

# **Achtergronddocument voedingsmiddelenindustrie t.b.v. de referentieraming 2010-2020**

**Stand van zaken en verwachting**

M. Hekkenberg

## **Verantwoording**

Dit rapport doet verslag van een beperkte inventarisatie van beschikbare informatie over het energiegebruik in de voedingsmiddelenindustrie. Het rapport biedt enkele bruikbare uitgangspunten bij de inschatting van ontwikkelingen in de voedingsmiddelenindustrie, die worden gebruikt in de Referentieraming 2010 (Daniëls & Kruitwagen, 2010), ECN rapport ECN-E--10-004. Het rapport dient echter niet te worden beschouwd als een uitputtend of volledig overzicht. Deze inventarisatie valt bij ECN deels onder project 5.0046 en deels onder project 5.0635. Contactpersoon voor dit rapport is Michiel Hekkenberg, tel: 0224-568305, e-mail: [hekkenberg@ecn.nl](mailto:hekkenberg@ecn.nl).

## **Abstract**

This report examines recent historic and future developments of the energy use in the food and nutrition industry and in several of its sub sectors. It touches upon market developments, policy developments and technology developments that may influence future energy use in the sector. It provides insight that may be instrumental for projections of future energy use. However, it does not present a thorough and comprehensive overview of the food and nutrition industry.

## Inhoudsopgave

|   |    |
|---|----|
| Lijst van tabellen  | 4  |
| Lijst van figuren   | 4  |
| Samenvatting  | 5  |
| 1. Inleiding  | 6  |
| 2. Methode  | 7  |
| 3. Voedingsmiddelenindustrie algemeen                                   | 9  |
| 3.1 Overzicht energie statistiek  | 9  |
| 3.1.1 Overzicht statistiek en historische ontwikkeling                  | 9  |
| 3.1.2 Opsplitsing energiegebruik naar subsectoren                       | 11 |
| 3.2 Overzicht historische markt-, technologie- en beleidsontwikkelingen | 12 |
| 3.3 Belangrijke energiegebruikende processen                            | 13 |
| 3.4 Toekomstige ontwikkelingen / Besparingsmogelijkheden                | 13 |
| 4. Verwachting in de subsectoren  | 15 |
| 4.1 Historische trends in subsectoren                                   | 15 |
| 4.2 Vleesverwerkende industrie  | 16 |
| 4.3 Zuivelindustrie   | 17 |
| 4.4 Zetmeelindustrie  | 18 |
| 4.5 Suikerindustrie   | 18 |
| 4.6 Overige subsectoren   | 20 |
| 4.7 Samenvatting verwachtingen referentieraming                         | 21 |
| 5. Referenties  | 22 |

## Lijst van tabellen

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Tabel S.1 | <i>Verwachting volumeontwikkeling en efficiëntieverbetering in de subsectoren van de VMI 2008-2020</i>  | 5  |
| Tabel 2.1 | <i>Vergelijking en koppeling van SAVE subsectoren aan CBS subsectoren</i>   | 8  |
| Tabel 2.2 | <i>Toedeling Dimitri sectoren aan SAVE subsectoren</i>  | 8  |
| Tabel 3.1 | <i>Inschatting van het belang van de verschillende processen binnen de verschillende subsectoren (++: zeer groot aandeel, +: groot aandeel)</i> | 13 |
| Tabel 4.1 | <i>Energiegebruik zuivelverwerking</i>  | 17 |
| Tabel 4.2 | <i>Specifiek energiegebruik en productiewaarden</i>   | 18 |
| Tabel 4.3 | <i>Verwachting volumeontwikkeling en efficiëntieverbetering in de subsectoren van de VMI 2008-2020</i>  | 21 |

## Lijst van figuren

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Figuur 3.1 | <i>Elektriciteitsverbruik in de VMI als gedeelte van verbruik in de industrie als totaal</i>  | 9  |
| Figuur 3.2 | <i>Aardgasverbruik in de VMI als gedeelte van verbruik in de industrie als totaal</i>         | 10 |
| Figuur 3.3 | <i>Overzicht historisch energiegebruik in de VMI</i>  | 10 |
| Figuur 3.4 | <i>Productie van elektriciteit en warmte/ stoom uit WKK in de voedingsmiddelenindustrie</i>   | 11 |
| Figuur 3.5 | <i>Opsplitsing elektriciteitsverbruik in de VMI (2005) naar subsectoren (totaal 16914 TJ)</i> | 12 |
| Figuur 3.6 | <i>Opsplitsing aardgasverbruik in de VMI (2005) naar subsectoren (totaal 58704 TJ)</i>        | 12 |
| Figuur 4.1 | <i>Aardgasverbruik in de drie subsectoren met grootste verbruik</i>                           | 15 |
| Figuur 4.2 | <i>Elektriciteitsverbruik in de drie subsectoren met grootste verbruik</i>                    | 16 |

## Samenvatting

Dit rapport geeft een actualisatie van de beschikbare kennis over het energiegebruik in de voedingsmiddelenindustrie (VMI), ten behoeve van de inschatting van het toekomstige energiegebruik in deze sector in de Referentieraming 2010-2020 (Daniëls & Kruitwagen, 2010).

Het rapport geeft een beeld van de historische ontwikkeling van het energiegebruik in de VMI als geheel en in de belangrijkste subsectoren. De informatie is verzameld op basis van literatuuronderzoek en enkele expertinterviews. Het rapport biedt enkele bruikbare uitgangspunten bij de inschatting van de ontwikkelingen, maar dient niet te worden beschouwd als een uitputtend of volledig overzicht van de genoemde industrie. Het rapport beschrijft voor de energetisch belangrijkste subsectoren zowel de recente marktontwikkeling, energietechnologieontwikkeling als beleidsontwikkeling en geeft bovendien een inschatting voor deze ontwikkelingen in de toekomst.

Uit de inventarisatie volgt dat het totale energiegebruik in de VMI gedurende de periode 1995 tot 2006 niet wezenlijk is veranderd, terwijl het geproduceerde volume in deze periode met zo'n 10% is toegenomen. Er is dus sprake van een efficiencyverbetering van ongeveer 0,9% per jaar. Bovendien is een lichte trend waar te nemen richting elektrificatie.

De ontwikkeling van onderliggende subsectoren van de voedingsmiddelenindustrie verschilt per subsector. Onderstaande Tabel S 1 geeft een overzicht van de geschatte waarden voor volumeontwikkeling en efficiencyverbetering in verschillende subsectoren. De verwachte volumeontwikkeling in de verschillende sectoren is vrij divers en varieert tussen -20% en +34%. De efficiëntieverbetering wordt voor verschillende sectoren geschat tussen de 0,6% en 1,2%.

Tabel S.1 *Verwachting volumeontwikkeling en efficiëntieverbetering in de subsectoren van de VMI 2008-2020*

|                                | Volumeontwikkeling<br>2008-2020<br>[%]      | Efficiencyverbetering<br>per jaar 2008-2020<br>[%] |
|--------------------------------|---|--|
| Vleesindustrie                 | ~0  | 1,0  |
| Zuivelindustrie                | +14 (melk), +13 (kaas), +34<br>(Melkpoeder) | 0,88   |
| Zetmeelindustrie               | ~0  | 1,2  |
| Suikerindustrie                | -20   | 1,2  |
| Margarine, Oliën en vetten     | +9  | 0,56   |
| Aardappelverwerkende industrie | +18   | 0,74   |
| Veevoerindustrie               | +6,3  | 1,0  |
| Bakkerijen                     | +9,0  | 0,9  |
| Bierindustrie                  | +8  | 1,2  |

## 1. Inleiding

Dit document geeft de resultaten van een korte inventarisatiestudie naar de (recente) historische ontwikkelingen in het energiegebruik binnen de voedingsmiddelenindustrie (VMI). Bovendien wordt een inschatting gemaakt van de ontwikkelingen in de nabije toekomst (t/m 2020). Waar mogelijk zijn de ontwikkelingen uitgesplitst naar marktontwikkelingen, technologieontwikkelingen, en beleidsontwikkelingen. In het algemeen hebben laatstgenoemde ook hun weerslag op de eerdere twee, waardoor autonome ontwikkeling en ontwikkeling door beleid niet altijd helder te onderscheiden zijn.

De voedingsmiddelenindustrie is een sector waarin bedrijfstakken voorkomen met zeer verschillende profielen. Het rapport schetst eerst het beeld van het energiegebruik in de voedingsmiddelenindustrie in zijn geheel en geeft een korte schets voor mogelijke ontwikkelingen van enkele veelvoorkomende processen. Vervolgens wordt ingegaan op specifieke ontwikkelingen in de belangrijkste subsectoren.

De inventarisatie heeft als doel een beter, actueler beeld te krijgen van het energiegebruik in de VMI en dient als invoer voor het actualiseren van het verwachte groeibeeld ten behoeve van de referentieraming 2010-2020 (Daniëls & Kruitwagen, 2010). De referentieraming 2010 maakt gebruik van de resultaten van het SAVE-productie model. Het SAVE-model berekent het toekomstige energiegebruik in de productiesectoren door de verwachte ontwikkeling van de fysieke output te koppelen aan een verwachte ontwikkeling van energiegebruik per output-eenheid (energie-efficiënte). De inventarisatie richt zich daarom vooral op de ontwikkeling van deze twee indicatoren (fysieke output en energie-efficiënte).

De inventarisatie is beperkt tot informatie die snel en gemakkelijk te vinden was. Dit achtergronddocument moet daarom gezien worden als vastlegging van wat gevonden is en niet als een uitgebreid en volledig beeld van het energiegebruik en ontwikkelingen in de VMI.

## 2. Methode

Voor de inventarisatie is met name gebruik gemaakt van literatuuronderzoek. Verder zijn enkele gesprekken gevoerd met een aantal wetenschappers van de universiteit Wageningen en een medewerker van SenterNovem (nu Agentschap NL). Ook zijn enkele gesprekken gevoerd met medewerkers van enkele voedingsmiddelenproducenten, die aangaven niet letterlijk geciteerd te willen worden. Informatie uit deze gesprekken is waar mogelijk geïntegreerd in deze inventarisatie.

Middels het model Dimitri (Wilting et al, 2001) zijn voor de Referentieraming 2010 subsectorale economische groeibeelden berekend op basis van een algemeen groeibeeld voor Nederland. De gevonden informatie uit de literatuur en gesprekken is vergeleken met de resultaten van dit economische model. Bij gelijkblijvend prijspeil zal de verwachte fysieke groei samenhangen met de verwachte economische ontwikkeling.

Echter, subsector specifieke ontwikkelingen kunnen vanuit het algemene groeimodel nooit exact in kaart worden gebracht. Bovendien kunnen prijspeilveranderingen een afwijking van de koppeling tussen economische groei en fysieke productie veroorzaken. Op basis van aanwijzingen over dergelijke verstoring kan een afwijking van de groei op basis van Dimitri-modelresultaten worden gerechtvaardigd.

De informatie uit deze inventarisatie wordt daarom gespiegeld aan de uitkomsten van het Dimitri model. Waar geen noemenswaardige afwijkingen werden gevonden is het beeld uit Dimitri vastgehouden als invoer in het SAVE-productie model dat het energiegebruik berekent. Waar wel afwijking tussen Dimitri en gevonden informatie bestond is indien nodig na weging van de kwaliteit van de gevonden informatie het groeibeeld in het SAVE-productie model bijgesteld. Waar uit de gevonden informatie geen eenduidig beeld naar voren komt is ervoor gekozen de Dimitri-resultaten te gebruiken, omdat deze vanuit het model onderling samenhangen.

In het SAVE-productiemodel wordt uitgegaan van een andere subsectorindeling dan nu door het CBS wordt gebruikt. Om de cijfers van het CBS in SAVE te kunnen gebruiken is het daarom noodzakelijk in kaart te brengen hoe de CBS subsectoren over de SAVE sectoren verdeeld kunnen worden. In Tabel 2.1 is deze relatie tussen de SAVE sectoren en de CBS sectoren weergegeven. Hetzelfde probleem geldt voor de sectoren in SAVE en Dimitri. De relatie tussen SAVE subsectoren en Dimitri subsectoren is weergegeven in tabel 2.2.

Tabel 2.1 *Vergelijking en koppeling van SAVE subsectoren aan CBS subsectoren*

| SAVE sectoren              | CBS sector                                 | Aandeel van CBS sector*                                     |
|----------------------------|--|---|
| Aardappel                  | Groenten- en fruitverwerking               | Aandeel Aardappelproductenfabrieken                         |
| Bakkerijen                 | Vervaardiging van overige voedingsmiddelen | Aandeel Brood-, banket-, beschuit- e.d. fabr. en bakkerijen |
| Bier                       | Vervaardiging van dranken                  | Aandeel Bierbrouwerijen en mouterijen                       |
| Margarine, vetten en oliën | Vervaardiging van overige voedingsmiddelen | Aandeel Plantaardige en dierlijke olie- en vetten-industrie |
| Suiker                     | Vervaardiging van overige voedingsmiddelen | Aandeel Zetmeel- en suikerfabrieken x 17/42                 |
| Veevoer                    | Vervaardiging van veevoeder                | Geheel  |
| Vlees                      | Slachterijen en vleesverwerking            | Geheel  |
| Zetmeel                    | Vervaardiging van overige voedingsmiddelen | Aandeel Zetmeel- en suikerfabrieken x 25/42                 |
| Zuivel                     | Vervaardiging van zuivelproducten          | Geheel  |
| Voeding overig             | Resterende subsectoren en aandelen         |   |

\* Door een hoger aggregatie niveau geldt dat een aantal CBS subsectoren meer omvatten dan de SAVE sectoren. Slechts een bepaald aandeel van de CBS sector wordt daarom toebedeeld aan de SAVE subsector – het resterende deel behoort dan tot een andere SAVE subsector. Overzicht verkregen uit SAVE model.

Tabel 2.2 *Toedeling Dimitri sectoren aan SAVE subsectoren*

| SAVE                       | Dimitri                                | Aandeel* |
|----------------------------|--|----------|
| Aardappel                  | Groenten- en fruitverwerking           | 0,51     |
| Bakkerijen                 | Vervaardiging overige voedingsmiddelen | 0,28     |
| Bier                       | Vervaardiging van dranken              | 0,64     |
| Margarine, vetten en oliën | Vervaardiging overige voedingsmiddelen | 0,20     |
| Suiker                     | Vervaardiging overige voedingsmiddelen | 0,03     |
| Veevoer                    | Vervaardiging van veevoeder            | 1,00     |
| Vlees                      | Slachterijen en vleesverwerking        | 1,00     |
| Zetmeel                    | Vervaardiging overige voedingsmiddelen | 0,04     |
| Zuivel                     | Vervaardiging van zuivelproducten      | 1,00     |
| Voeding overig             | Groenten- en fruitverwerking           | 0,49     |
|                            | Koffiebranderijen en theepakkerijen    | 1,00     |
|                            | Vervaardiging overige voedingsmiddelen | 0,44     |
|                            | Vervaardiging van dranken              | 0,36     |
|                            | Verwerking van tabak                   | 1,00     |
|                            | Visverwerking                          | 1,00     |

\* Door een hoger aggregatie niveau geldt dat een aantal Dimitri subsectoren meer omvatten dan de SAVE sectoren. Slechts een bepaald aandeel van de Dimitri sector wordt daarom toebedeeld aan de SAVE subsector – het resterende deel behoort dan tot een andere SAVE subsector. Overzicht verkregen uit SAVE model.

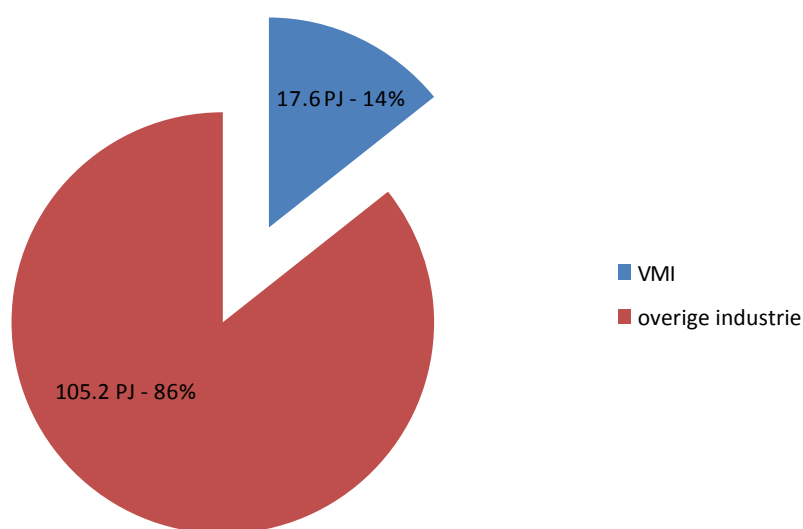


### 3. Voedingsmiddelenindustrie algemeen

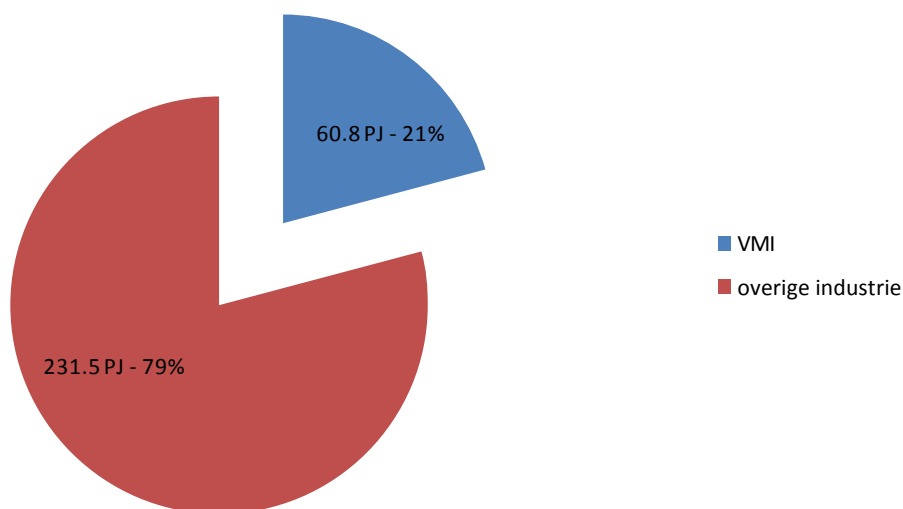
#### 3.1 Overzicht energie statistiek

##### 3.1.1 Overzicht statistiek en historische ontwikkeling

Het energiegebruik in de VMI in 2006 bestond uit 17,6 PJ elektriciteit, 60,8 PJ aardgas en 1,7 PJ overige energiedragers (CBS, 2009). Het bedroeg daarmee 14,3% van het totale elektriciteitsgebruik in de industrie, 20,8% van de elektriciteit (zie Figuur 3.1 en 3.2), en 0,6% van de overige energiedragers. Door hun kleine bijdrage worden de overige energiedragers in dit stuk buiten beschouwing gelaten.

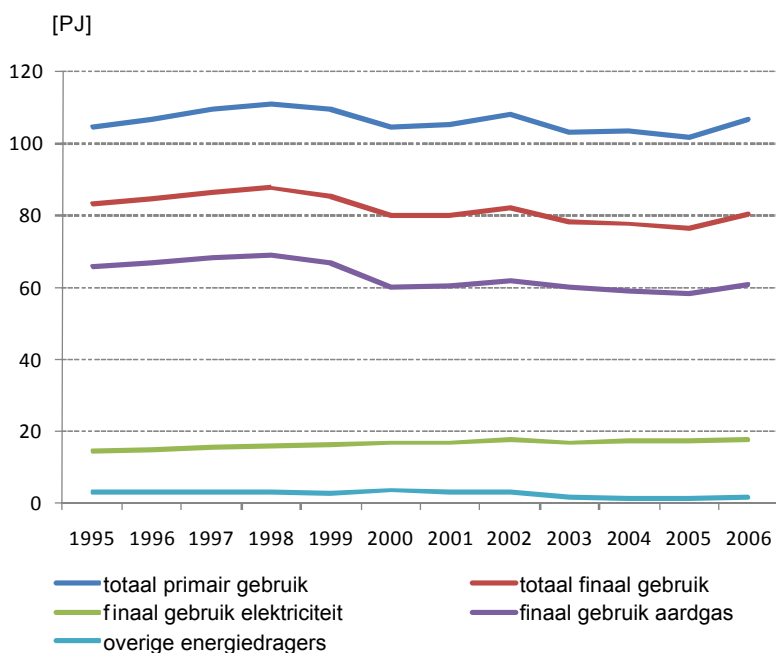


Figuur 3.1 *Elektriciteitsverbruik in de VMI als gedeelte van verbruik in de industrie als totaal*  
Bron: CBS, 2009.



Figuur 3.2 *Aardgasverbruik in de VMI als gedeelte van verbruik in de industrie als totaal*  
Bron: CBS, 2009.

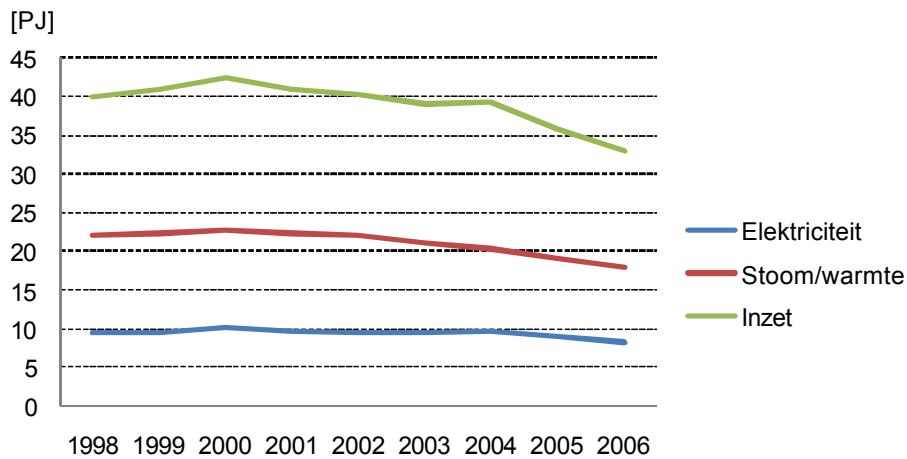
Figuur 3.3 toont de ontwikkeling van het energie gebruik in de voedingsmiddelenindustrie in de periode 1995 – 2006 volgens het CBS en een uitsplitsing naar energiedragers. Het totaal gebruik is in deze periode vrijwel gelijk gebleven: het primair gebruik in 2006 (107 PJ) was 2% hoger dan in 1995, terwijl het finaal gebruik (80 PJ) 3% lager lag. Onderliggend is een verschuiving te zien van het gebruik van aardgas (-7%) en overige energiedragers (-41%) naar het gebruik van elektriciteit (+22%). Figuur 3.2 laat zien dat het energiegebruik tot 1998 een stijgend verloop vertoonde, gevolgd door een daling in de jaren 1999 en 2000. Nadien blijft het gebruik redelijk constant.



Figuur 3.3 *Overzicht historisch energiegebruik in de VMI*  
Bron: CBS, 2009.

De inzet van brandstof in warmtekrachtkoppeling (WKK) in de voedingsmiddelenindustrie vertoont in de periode 1998-2006 een licht dalend verloop van rond 40PJ in 1998 tot 33PJ in 2006

(CBS, 2010). Dit betreft ongeveer 60% van de aardgasinzet in de VMI. De productie van elektriciteit uit WKK blijft tot en met 2004 relatief constant rond een gemiddelde van 9,5 à 10 PJ en neemt daarna af tot ongeveer 8 PJ. Het daadwerkelijk gebruik van elektriciteit in de VMI is daarmee 47-62% hoger dan in de statistiek van het finaal gebruik gerapporteerd wordt. Bij de productie van warmte en stoom zet vanaf 2000 reeds een daling in. Figuur 3.4 toont deze ontwikkelingen.

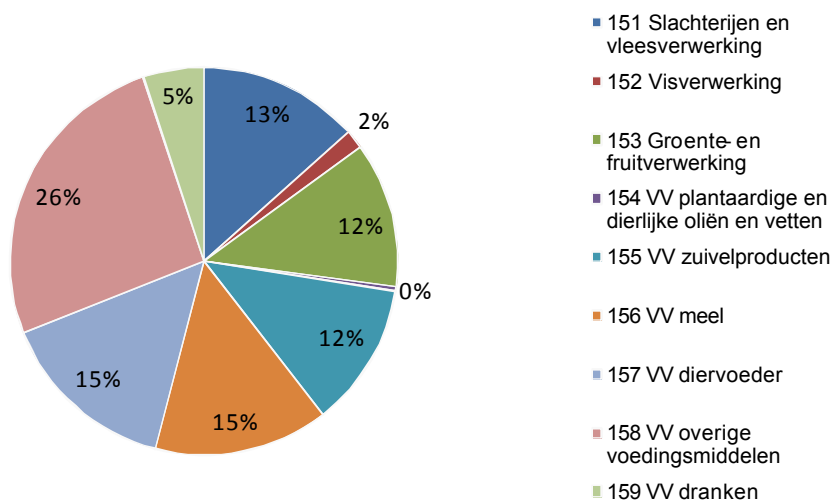


Figuur 3.4 *Productie van elektriciteit en warmte/ stoom uit WKK in de voedingsmiddelenindustrie*

Bron: CBS, 2010.

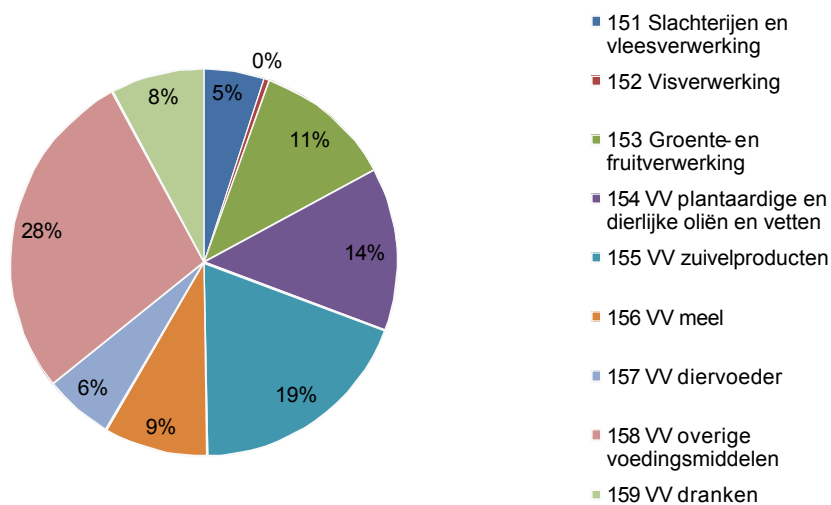
### 3.1.2 Opsplitsing energiegebruik naar subsectoren

Figuur 3.5 en 3.6 geven de opsplitsing van de VMI in subsectoren weer volgens de SBI indeling en laat zien dat het energiegebruik in de voedingsmiddelenindustrie diffuus verdeeld is over deze subsectoren. Geen van de subsectoren heeft een aandeel van meer dan 20% van het totaal in een van de energiedragers. De drie grootste aardgasgebruikende subsectoren in deze statistiek zijn de zuivelindustrie, de oliën en vettenindustrie en de groenten- en fruitverwerkende industrie. De drie grootste elektriciteitgebruikende subsectoren zijn de diervoeder-, meel-, en de vleesverwerkende industrie.



Figuur 3.5 Opsplitsing elektriciteitsverbruik in de VMI (2005) naar subsectoren (totaal 16914 TJ)

Bron: CBS, 2009.



Figuur 3.6 Opsplitsing aardgasverbruik in de VMI (2005) naar subsectoren (totaal 58704 TJ)

Bron: CBS, 2009.

### 3.2 Overzicht historische markt-, technologie- en beleidsontwikkelingen

Volgens de CBS hoeveelheidsindex VGI (CBS, 2009) is de productie in de voedings- en genotmiddelenindustrie tussen 1995 en 2006 met 10,4% gestegen. Het energiegebruik per productiehoeveelheid is gezien het gelijkblijvende totale energiegebruik met ongeveer hetzelfde percentage verminderd. Dit komt neer op ongeveer 0,87% efficiëntieverbetering per jaar. De gemiddelde efficiëntieverbetering in de voedingsmiddelenindustrie is lager dan die in de industrie in totaal. Een mogelijke verklaring hiervoor is de trend naar een uitgebreider assortiment, waarbij vaak extra productiestappen, en dus energie, nodig zijn.

### Beleid

Een groot deel van de bedrijven in de voedingsmiddelenindustrie is deelnemer aan de meerjarenafspraken (MJA), waarin de deelnemers aangeven te streven naar energie-efficiëntieverbetering. Grotere bedrijven vallen veelal onder het convenant benchmarking energie-efficiency en maken in sommige gevallen deel uit van het EU-ETS. Bovendien is het gemeenschappelijk landbouwbeleid van de EU voor veel producten van invloed op de prijs en hoeveelheid van aangeleverde grondstoffen en de concurrentiepositie op de wereldmarkt.

### 3.3 Belangrijke energiegebruikende processen

De belangrijkste energiegebruikende processen in veel subsectoren binnen de VMI zijn koel-, verwarmings-, droog- en mechanische processen. Tabel 3.1 geeft een expert-inschatting van het belang van de verschillende processen binnen de verschillende. Deze tabel is ingedeeld naar de subsectoren die in het SAVE-productie model worden onderscheiden. Koeling en mechanische processen vragen met name elektriciteit, verwarmen en drogen gebeurt vooral m.b.v. warmte. Voor drogen kan daarbij de kanttekening worden gemaakt dat in sommige gevallen door (mechanisch) persen de hoeveelheid te verdampen substraat kan worden teruggebracht. Ongeveer 25% van de energie in de VMI wordt gebruikt t.b.v. droogprocessen (Van Deventer, 2006). Het droogproces gebeurt in veel gevallen door het toevoeren van hete lucht over of door de te drogen stof. De efficiëntie van zogenaamde sproeidrogers ligt bij ongeveer 60%, echter doordat temperatuur vaak beperkt dient te blijven tot 50-90C i.v.m. voedselkwaliteit, hebben veel drogers een efficiëntie tussen 20% en 50% (Van Deventer, 2006).

Tabel 3.1 *Inschatting van het belang van de verschillende processen binnen de verschillende subsectoren (++: zeer groot aandeel, +: groot aandeel)*

|            | Vlees | Aardappel | Mvo | Zuivel | Zetmeel | Veevoer | Bakkerijen | Suiker | Bier |
|------------|-------|-----------|-----|--------|---------|---------|------------|--------|------|
| Verwarmen  | +     | ++        | ++  | +      | +       |         | ++         | +      | ++   |
| Drogen     |       | +         | +   | +      | ++      | ++      |            | ++     |      |
| Mechanisch | +     | +         |     |        | +       | +       |            | +      |      |
| Koelen     | ++    | +         | +   | ++     |         |         |            |        | ++   |

### 3.4 Toekomstige ontwikkelingen / Besparingsmogelijkheden

#### *Verwarmen*

Het energiegebruik voor verwarming kan worden verminderd door het beter op elkaar afstemmen van verschillende warmte en koude vragende processen in een productieketen. Door warmtestromen trapsgewijs aan elkaar te koppelen kan de warmtevraag in veel bedrijven nog aanzienlijk worden teruggebracht (Abeelen, 2010). WKK bespaart energie ten opzichte van stoomketels en wordt naar zeggen in verschillende bedrijven al ingezet tot de maximum capaciteit (waarbij de volledige warmte uit WKK komt).

#### *Drogen (Van Boxtel, 2009)*

Door te drogen m.b.v. een adsorbens (zoals zeoliet) kan de waterdamp uit de afvoerstroom worden gefilterd en de verdampingswarmte worden teruggewonnen, waardoor het droogproces haast energieneutraal kan plaatsvinden. Het regenereren van de adsorbens (het water er weer uit krijgen) kan efficiënter gebeuren door een veel hogere temperatuur en de mogelijkheid tot restwarmtegebruik of warmteterugwinning. Via een dergelijk proces kan het energiegebruik van het drogen met 50% worden gereduceerd.

Momenteel dient voor overschakeling op zeoliet-drogen het bestaande systeem door een geheel nieuw systeem worden vervangen. Dit gebeurt derhalve slechts aan het einde van de economische levensduur van het bestaande systeem. Op deze manier kan in 2020 tot 40% van het potentieel bereikt worden bij markt- en beleidsomstandigheden die de overgang gunstig maken (hoge energieprijzen, overheidsdruk op energiebesparing).

De WUR doet onderzoek naar de mogelijkheid bestaande systemen aan te passen om van dit efficiëntere droogproces gebruik te kunnen maken. Volgens opgave WUR kan de investering die nodig is (middelgrote droger ~150 k€) bij een efficiëntieslag van 55% naar 90%, bij energieprijzen als in okt 2008 in 2,5 jaar worden terugverdiend.

*Koelen (Broeze, 2009)*

Het energiegebruik van koelen in de VMI wordt door SenterNovem geschat op 12 PJ/jr. Mogelijk is deze inschatting inclusief het energiegebruik voor opslag in koelhuizen. Dhr Broeze stelt dat werkelijk duurzame technologieën ter beperking van het energiegebruik door inkoelen en gekoeld/bevroren bewaren van producten nog ver van economisch haalbaar zijn. Slechts voor koeling met laagwaardige koudevraag, zoals comfort koeling, zijn dit soort technieken realiseerbaar. De enige mogelijkheid het energiegebruik in de koelprocessen van de VMI te reduceren ligt derhalve in betere benutting van de capaciteit door bv inspelen op koudebehoefte (in productieprocessen is mogelijk weinig variatie mogelijk), slimmer aansturen mbv frequentieregulatie en het gebruik van efficiëntere koudemiddelen. Modernere koelsystemen zijn vaak tot 20% zuiniger dan oudere versies. Door vervanging van ongeveer de helft van de systemen in de komende 10 jaar (oa door nieuwe regels HCFK's), is hierdoor tot 2020 autonoom een verbetering van ~10% te verwachten. Tegelijk leidt een trend naar meer verse producten tot een toename van energiegebruik voor koeling in de keten, maar waarschijnlijk niet bij de productie zelf.

## 4. Verwachting in de subsectoren

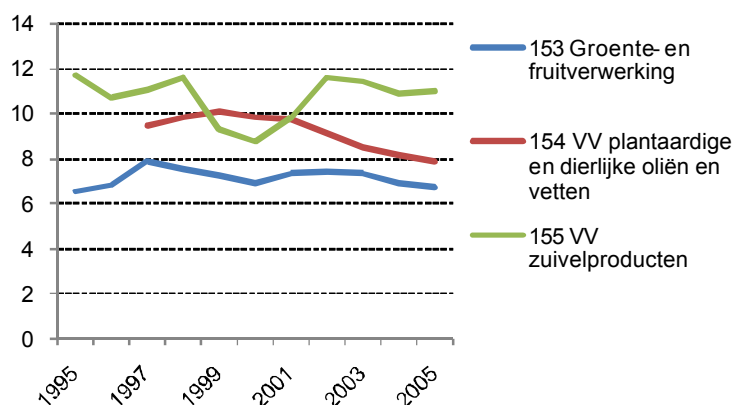
### 4.1 Historische trends in subsectoren

Het gebruik van energiedragers in deze subsectoren laat een grillig en onderling verschillend patroon zien. Figuur 4.1 laat zien dat het aardgasgebruik in de groente- en fruitverwerkende industrie na een initiële stijging van 1995 tot 1997, in het verdere verloop tot 2005 is teruggekeerd naar het 1995 niveau. Het aardgasgebruik bij de productie van plantaardige oliën en vetten laat een stijging zien tot 1999 en is daaropvolgend met 20% gedaald tot enkele procenten onder het niveau van 1995 in 2005. Het aardgasgebruik in de zuivelproductie vertoont na een relatief stabiel gebruik tot 1998 een opmerkelijke teruggang tot 2000, maar komt na stijging in 2001 en 2002 weer op het oude niveau, waarna het tot 2005 met enkele procenten afneemt.

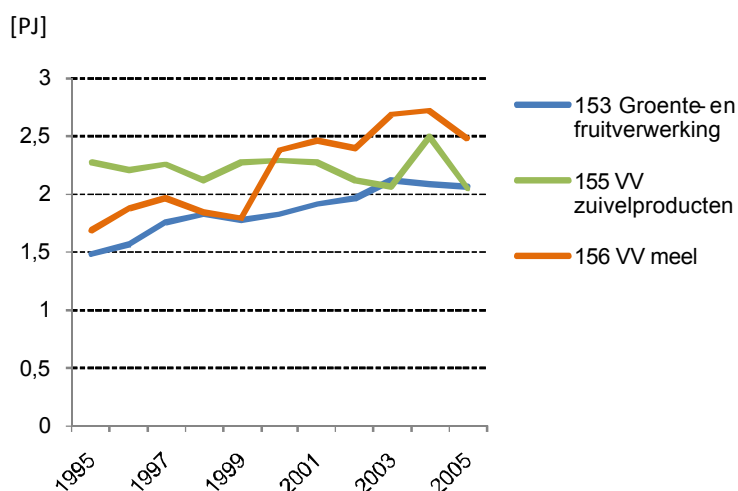
Het elektriciteitsgebruik (Figuur 4.2) in de groenten- en fruit verwerkende industrie laat vanaf 1995 tot 2003 een gestage opwaartse trend zien van ~40% stijging tussen 1995 en 2003 die in de jaren 2004 en 2005 afvlakt. Ook de meelproductie laat een sterke stijging zien tussen 1995 en 2003, van ~60%. Hierbij moet worden opgemerkt dat een groot deel van deze stijging plaatsvindt in het jaar 1999-2000 waarbij tegelijkertijd een grote reductie (-49%) in het aardgasgebruik wordt gerapporteerd.

De opsplitsing in subsectoren is slechts beschikbaar tot 2005. Ten opzichte van 2005 laat het totaal gebruik een toename zien van 4-5% voor zowel elektriciteit als aardgas (CBS, 2009).

[PJ]



Figuur 4.1 *Aardgasverbruik in de drie subsectoren met grootste verbruik*  
Bron: CBS, 2009.



Figuur 4.2 *Elektriciteitsverbruik in de drie subsectoren met grootste verbruik*  
Bron: CBS, 2009.

## 4.2 Vleesverwerkende industrie

### *Markt*

In SAVE wordt het totaalgewicht van geproduceerd vlees gebruikt als energierelevante grootte. Een benadering van deze waarde kan worden verkregen aan de hand van het totaal gewicht van geslachte dieren. Sinds 1990 is dit met 26,5% afgenomen (CBS, 2009). Doortrekken van deze trend (gecorrigeerd voor verschillen in diersoorten) leidt t.o.v. 2008 tot een verwachte vermindering met 2,7% in 2010, 13,5% in 2020, 21,1% in 2030 en 26,5% in 2040. Verschillende experts beamen de verwachting van een dalende toekomstige trend. Het LEI suggereert echter tot 2020 een toename van de rundveestapel met 12% t.o.v. 2007 en ongeveer gelijkblijvende varkens en pluimveestapel (Silvis et al, 2009). De Dimitri run geeft voor de vleessector ongeveer een gelijkblijvend economisch productieniveau. Indien aangenomen wordt dat het prijsniveau gelijk blijft kan de economische trend als indicator voor de fysieke trend worden gebruikt. I.v.m. de tegenstrijdige gegevens m.b.t. de fysieke productie op basis van slacht- en dieraantallen is in de SAVE run t.b.v. de referentieraming de middenweg die volgt uit de Dimitri-run gevolgd.

### *Energie-efficiency*

Als deelnemer MJA3 heeft de vleesindustrie zich verbonden aan een streven van 30% energie-efficiëntieverbetering, gemeten over alle deelnemers. Vergisting van slachtafval kan mogelijk het fossiele verbruik in deze sector verder verminderen, echter dit gebeurt waarschijnlijk niet vanzelf. Een groot gedeelte van de energie in de vleesverwerking wordt gebruikt voor koeling (Ramírez Ramírez, 2005). In het algemeen mag hierbij door betere afstemming of vernieuwing een efficiëncyslag worden verwacht in de orde van 20%. Bij 50% vervanging in 2020 is dus 10% van de koelenergie te reduceren. Uit de SenterNovem voortgangsrapportage MJA energy-efficiency blijkt een energie-efficiency verbetering van 10,1% tussen 1998 en 2008. In de SAVE run t.b.v. de Referentieraming wordt eenzelfde verbeteringstempo verondersteld (1%/jr).



### 4.3 Zuivelindustrie

#### *Markt / beleid*

In NL werd in 2008 in totaal 12,2 Mton melk verwerkt (ProdZuivel, 2009b). Hiervan was veruit het grootste deel (52%) bestemd voor kaasproductie, 11% als consumptiemelk, 13% voor melkpoeder, 6% voor gecondenseerde melk, 1% voor boter en 16% voor overige producten. De hoeveelheden geproduceerde producten staan vermeld in Tabel 4.2. FrieslandCampina is verre weg de grootste zuivelverwerker van Nederland met 30 van de 52 fabrieken.

De zuivelsector valt onder het gemeenschappelijk landbouwbeleid van de EU (GLB). Sinds 1984 hebben melkveehouders een verhandelbaar quotum dat aangeeft hoeveel melk ze mogen produceren. Hiermee wordt de prijs van melk in de EU kunstmatig hoog gehouden. Export van melk naar de wereldmarkt werd tot 2007 gesubsidieerd, om producenten een bepaalde inkomensgarantie te verschaffen. Omdat de wereldmarktprijs in 2007 en 2008 steeg door toegenomen vraag uit o.a. China werd de exportsubsidie afgeschaft. In 2009 is deze echter geïntroduceerd omdat de economische crisis de wereldmarktprijs weer deed dalen. Naar verwachting zal de vraag in de toekomst weer aantrekken. Verwacht mag dus worden dat de productie in Nederland de komende jaren zal stijgen. Het LEI (Silvis et al, 2009) verwacht een stijging van de melkproductie met 14%, kaas met 13% en melkpoeder met 34%. In de SAVE-run t.b.v. de referentieraming zijn deze stijgingen overgenomen.

De quota bepalen voor een groot deel de verwerkingshoeveelheid in de melkindustrie. Het GLB wordt momenteel omgevormd zodat productprijzen in de EU op wereldmarktniveau komen te liggen. Daartoe wordt overgeschakeld van een productiesubsidie naar een bedrijfssubsidie. De quota worden de komende jaren stapsgewijs verhoogd en uiteindelijk in 2015 geheel losgelaten. Een toenemende productie wordt derhalve niet langer door de quota tegengehouden.

#### *Energie-efficiency*

Het energiegebruik in de zuivelverwerking zit m.n. in de processen verhitten, koelen, concentreren en drogen (Tabel 4.1). Voor kaas en boterproductie beslaat het schoonmaken ook een aanzienlijk deel van het energiegebruik. Voor de melkproductie is dit beperkt tot ongeveer 10%. In de MJA voortgangsrapportage zuivelindustrie is aangegeven dat de energie efficiency in de periode 1998-2008 met 0,88% per jaar is verbeterd. In de SAVE-run voor de Referentieraming is een gelijke trend aangenomen voor de periode tot 2020.

Tabel 4.1 *Energiegebruik zuivelverwerking*

| Product     | Proces  | Percentage van het energiegebruik [%] |
|-------------|---|---------------------------------------|
| Melk        | Centrifugeren/<br>Homogeniseren/<br>Pasteuriseren | 38                                    |
|             | Koelen  | 19                                    |
|             | Schoonmaken                                       | 10                                    |
|             | Bewerking / opslag                                | 24                                    |
| Kaas        | Koelen  | 19                                    |
|             | Ontvangst / Thermisatie                           | 19                                    |
|             | Schoonmaken                                       | 19                                    |
|             | Processing  | 14                                    |
| Melk poeder | Concentratie door verwarming / Centrifugeren      | 45                                    |
|             | Drogen  | 51                                    |
| Boter       | Koelen  | 66                                    |
|             | Schoonmaken                                       | 26                                    |

Bron: Ramírez Ramírez, 2005.

Tabel 4.2 *Specifiek energiegebruik en productiewaarden*

|   | Energiegebruik ~2000<br>(GJ/ton product) (Ramírez<br>Ramírez, 2005) | Totale productie 2008<br>(kt) (ProdZuivel, 2009a) |
|---|---|---|
| Vloeibare melk en gefermenteerde<br>producten | 1,1   | 800,9   |
| Kaas  | 4,8   | 722   |
| Boter   | 2,2   | 129   |
| Melkpoeder                                    | 12,1  | 181,3   |
| Gecondenseerde melk                           | 2,7   | 339,4   |
| Weipoeder                                     | 11,7  | 64,5  |
| Caseïne en lactose                            | 5,8   |   |

#### 4.4 Zetmeelindustrie

##### *Markt en beleid*

De wereldzetmeelmarkt wordt voorzien door zetmeelproductie uit met name aardappelen, tarwe, maïs en tapioca. In de EU was de verdeling hiervan in 2001 3,9 Mton uit maïs, 2,8 Mton uit tarwe en 1,7 Mton uit aardappelen. In Nederland heeft zetmeel uit aardappelen de belangrijkste bijdrage. Zetmeelproductie binnen de EU is onderdeel van de gemeenschappelijke marktordening, die momenteel aan hervorming onderhevig is. De zetmeelmarkt wordt momenteel opgedeeld in quota. Het Nederlandse contingent voor aardappelzetmeel bedraagt 507 kton (EC, 2009; LMC, 2002). Op dit moment krijgen de producenten van zetmeelaardappelen geld van de EU (LNV, 2009).

Historisch werd zetmeelexport variabel gesubsidieerd tot een zogenaamde garantieprijs. Import van zetmeel van buiten de EU wordt geconfronteerd met importheffingen. Hierdoor lag het prijsniveau van zetmeel binnen de EU hoger dan op de wereldmarkt. Bovendien bestond een productierestitutie, die producenten van producten gebaseerd op zetmeel een compensatie geeft voor de hogere prijs van zetmeel in hun producten t.o.v. die van hun concurrenten buiten de EU. Per 2013 worden de contingentsregeling en productierestitutie afgeschaft, via een overgangsregeling in 2009-2012.

Voor aardappelzetmeel geldt bovendien een speciale compensatie, die de hogere productiekosten in vergelijking met andere zetmeelsoorten gladstrijkt. Ook deze compensatie zal worden afgeschaft, waardoor aardappelzetmeelproductie waarschijnlijk sterkere concurrentie zal onderkennen van andere zetmeelsoorten. Het groeibeeld voor aardappelzetmeel wordt derhalve negatief ingeschat. Ook de LEI-analyse projecteert een vermindering van aardappelareaal t.b.v. zetmeelproductie (-20%). Het groeibeeld voor de overige zetmeelsoorten kan echter wel positief zijn. I.v.m. deze onzekerheid wordt in de SAVE-run t.b.v. de referentieraming de fysieke productie constant gehouden.

##### *Energie-efficiency*

Zoals in tabel 4.1 aangegeven nemen droogprocessen het grootste deel van het energiegebruik in de zetmeelproductie voor hun rekening, gevolgd door verwarmen en mechanische processen. Een ruwe inschatting van verbeteringstempo in deze processen leidt tot een aanname van 1,2% efficiency-verbetering per jaar in de SAVE-run t.b.v. de Referentieraming.

#### 4.5 Suikerindustrie

##### *Markt en beleid*

De Europese markt wordt momenteel hervormd om deze voor te bereiden op meer competitie van buiten de EU. De interne markt is nu verdeeld op basis van nationale suikerquota waar te

genover een garantieprijs voor suiker staat. Import van buiten de EU wordt geconfronteerd met sterke importheffingen, waardoor import tot nu toe nauwelijks plaatsvindt. De suikerprijs binnen de EU ligt daardoor structureel hoger dan de wereldmarktprijs. De garantieprijs wordt tussen 2006 en 2010 stapsgewijs verlaagd met in totaal 36% tot € 404,40/ton en blijft daarop tot 2015 gehandhaafd (LNV, 2009; Suikerunie, 2009b), om vraag en aanbod op een nieuw evenwicht te brengen. Verkregen quota kunnen via een vrijwillige regeling worden opgegeven tegen een vergoeding. De nieuwe marktordening heeft een looptijd tot en met september 2015. Suikerproductie buiten het quotum is mogelijk t.b.v. productie van bepaalde industriële producten en export tot een door WTO vastgesteld maximum van 1,4 Mton (Suikerunie, 2009b).

De Europese Commissie hoopt hiermee ongeveer 6 Mton productie vrijwillig uit de markt te halen en zal wanneer te weinig wordt bereikt vanaf 2010 hiertoe dwingende beperkingen opleggen (EC, 2007). De komende tien jaar zal de wereldproductie van suiker met ongeveer 25% stijgen (AGD, 2009b). Omdat de vraag naar verwachting sterker stijgt zal de evenwichtsprijs het komende decennium rond 35% hoger liggen dan het afgelopen decennium (AGD, 2009b). Door de toegenomen concurrentie en omdat Europese productie door het quotum gelimiteerd is zal de EU van historisch exporteur veranderen in de grootste importeur.

Na de overname van CSM is Suikerunie de enige producent in Nederland. Suikerunie heeft in Nederland een jaarlijks suikerquotum van 805 kton en een omzet van € 650 miljoen (Suikerunie, 2009a). In 2008 lag de suikerproductie op 860 kton (Suikerunie, 2009a). De totale productie in de EU ligt in 2008 en 2009 op 23,5 Mton (AGD, 2009a). Het LEI (Silvis et al, 2009) verwacht dat de dalende trend in suikerproductie van de jaren 1999-2007 zich tot 2020 voortzet, en daarmee de productie nog met 20% zal afnemen. Dit cijfer is ook in de SAVE-run t.b.v. de Referentieraming gevolgd.

### *Productieproces*

De productie van suiker vindt in Nederland plaats op basis van suikerbieten. Het suikerproductieproces bestaat uit achtereenvolgens (RIVM-LAE, 1991)

- Wassen van de bieten.
- Snijden.
- Extractie van suiker met heet water.
- Persen van snijdsel voor extra suikerwinning, waarbij reststroom pulp ontstaat.
- Sapzuivering door carbonatatie (toevoeging kalkmelk en CO<sub>2</sub>, waardoor niet-suikers neerslaan in schuimaarde).
- Sapconcentratie tot diksap door verdamping.
- Diksap kristallisatie door verdamping.
- Scheiding door centrifuge.
- Drogen.
- Koelen en opslag.

De pulp wordt na droging en menging met schuimaarde afgevoerd als veevoer.

### *Energiegebruik*

Het CBS rapporteert geen gegevens over het energiegebruik in de suikerindustrie. Suikerunie behoort tot de top 10 energiezuinigste bietsuikerfabrieken ter wereld, en heeft zich via het benchmarking convenant verplicht in 2012 tot de wereldtop te blijven behoren (Suikerunie, 2009a). In het SAVE productiemodel wordt uitgegaan van een gebruik van 2,42 PJ stoom, 5,07 PJ gas en 2,39 PJ finaal (5,98 PJ primair) elektrisch in 1995. T.o.v. 1990 is het energieverbruik per ton suiker in 2008 met 44% gedaald (Suikerunie, 2009a), t.o.v. 1995 bedraagt de reductie ongeveer 41% (op basis van (Suikerunie, 2009a)). Dit komt neer op 2,4% per jaar. Lineair doortrekken van deze trend lijkt fysiek onhaalbaar. Suikerunie maakt deel uit van het EU-ETS. In 2005-2007 heeft Suikerunie 295 kton CO<sub>2</sub>/jaar uitgestoten, echter dit was op basis van de Suikerunieproductie (~600 kton) zonder de overgenomen CSM productie (~380 kton) (Van den Oever, 2006).

Gealloceerde emissierechten bedragen voor 2008-2012 389 kton/jaar (MinVROM & MINEZ, 2008), wat bij ongewijzigde efficiëntie toereikend is voor de productie van ongeveer 790 kton suiker. Het huidige productieniveau ligt hier zo'n 10% boven, echter zoals boven beschreven wordt verdere krimp verwacht. Met een zeer beperkte efficiëntieverbetering kan dus onder de ETS grens gebleven worden.

De meest energie-intensieve processen in de suikerproductie zijn zoals in Tabel 2.2 weergegeven het drogen (indampen), gevolgd door verwarmings- en mechanische processen. Op basis van ruwe aannames over autonome verbeteringen in deze en overige processen wordt in de SAVE run aangenomen dat de totale efficiëntie evenals bij zetmeelproductie met 1,2% per jaar verbetert.

#### *Productie duurzaam*

Vanaf 2009 neemt Suikerunie op de locatie Dinteloord een methaanreactor in gebruik voor het vergisten van bijproducten en reststromen. Met het ontstane biogas kan 4-5% aardgas bespaard worden. Op de locatie Vierverlaten is een dergelijke installatie reeds operatief en bespaart ~3% aardgas. Ook wordt op beide locaties een WKK-installatie voorbereid voor vergisting + verbranding van reststromen van suikerunie en agro-/voedingsmiddelenindustrie. De capaciteit draagt 3-4 MW<sub>e</sub> in Dinteloord (Suikerunie, 2009a).

## 4.6 Overige subsectoren

### *Margarine vetten en oliën (MVO)*

In de periode 1998-2008 is het productievolume in de MVO industrie met 15% gestegen (SenterNovem, 2009b). In SAVE is de productie van MVO lineair gekoppeld aan die van overige voedingsmiddelen. Deze groep neemt volgens Dimitri in de periode 2008-2020 met ongeveer 9% toe. De energie-efficiëntie is in de jaren 1998 tot 2008 verbeterd met 5,6% (SenterNovem, 2009b). Er zijn geen aanwijzingen gevonden dat het verbeter tempo in de komende jaren substantieel zal veranderen. Daarom is het besparingstempo gesteld op 0,56% per jaar.

### *Aardappelverwerkende industrie*

In de periode 1998-2008 is het productievolume in de aardappelenindustrie met 20% gestegen (SenterNovem, 2009a). In SAVE is de aardappelverwerking lineair gekoppeld aan die van groenten- en fruitverwerking. De verwerking van groenten en fruit neemt volgens Dimitri in de periode 2008-2020 met ongeveer 18% toe. Ook het LEI gaat uit van een groei van het areaal teeltaardappelen (Silvis et al, 2009). De energie-efficiëntie is in de jaren 1998 tot 2008 verbeterd met 7,4% (SenterNovem, 2009a). Er zijn geen aanwijzingen gevonden dat het verbeter tempo in de komende jaren substantieel zal veranderen. Daarom is het besparingstempo gesteld op 0,74% per jaar.

### *Veevoer*

Drogen neemt het grootste deel van het energiegebruik in de veevoerproductie voor zijn rekening, gevolgd door mechanische processen. Op basis van een ruwe inschatting is aangenomen dat in deze processen een autonome verbetering zal plaatsvinden die leidt tot een efficiency verbetering van 1,0% per jaar. Op basis van de Dimitri run is uitgegaan van een fysieke groei van 6,3% tussen 2008 en 2020.

### *Bakkerijen*

Verwarmen neemt het grootste deel van het energiegebruik in de bakkerijen voor zijn rekening. Op basis van een ruwe inschatting is aangenomen dat in deze processen een autonome verbetering zal plaatsvinden die leidt tot een efficiency verbetering van 0,9% per jaar. Op basis van de Dimitri run is uitgegaan van een fysieke groei van 9,0% tussen 2008 en 2020.

### *Bier*

In SAVE is de productie van bier lineair gekoppeld aan de productie van dranken. Deze groep neemt volgens Dimitri in de periode 2008-2020 met ongeveer 8% toe. In de bierproductie zijn verwarmen en koelen de belangrijkste processen. Op basis van een ruwe inschatting is aangenomen dat in deze processen een autonome efficiencyverbetering van 1,2% per jaar plaatsvindt.

## 4.7 Samenvatting verwachtingen referentieraming

De verwachtingen voor de verschillende subsectoren die gebruikt zijn t.b.v. de Referentieraming 2010 zijn samengevat in tabel 4.3.

Tabel 4.3 *Verwachting volumeontwikkeling en efficiëntieverbetering in de subsectoren van de VMI 2008-2020*

|                                 | Volumeontwikkeling<br>2008-2020<br>[%]      | Efficiencyverbetering<br>per jaar 2008-2020<br>[%] |
|---------------------------------|---|--|
| Vleesindustrie                  | ~0  | 1  |
| Zuivelindustrie                 | +14 (melk), +13 (kaas), +34<br>(Melkpoeder) | 0,88   |
| Zetmeelindustrie                | ~0  | 1,2  |
| Suikerindustrie                 | -20   | 1,2  |
| Margarine, Oliën en vetten      | +9  | 0,56   |
| Aardappel verwerkende industrie | +18   | 0,74   |
| Veevoerindustrie                | +6,3  | 1  |
| Bakkerijen                      | +9,0  | 0,9  |
| Bierindustrie                   | +8  | 1,2  |

## 5. Referenties

- Abeelen, C. (2010): *Persoonlijke mededeling Dhr. Abeelen (SenterNovem)*. September 16, 2009.
- AGD (2009a): *Meer bieten voor suiker in EU*.  
<http://www.agd.nl/1075236/Nieuws/Artikel/Meer-bieten-voor-suiker-in-EU.htm>.  
Visiting date August 18, 2009a.
- AGD (2009b): *Suikerprijs hoog de komende tien jaar*.  
<http://www.agd.nl/1081528/Nieuws/Artikel/Suikerprijs-hoog-de-komende-tien-jaar.htm>.  
Visiting date August 18, 2009b.
- Boxtel, T. van (2009): *Persoonlijke communicatie Dhr Van Boxtel (WUR)*. August 27, 2009.
- Broeze, J. (2009): *Persoonlijke mededeling Dhr. Broeze (WUR)*. August 23, 2009.
- CBS (2009): *CBS Statline*. Visiting date September 20, 2009.
- CBS (2010): *CBS statline- Elektriciteit; productie en productiemiddelen*. Visiting date September 24, 2010.
- Daniëls, B.W. & S. Kruitwagen (2010): *Referentieraming energie en emissies 2010-2020*. ECN-E--10-004, ECN Beleidsstudies, Petten, 2010.
- Deventer, H.C. van (2006): *Roadmap Drogen*, TNO Kwaliteit van Leven, Zeist, 2006.
- EC (2007): *Reform of the sugar sector*. Visiting date August 18, 2009.
- EC (2009): *Voorstel tot verordening van de raad tot vaststelling van gemeenschappelijke voorschriften voor regelingen inzake rechtstreekse steunverlening aan landbouwers in het kader van het gemeenschappelijk landbouwbeleid en tot vaststelling van bepaalde steunregelingen voor landbouwers*. 2009.
- LMC (2002): *Samenvatting evaluatie communautair beleid inzake zetmeel en zetmeelproducten*. 2002.
- LNV (2009): *EU Marktordeningen Suiker Zetmeelaardappelen Zuivel Rund- en kalfsvlees*.  
Visiting date August 18, 2009.
- MinVROM & MINEZ (2008): *Nationaal toewijzingsbesluit broeikasgasemissierechten 2008-2012*. 2008.
- Oever, R. van den (2006): *CSM Suiker in de aanbidding*. Visiting date September 23, 2009.
- ProdZuivel (2009a): *Melkaanvoer en productie - totaaloverzicht per product 2008*, 2009a.
- ProdZuivel (2009b): *Statistisch jaaroverzicht 2008*, Productschap Zuivel, 2009b.
- Ramírez Ramírez, A. (2005): *Monitoring Energy Efficiency in the Food Industry*. Utrecht University.
- RIVM-LAE (1991): *SPIN rapportage 110 Productie van suiker*, RIVM, Bilthoven, 1991.

- SenterNovem (2009a): *Voortgangsrapportage MJA Energie-efficiency Aardappelverwerkende industrie Verslagjaar 2008*, 2009a.
- SenterNovem (2009b): *Voortgangsrapportage MJA Energie-efficiency Margarine-, Vetten-, en Olienindustrie. Verslagjaar 2008*, 2009b.
- Silvis, H.J., C.J.A.M. De Bont, J.F.M. Helming, M.G.A. Van Leeuwen, F. Bunte, J.C.M. Van Meijl (2009): *De agrarische sector in Nederland naar 2020*, LEI, Wageningen, 2009.
- Suikerunie (2009a): *Duurzaamheidsverslag 2008*, Suikerunie, Dinteloord, 2009a.
- Suikerunie (2009b): *EU Marktordening suikerproductie*. <http://www.suikerunie.nl/nl/5/11/96/>. Visiting date August 17, 2009b.
- Wiltink, H.C., W.F. Blom, R. Thomas, A.M. Idenburg (2001): *Dimitri 1.0: Beschrijving en toepassing van een dynamisch input-output model*. RIVM rapport 778001 005, RIVM, Bilthoven, 2001.