25	15	Biodiesel1	-	-	0,3	0,3	-	-	0,1	-	0,1	0,1
3.10	Suikerbietenpulp	1.073	234	644	140	ETH2	-	-	2,2	0,8	-	-	1,0	1,0	1,0	1,0
3.10	Melasse, biet	180	130	36	26	ETH1	-	-	0,4	0,3	-	-	0,2	-	0,2	0,2
3.10	Suikerbietenreststromen	23	3	14	2	AD+W	-	-	0,0	-	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0
3.10	Suiker	808	808	162	162	ETH1	-	-	2,7	2,6	-	-	2,9	-	2,9	2,9
3.11	Uien overschot als ui ingezet	1.107	144	111	14	AD+W	-	-	0,2	-	0,0	0,0	-	-	0,1	0,1
3.11	Uien restafval	111	14	55	7	CWKK+W	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
3.12	Cacoadoppen	65	57	65	57	CWKK+W	-	-	1,0	0,9	0,2	0,4	-	-	0,7	1,0
3.13	Tabaksafval	2	2	1	1	AD+W	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0
3.14	AWZI slib	661	60	528	48	SCWG	-	-	0,6	-	0,3	-	-	-	0,3	0,6
4.4	ODP en productuitval	360	176	50	25	AVI	-	-	0,4	0,3	0,1	-	-	-	0,1	0,2
	<b>Eerste verwerking</b>	<b>22.153</b>	<b>9.757</b>	<b>4.283</b>	<b>1.876</b>				<b>52,8</b>	<b>44,1</b>	<b>1,0</b>	<b>0,8</b>	<b>45,5</b>	<b>4,4</b>	<b>47,3</b>	<b>48,5</b>
3.9	Koffiedik ingezameld	133	80	27	16	Biodiesel1	-	-	0,4	0,3	-	-	0,1	-	0,1	0,1
4.2	Putvetten	100	6	100	6	SCWG	-	-	0,2	-	0,1	-	-	-	0,1	0,3
4.3	Frituurvetten ingezameld	60	60	60	60	Biodiesel1	-	-	2,4	2,2	-	-	2,4	2,4	2,4	2,4
4.5	Swill	12	3	12	3	AD+W	-	-	0,1	0,0	0,0	0,0	-	-	0,0	0,1
4.6	Voedingsreststromen in restafval	895	439	895	439	AVI	-	-	7,0	5,1	1,2	-	-	-	1,2	2,6
4.6	Voedingsreststromen in GFT	450	221	450	221	AD+W	-	-	3,5	2,6	0,6	0,7	-	-	1,2	2,0
	<b>Downstream</b>	<b>1.650</b>	<b>808</b>	<b>1.544</b>	<b>744</b>				<b>13,5</b>	<b>10,3</b>	<b>1,9</b>	<b>0,7</b>	<b>2,5</b>	<b>2,4</b>	<b>5,0</b>	<b>7,4</b>
	<b>TOTAAL</b>	<b>76.476</b>	<b>17.546</b>	<b>35.268</b>	<b>5.964</b>				<b>122,1</b>	<b>66,9</b>	<b>11,3</b>	<b>9,1</b>	<b>52,8</b>	<b>6,7</b>	<b>73,2</b>	<b>87,7</b>