

# Voorwaartse integratie in de akkerbouw

Rapport in opdracht van InnovatieNetwerk, opgesteld door:  
Prof.dr. J.P.M. Sanders, Wageningen UR  
D.A. van der Hoeven, journalist  
Dr. C. van Dijk, Wageningen UR

Projectleider InnovatieNetwerk:  
Dr.ir. J.G. de Wilt

Dit rapport valt binnen het thema “Duurzaam Ondernemen”.



Postbus 19197  
3501 DD Utrecht  
tel.: 070 378 56 53

internet: <http://www.innovatienetwerk.org>

InnovatieNetwerk is een initiatief van, en wordt gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

ISBN: 978 – 90 – 5059 – 352 – 6

Overname van tekstdelen is toegestaan, mits met bronvermelding.

Rapportnr. 08.2.175, Utrecht, mei 2008.



# Voorwoord

In de verwerkende industrie in de akkerbouw heeft de laatste decennia – zoals in vele andere sectoren - een enorme concentratie en schaalvergroting plaatsgevonden, onder impuls van rendement van investeringen, kwaliteitseisen aan de producten, arbeidsbesparing en schaalvergroting aan de afnemerskant. Deze ontwikkeling heeft ook een keerzijde, in de vorm van grotere transportafstanden van de productielocatie naar de fabriek, energieslurpende verwerkingsprocessen en kostbare maatregelen om lokale milieubelasting te verminderen. In het kader van een duurzame ontwikkeling zullen de nadelen naar verwachting steeds zwaarder gaan wegen. Voldoende reden om te zoeken naar alternatieven voor de huidige strategie van concentratie en schaalvergroting in akkerbouwketens.

Voorwaartse integratie beidt mogelijk een alternatief. Hierbij geschiedt verwerking deels op het primaire akkerbouwbedrijf of binnen een groep van bij elkaar gelegen bedrijven, alvorens verdere centrale verwerking plaatsvindt. Voorwaartse integratie betekent een radicale breuk met de huidige trend van schaalvergroting, gericht op het behalen van zoveel mogelijk schaalvoordelen in de agro-industrie. Bij voorwaartse integratie zal juist een deconcentratie van agro-industriële bewerkingen gaan plaatsvinden. Voordelen liggen in het realiseren van meer toegevoegde waarde op het primaire akkerbouwbedrijf door de voorbewerking van het product. Door de verbetering van de bewaarbaarheid kan de boer het gehele jaar door zijn producten leveren, zodat de faciliteiten voor centrale verwerking efficiënter kunnen worden benut. Andere voordelen zijn het vermijden van ongewenst transport van water en tarra en het verkorten van de mineralencyclus. Deze voordelen zullen in de toekomst naar verwachting steeds meer de doorslag geven, terwijl ook de technologie voor kleinschalige voorbewerking steeds meer beschikbaar komt. Dit vormt een belangrijke driver voor voorwaartse integratie.

Dit rapport schetst de perspectieven van deze benadering aan de hand van ketens op het gebied van aardappel en suikerbiet. Ook in ontwikkelingslanden biedt voorwaartse integratie perspectief, zoals wordt toegelicht aan de hand van het gewas cassave. Tenslotte komt de akkerbouwmatige productie en verwerking van gras aan de orde. Voor de genoemde ketens vinden nu reeds concrete activiteiten plaats, gericht op voorwaartse integratie.

Ik hoop dat dit rapport u mag inspireren tot reflectie en bovenal tot actie.

Dr. G. Vos,  
Directeur InnovatieNetwerk





# Inhoudsopgave

## Voorwoord

## Samenvatting **1**

### **1. Inleiding: veranderende omstandigheden in de landbouw **5****

### **2. Groot- en kleinschaligheid in de agro-industrie **9****

### **3. Voorwaartse integratie als strategie **15****

### **4. Industrie-aardappel **21****

4.1	Huidig proces	21
4.2	Voorwaartse integratie	22
4.3	Systeem-, kosten- en milieverschillen	23
4.4	Conclusies	23

### **5. Suikerbiet **27****

5.1	Huidig proces	27
5.2	Voorwaartse integratie	27
5.3	Systeem-, kosten- en milieverschillen	29
5.4	Conclusies	32

### **6. Cassave **35****

6.1	Huidig proces	35
6.2	Voorwaartse integratie	35
6.3	Systeem-, kosten- en milieverschillen	36
6.4	Conclusies	37

### **7. Gras **39****

7.1	Huidig proces	39
7.2	Voorwaartse integratie	40
7.3	Systeem-, kosten- en milieverschillen	40
7.4	Conclusies	40

**8. Algemene conclusies en perspectieven 43**

**Bronnen 47**

**Summary 51**







# Samenvatting

Bij voorwaartse integratie wordt een deel van de waardeketen in de akkerbouw geïntegreerd in het agrarische bedrijf. Essentieel daarbij is de (voor)bewerking van de grondstof (bijv. aardappel of biet) dicht bij de productie: kleinschalig, door de boer of door een groep van boeren, die hiermee toegevoegde waarde genereren. Het doel is om houdbare tussenproducten te maken die gemakkelijk kunnen worden opgeslagen en die op een geschikt moment worden vervoerd naar een centrale verwerking. Hierdoor ontstaan kortere cycli (water, mineralen en reststromen), resulterend in een bewaarbaar tussenproduct, dat gedurende het gehele jaar naar verschillende markten kan worden afgezet. De boer wordt zo minder afhankelijk van slechts één markt en één afnemer. De perspectieven van voorwaartse integratie worden in dit rapport geïllustreerd aan de hand van vier cases: aardappel, suikerbiet, cassave en gras.

Voorwaartse integratie heeft verschillende voordelen:

- 1. Genereren van toegevoegde waarde op het primaire bedrijf.**  
Door de voorbewerking op het akkerbouwbedrijf ontstaat een product met een hogere marktwaarde, dat zich bovendien naar verschillende markten laat afzetten.
- 2. Vermindering van seizoensafhankelijkheid.** Besparing op de opslag van het primaire product en een beter renderende investering in de centrale verwerking, aangezien deze het hele jaar kan plaatsvinden.
- 3. Vermijden van ongewenst transport van water en tarra.** Water en aanhangende tarra, worden bij het huidige proces zinloos vervoerd naar de centrale verwerking en zijn als reststroom moeilijk af te zetten vanwege geldende regelgeving. De grootste voordelen zijn te behalen bij 'natte' gewassen zoals aardappelen, cassave, gras, bieten, loof, etc.

**4. Verkorting van de mineralencyclus.** Deze natte gewassen bevatten grote hoeveelheden mineralen per hoeveelheid geoogste droge stof, die bij centrale verwerking moeilijk afzetbaar is.

Dit concept is op basis van bestaande technologieën reeds kansrijk. Met nieuwe nog te ontwikkelen technologieën kunnen de kansen voor voorwaartse integratie in de toekomst nog eens toenemen.

Voorwaartse integratie betekent een radicale breuk met de huidige trend van sterke schaalvergroting in de agro-industrie. Bij voorwaartse integratie zal juist een belangrijke deconcentratie van agro-industriële bewerkingen gaan plaatsvinden. Deze nieuwe richting is mogelijk door een aantal gelijktijdige ontwikkelingen:

- Omschakeling van het boerenbedrijf, waarbij niet alleen wordt geproduceerd voor de voedselvoorziening maar ook voor de energie en andere markten.
- De hoge energieprijzen, waardoor biogasinstallaties met elektriciteitsopwekking en lokale benutting van de vrijkomende warmte rendabel worden. Dit leidt tot nieuwe mogelijkheden voor integratie van agrarische en agro-industriële productie met het boerenbedrijf, terwijl warmte-integratie in grootschalige fabrieken al lang wordt toegepast.
- Toenemende problemen met transport van volumineuze stromen over de weg, vanwege de steeds grotere afstanden tot de centrale verwerking en de belasting van de lokale infrastructuur op het platteland.
- Technologische ontwikkeling waardoor houdbare tussenproducten op kleine schaal op het boerenbedrijf kunnen worden vervaardigd.

Op de weg naar realisatie van kleinschalige (voor)bewerking op het primaire bedrijf, staan ook hindernissen. Ondernemers kunnen oplopen tegen problemen zoals:

- De apparatuur is vaak nog niet op de markt verkrijgbaar in de vereiste specificaties, zelfs als de technologie op zich bekend is,
- Bestaande organisaties kunnen zich verzetten tegen systeemveranderingen, bijvoorbeeld vanwege verlies van macht, of omdat bestaande installaties nog niet zijn afgeschreven,
- De nieuwe bedrijfsopzet kan door financiers worden gezien als risicovol;
- Regelgeving gaat uit van de bestaande situatie en blokkeert daarmee nieuwe initiatieven (beleidstraagheid).

Moderne Nederlandse boeren zijn hoog opgeleid en moeten in staat worden geacht de uitdagingen aan te kunnen die deze nieuwe activiteiten met zich meebrengen. Slaagt deze strategie, dan levert dit een wezenlijke bijdrage aan de economie van het platteland.





# 1. Inleiding: veranderende omstandigheden in de landbouw

De wereld verandert in snel tempo en de landbouw ondervindt daar de weerslag van. In het nieuwe Europese beleid is voedselvoorziening niet langer zorg nummer één. Boeren zullen in de toekomst daarom veel minder worden ondersteund. Er doen zich nieuwe kansen voor om een bijdrage te leveren aan de voorziening van de maatschappij met energie en chemicaliën, om de uitstoot van broeikasgassen te reduceren en ook om de afhankelijkheid van aardolie-importen te verminderen. Verder worden afvalstromen, ook die uit de landbouw en veeteelt, geherwaardeerd als mogelijke bron van energie, materialen en mineralen.

De positie van de boer in dit veranderende krachtenveld is van belang. Enerzijds staan de inkomens in de agrarische sector reeds lange tijd onder druk. Door het loslaten van garantieprijzen zullen deze nog verder onder druk komen te staan. Maar intussen worden van boeren wel hoge investeringen verwacht om bij te blijven met de marktvraag. Vanwege de agrarische strategie in West-Europa zal ook nog rekening moeten worden gehouden met toenemende concurrentie vanuit het oosten van Europa. Anderzijds zien we door nieuwe markten met non-foodproducten een opwaartse druk ontstaan waardoor inkomens juist de neiging hebben om te stijgen.

Het is onze overtuiging dat voorwaartse integratie in de landbouw een bijdrage kan leveren aan de hier geschetste uitdagingen. Bij voorwaartse integratie wordt een deel van de agrarische keten binnen het boerenbedrijf getrokken: onderdelen van de voedselverwerkende industrie, die wij overigens 'agro-industrie' zullen noemen, omdat de landbouw ook een rol gaat spelen in de energie- en chemicaliënvoorziening. De boer ontwikkelt hiermee meerdere inkomstenbronnen en wordt zo minder afhankelijk van slechts één markt en één afnemer. Deze voorwaartse integratie wordt mogelijk gemaakt door nieuwe

technologieën waarmee op kleinschalige wijze kwaliteitsproducten kunnen worden geleverd en waarmee de seizoensafhankelijkheid grotendeels kan worden opgeheven. Deze technologieën hebben vaak uitgesproken milieuvoordelen, waaronder het verkorten van de mineralencyclus. Moderne Nederlandse boeren zijn hoog opgeleid en moeten in staat worden geacht de uitdagingen aan te kunnen die deze nieuwe activiteiten met zich meebrengen. Slaagt deze strategie, dan wordt daarmee een nieuwe gezonde basis geschapen voor de economie van het platteland.







## 2. Groot- en klein- schaligheid in de agro-industrie

In de industrie heeft zich de laatste 150 jaar een continue schaalvergroting zowel van installaties als van organisaties voltrokken. Deze is zó sterk dat men bij oppervlakkige beschouwing, schaalvergroting snel zou kunnen gelijkstellen met toenemende productiviteit en daarmee met welvaart. Wij menen echter dat schaalvergroting in vele industrietakken haar eindstadium heeft bereikt, en dat verdere toename van productiviteit veelal zal plaatsvinden met technologieën waarvoor een grote schaal niet voordelig is.

Wij beschouwen schaalvergroting hier vanuit technisch-economisch oogpunt. We hebben het dus over de omvang van installaties en niet van organisaties, al hangen deze twee deels samen. We laten bij onze behandeling van schaalvoordelen en -nadelen derhalve kwesties als machtsvorming en *span of control* buiten beschouwing.

Er is een ingenieursreden om te streven naar steeds grotere installaties. Daarvoor moeten we een reactievat beschouwen: de inhoud is evenredig met de derde macht van de straal, terwijl het oppervlak evenredig is met het kwadraat van de straal. Naarmate het ontwerp van het reactievat groter wordt, is per volume-eenheid relatief minder materiaal nodig om het te construeren. Grotere installaties vereisen dus een relatief lagere investering.

Recent is echter voor de chemische industrie aangetoond dat er een duidelijk verband bestaat tussen de omvang van industriële installaties en de warmteoverdracht bij de betreffende reacties. Bij sterk warmtevrerende of -leverende processen is er daardoor een sterke tendens naar schaalvergroting – de petrochemie kan hier als voorbeeld dienen. Interessant is nu dat de laatste tientallen jaren de research zich met groot succes heeft toegelegd op het ontwikkelen van processen met

een veel kleinere warmteoverdrachtscapaciteit, wat zonder meer zijn weerslag zal hebben op de economische omvang van installaties. Met name in de industriële biotechnologie, gebaseerd op de werking van bacteriën, schimmels en enzymen, worden grote stappen gezet in de richting van processen met lage warmteoverdrachtscapaciteit. In de traditionele chemische industrie zullen dergelijke doorbraken niet plaatsvinden zolang men van aardolie/nafta als grondstof uit blijft gaan.

Onder de stimulansen richting schaalvergroting kunnen we zeker ook de steeds hoger wordende kwaliteitseisen die worden gesteld aan producten rekenen, in het bijzonder aan voedingsmiddelen. Hiervoor is vaak een ingewikkelde en kapitaalintensieve kwaliteitscontrole nodig. Wij kunnen hieronder ook toenemende milieueisen rekenen. In de aardappelzetmeelindustrie bijvoorbeeld is de laatste aanzet in een lange reeks van concentraties ingegeven door de noodzaak om dure installaties te bouwen voor de verwerking van de bijproducten, die alleen in zeer grote fabrieken kunnen renderen.

Loonkosten vormen een andere drijvende kracht achter schaalvergroting. Grootchaligere fabrieken hebben voor het productieproces en de ondersteunende diensten minder personeel nodig per eenheid product. Bovendien is voor industriële processen vaak zeer gespecialiseerd, en dus duur en schaars personeel nodig. Aangezien loonkosten in de industrielanden een steeds grotere kostenpost vormen, is dit effect onmiskenbaar.

Tot slot speelt ook schaalvergroting bij afnemers een belangrijke rol. Grootwinkelbedrijven bijvoorbeeld vragen een constante kwaliteit voor grote productstromen, en deze kan alleen worden geleverd bij een grootschalig georganiseerde kwaliteitscontrole.

Tegenover schaalvoordelen hebben altijd schaalnadelen gestaan, waardoor schaalvergroting aan (zij het verschuivende) grenzen gebonden is geweest. In het verleden waren deze nadelen echter niet belangrijk genoeg om de tendens naar schaalvergroting in vele bedrijfstakken te keren.

In de agro-industrie vormen transportkosten een toenemende post bij concentratie: de suikerbiet en de aardappel moeten van steeds verder worden aangevoerd. Ook kosten van handling en opslag stijgen bij grotere fabrieken. Suikerbieten worden bij het rooien op de trekker geladen en aan de rand van het veld gestort. Daar worden ze op de vrachtwagen geladen, die ze naar de fabriek rijdt. Zowel de extra overslag als de grootschalige opslag bij de fabriek kost geld.

In de agro-industrie zijn zeer omvangrijke investeringen gedaan om milieueffecten te bestrijden. De verwerking van reststromen is hierdoor een zelfstandige, sterk in de richting van schaalvergroting werkende factor geworden. Maar dit heeft duidelijke nadelen. De mineralenstroom neemt bijvoorbeeld grote omwegen. Mineralen worden teruggewonnen uit afvalwater door intensief indampen, en kunnen vervolgens maar moeilijk worden afgezet doordat er in Nederland toch al een mineralenoverschot bestaat. Met nieuwe technologieën is het mo-

gelijk om op kleine schaal de oogst voor te bewerken en de mineralen rechtstreeks naar het land terug te voeren.

Overheadkosten nemen doorgaans naar verhouding toe naarmate organisaties groter worden. Verder zijn grote installaties kwetsbaar – bij uitval, om welke reden dan ook, is er geen back-up. Dit kan elders in de keten ernstige problemen veroorzaken.

In Duitsland heeft Professor Wetter (Munster/Steinfurt) voor de verwerking van landbouwgrondstoffen een aantal nadelen van schaalvergroting geïdentificeerd, zoals transportkosten, bijkomende droogprocessen voor bepaalde producten en de onmogelijkheid tot het combineren en lokaal benutten van reststromen. Het Helmholtz Forschungszentrum Karlsruhe heeft juist een combinatie van decentrale voorverwerking (ruim tienvoudige verdichting van de biomassa) en een centrale verwerking van biomassa met vergassing ontworpen.

### **Historische ontwikkeling**

De tendens naar schaalvergroting vinden we in optima forma in de Nederlandse agro-industrie. We nemen de verwerking van fabrieksaardappelen en suikerbieten als voorbeeld.

Toen ruim 100 jaar geleden de industriële verwerking van landbouwproducten in Nederland op gang kwam, waren behalve voldoende grondstof, vooral kapitaal en technologie belangrijke concurrentiefactoren. De omvang van fabrieken werd primair bepaald door de transportmogelijkheden. In Nederland waren voldoende waterwegen en transport per schip was veel goedkoper dan over de weg. Arbeid en grondstoffen waren goedkoop en hun kosten vormden geen impuls voor schaalvergroting.

Een belangrijke kostenpost werd gevormd door de opslag van eindproducten. De primaire landbouwproducten waren door de beperkte oogstperiode slechts seizoensmatig beschikbaar en bovendien meestal niet goed houdbaar. Maar de markt vroeg het hele jaar door hoogwaardige producten. Daarom moest naar verhouding veel worden geïnvesteerd om voldoende voorraden eindproducten te kunnen aanleggen. Door het seizoensmatige karakter van de keten was het nodig om veel meer werkkapitaal in de keten te investeren dan bij een proces gekenmerkt door opwaarderingsprocessen gedurende het gehele jaar. (Overigens pleit dit voor technologie waarbij grondstoffen in de meest onbewerkte vorm bewaard kunnen worden).

In de loop van de 20<sup>e</sup> eeuw werd arbeid steeds duurder en werd een concentratietendens ingezet, mogelijk gemaakt door de ontwikkeling van betere materialen en apparatuur. Door concentraties en fusies vond een belangrijke afstoot van arbeidskrachten plaats. Overal op het platteland werden goede wegen aangelegd, waardoor transport uit veel grotere arealen mogelijk was. In de jaren zestig en zeventig werd automatisering van productieprocessen ontwikkeld. Deze was kapitaalintensief en luidde een volgende ronde van concentraties in.

De Nederlandse aardappelzetmeelindustrie telde rond 1960 een dertigtal verwerkingsinstallaties. Aan het begin van de jaren tachtig wa-

ren er hier nog 12 van over, die eenzelfde hoeveelheid aardappelen verwerkten. Toen kwam de overheid met milieumaatregelen: het afvalwater van de zetmeelproductie mocht niet langer op het oppervlaktewater worden geloosd. Dit noodzaakte tot een ingrijpende nieuwe technologische ontwikkeling met bijbehorende omvangrijke investeringen, en het aantal fabrieken werd begin jaren negentig gereduceerd tot 4. De nieuwe technologie was gericht op de fabricage van nevenproducten zoals eiwit, persvezels en geconcentreerd aardappelvruchtwater. Nieuwe technologie was ook nodig om aardappelen langdurig te bewaren zodat de kapitaalintensieve investeringen in de fabrieken per jaar bijna tweemaal zo lang konden worden benut. Door verdere automatisering en bewaar technologie wordt de gehele aardappel oogst tegenwoordig in slechts twee fabrieken verwerkt. De campagne is opgerekt door zoveel mogelijk aardappelen in schuren te bewaren, zodat de fabriek met hoge kapitaalslasten zo weinig mogelijk stilstand heeft.

In de suikerindustrie zien we in Nederland een vergelijkbare ontwikkeling. Heden ten dage worden kristalsuiker en bijproducten in slechts drie fabrieken gemaakt, terwijl er een eeuw geleden, net als in de aardappelzetmeelindustrie, nog een dertigtal fabrieken was.

Toch zijn er alternatieven voor de in Nederland ver doorgevoerde schaalvergroting. Verschillende buitenlandse aardappelzetmeelproducenten zijn concurrerend hoewel zij hun centralisatie lang niet zover hebben doorgevoerd als AVEBE. AVEBE verwerkt 1,5 miljoen ton aardappelen per seizoen per fabriek, maar bij de Deense en Zweedse concurrenten ligt dit ruim een factor 5 lager. Bij deze fabrieken worden, vaak via een pijpleidingstelsel, de reststromen teruggevoerd naar de akker zodat dure investeringen (vanwege warmteoverdragende processen) in de vervaardiging van bijproducten achterwege kunnen blijven. Voorbeelden van warmteoverdragende processen bij AVEBE zijn de indamper om het aardappelvruchtwater te concentreren, de winning van aardappeleiwit waarvoor het sap eerst op hoge temperatuur moet worden gebracht en andere bijproducten waarbij het aardappelvruchtwater wordt ingedroogd op een vast dragermateriaal. De fabrieken zijn minder complex en veel gemakkelijker op te starten en bij te sturen. De arbeidskosten zijn daardoor, uitgedrukt per ton zetmeel, nauwelijks hoger dan bij AVEBE. Een nauwkeurige vergelijking van de kapitaalkosten per ton product bij de aardappelverwerking toont aan dat de schaal van de installaties bij de meeste omzettingen geen noemenswaardige rol speelt. Veelal is bij AVEBE gekozen voor de verwerking met een (groot) aantal parallelle lijnen in plaats van opschaling van de afzonderlijke processen. In feite zien we hier dus een optelsom van heel veel kleinschalige bewerkingen.

Zoals door J-P. Lange is aangegeven, worden schaalvoordelen primair behaald bij omzettingen met veel warmteoverdracht. Bij de aardappelverwerking betreft dit vooral de opwerking van de bijproducten: aardappelvruchtwater tot aardappeleiwit en tot vruchtwaterconcentraat (protamylase). In de suikerindustrie is dit de kristallisatie/indamping van het hoofdproduct.







# 3.

## Voorwaartse integratie als strategie

Bij voorwaartse integratie wordt een deel van de waardeketen in de agrocyclus geïntegreerd in het agrarische bedrijf. Het gaat hier niet om vermarkting van producten door individuele bedrijven maar om kostenbesparing. Deze hangt deels samen met kortere cycli (water, mineralen en reststromen) en deels met de vervaardiging van een bewaarbaar tussenproduct, waardoor de centrale verwerking met veel minder kapitaalskosten kan plaatsvinden doordat de fabriek niet enkele maanden te gebruiken is maar gedurende het gehele jaar. Door de kortere cycli verkrijgen we een kleiner te transporteren volume. Het is duidelijk dat deze (pre)processing dicht bij de akker moet plaatsvinden en dat de boer daarbij een belangrijke rol kan spelen. Uiteraard betreft dit bewerkingen die op kleine schaal betaalbaar kunnen worden uitgevoerd, onder de randvoorwaarde dat er geen nadelige milieueffecten ontstaan uit de nieuwe productiemethode, en geen kwaliteitsverlies. Wij kijken in eerste instantie alleen naar toepassing van bestaande technologieën. Hierbij blijken kleinschalige installaties te kunnen concurreren met grootschalige. Met nieuwe nog te ontwikkelen technologieën zonder uitgesproken schaalvoordelen kunnen de kansen voor voorwaartse integratie in de toekomst nog eens toenemen.

Om schaalnadelen te voorkomen, moet bij voorwaartse integratie worden gekozen voor processen met een kleine warmteoverdracht. Indampen en destilleren moeten daarom zoveel mogelijk worden vermeden; het concentreren van producten zal daarom bij voorkeur moeten plaatsvinden door neerslagvorming, en ontwatering door filtratie, specifieke adsorptie of membraanprocessen. In een aantal gevallen zullen installaties nog moeten worden ontwikkeld of aangepast om aan de eisen van verwerking op kleine schaal te kunnen voldoen. Bij (mobiele) kleinschalige installaties moet een eigen energievoorziening beschikbaar zijn. Integratie met biogasinstallaties biedt vaak grote voordelen:

- Reststromen uit het verwerkingsproces kunnen dienen als grondstof voor de biogasinstallatie,
- Met biogas wordt elektriciteit geproduceerd die aan het net wordt afgezet,
- Restwarmte van deze elektriciteitsproductie kan weer worden ingezet voor de bewerking van agrarische producten.

Bij goed ontworpen processen hoeven de kapitaalkosten zeker niet hoger uit te vallen dan bij centrale verwerking, mede doordat processen eenvoudiger kunnen worden ontworpen. Wanneer ethanol bijvoorbeeld kleinschalig wordt geproduceerd, in de vorm van een tussenproduct met een gehalte van 30% of 40% ethanol, dan is het explosievrij maken van de fabrieksapparatuur niet nodig. Het proces kan bovendien goedkoper uitvallen omdat lekkages bijvoorbeeld klein zullen zijn, en in tegenstelling tot bij een fabriek op een industriecomplex, zonder veel kosten te kanaliseren zijn. Een tijdelijke geurproductie zal op het platteland veel minder snel aanleiding zijn om de fabriek stil te leggen dan op een fabrieksterrein.

De eerste stap bij voorwaartse integratie bestaat uit een scheidingsstap dicht bij de productie: kleinschalig, door de boer of door een groep van boeren. Het doel is om houdbare tussenproducten te maken die gemakkelijk kunnen worden opgeslagen en die op een geschikt moment worden vervoerd naar een centrale verwerking. Dit heeft enkele voordelen:

**Vermindering van seizoensafhankelijkheid.** Besparing op de opslag van het primaire product en een betere benutting van de investering in de centrale verwerking, die het hele jaar kan plaatsvinden.

**Vermijden van ongewenst transport van water en tarra.** Primaire landbouwproducten bevatten veel water dat bij het huidige proces zinloos wordt vervoerd naar de centrale verwerking. Bij een aantal gewassen zoals aardappelen en bieten komt verder een aanzienlijke hoeveelheid tarra mee bij de oogst. In de huidige praktijk wordt deze naar de centrale fabriek vervoerd. Na verwerking zijn deze stoffen vaak heel moeilijk af te zetten op de akker vanwege allerlei regels op dit gebied. De grootste voordelen zijn te behalen bij 'natte' gewassen zoals aardappelen, cassave, gras, bieten, loof, etc.

**Verkorting van de mineralencyclus.** Deze natte gewassen bevatten grote hoeveelheden mineralen per hoeveelheid geoogste droge stof. Bij de productie van bakkersgist uit bietmelasse komen de mineralen uiteindelijk in een verdunde stroom, het gistwaswater, terecht. Deze stroom wordt in dure indampers en ten koste van veel energie geconcentreerd tot een mineralenrijk product: de vinasse. De marketing hiervan is lastig omdat de samenstelling niet vrij gekozen kan worden en er in de Nederlandse landbouw toch al een overschot aan mineralen is. Daarentegen worden bij kleinschalige verwerking de mineralen direct teruggebracht op het land. Op zich heeft het recyclen van de mineralen binnen een eigen bedrijf qua regelgeving direct al een voordeel. Wanneer verschillende boeren de oogst van verschillende bedrijven bundelen, zullen specifieke regelingen met de overheid moeten worden getroffen om de mineralen terug te voeren. Bij deze korte cyclus wordt bespaard op apparatuur en energie, nodig om de mineralen

terug te winnen, en dit draagt extra bij tot reductie van de uitstoot van broeikasgassen.

In tabel 1 geven we per bewerking in de agroketen een semi-kwantitatieve inschatting van schaalvoordelen resp. schaalnadelen. Hierbij is gekeken naar zes hoofdcategorieën: grondstoffen, kennis, transport, procesinvesteringen, overige investeringen en nevenproducten. Voor elke hoofdcategorie geven we aan welke van de drie doelstellingen van duurzame ontwikkeling (*people, planet, profit*) het meest door deze categorie wordt beïnvloed. We splitsen de hoofdcategorieën op in subcategorieën en geven voor elk onderwerp hierin aan, of schaalgrootte een belangrijk effect is in het licht van de totale productieketen. Tot slot geven we een score, die de impact van het voordeel van grote respectievelijk kleine schaal aangeeft, met een korte toelichting.

Ook als in tabel 1 voordelen worden aangegeven voor kleinschaligheid, kunnen de betreffende investeringen in voorwaartse integratie doorgaans nog niet op korte termijn worden gedaan. Ondernemers kunnen oplopen tegen problemen als de volgende:

- De apparatuur is vaak nog niet op de markt verkrijgbaar in de vereiste specificaties, zelfs als de technologie op zich bekend is,
- Bestaande organisaties kunnen zich verzetten tegen systeemveranderingen, bijvoorbeeld vanwege verlies van macht, of omdat bestaande installaties nog niet zijn afgeschreven,
- De nieuwe bedrijfsopzet kan worden gezien als risicovol door bijvoorbeeld banken,
- De ondernemer kan aanlopen tegen regelgeving die alleen rekening houdt met de bestaande situatie en die nieuwe initiatieven blokkeert (beleidstraagheid).

Het behoort mede tot de taak van de overheid om met name de laatstgenoemde hindernis weg te nemen.

Tabel 1 heeft betrekking op agroketens in het algemeen en bevat daardoor enkele generalisaties. Er wordt gesproken van groot- en kleinschalige verwerkingsystemen. Met kleinschalige systemen worden decentrale eenheden bedoeld met als essentieel voordeel de ligging tussen de productievelden. De verhoogde ketenefficiëntie die decentraal wordt bereikt, kan dus bijdragen aan het inkomen van de rurale bevolking en zeker van de boer zelf. Daarbij kan een boer of loonwerker als bewerker van deze velden dus een belangrijke rol spelen. We kijken in de volgende paragrafen naar mogelijkheden bij specifieke gewassen.

Hoofdcategorie	Vooraf van belang voor:	Subcategorie	Belang	Score schaal-effect	Opmerkingen
<i>Grondstoffen</i>	People Planet Profit	Verliezen	Groot	4	Grondstofverliezen kunnen worden beperkt door korte transportlijnen en maximalisatie van de economische verantwoordelijkheid van de boer voor de kwaliteit van de grondstof
		Inkomen van de boer	Klein	4	Agroproducten vermeerderen in waarde nadat ze naar de fabriek zijn gebracht voor verdere verwerking. Deze waardevermeerdering gaat aan de boer voorbij
		Grondstofkosten	Groot	3	Grondstofkosten zijn aanzienlijk maar schaalafhankelijk
		Verwaarding van het gewas	Groot	1	Integraal economisch gebruik van alle delen van de plant, zowel zijn primaire als secundaire metabolieten
<i>Kennis</i>	People Profit	Opleiding	Klein	2	Opleiding en kennisuitwisseling zijn goedkoper voor een beperkt aantal productiemedewerkers dan voor vele boeren
		Beveiliging van kennis	Klein	1	Beveiliging van kennis is beter gegarandeerd bij een beperkt aantal productiemedewerkers dan bij vele boeren. Daarnaast is specialisatie belangrijk, hoewel apparatuur steeds gemakkelijker te bedienen is en veel decentrale apparatuur op afstand te monitoren en bij te sturen is
		Flexibiliteit	Groot	5	Besluitvorming gaat sneller in kleine ondernemingen en overheidssteun is gemakkelijker te krijgen
		Innovativiteit	Matig	5	Kleine ondernemers kunnen sneller innoveren en anticiperen (zie tuinbouwsector in Nederland)
		Kwaliteitscontrole	Klein	4	Bij kwaliteitscontrole in de voedingsketen is grootschaligheid in het voordeel. Bij non-food vallen productspecificatie en kwaliteitscontrole echter samen
		Arbeidskosten	Matig	3	Bij grootschalige fabrieken vormen arbeidskosten een relatief bescheiden post. Bij kleinschalige bedrijven kunnen per arbeidskracht meerdere taken worden verricht. Deze factoren middelen elkaar ongeveer uit
		<i>Transport</i>	Planet Profit	Transportkosten	Groot
<i>Procesinvesteringen</i>	Profit	Stadsverwarming	Matig	2	Grote fabrieken kunnen stadsverwarming voeden
		Integrale energie-efficiency	Groot	5	Bij een kleinschalige opzet kan energie beter in cascades worden gebruikt: energie van hoge temperatuur voor destillatie en verdamping, restwarmte voor verwarming (bijvoorbeeld van kassen). Bij grootschaligheid zijn goede warmte-integraties te maken, maar niet met relatief laagwaardige warmtevragers zoals verwarming van kassen en woonhuizen
		Gebruik agrarische reststromen	Groot	5	Diffuse agrarische reststromen kunnen worden gebruikt voor kleinschalige stadsverwarming of voor andere doeleinden
		Waterzuivering	Groot	5	Kleinschalige agro-industrie kan worden bedreven zonder waterzuiveringsinstallatie; biogasinstallaties kunnen worden gevoed met agrarische reststromen
		Noodvoorzieningen	Klein	2	Grote bedrijven kunnen eigen diensten onderhouden als storingsdienst, brandweer, bedrijfshulpverlening en bedrijfsrestaurant. Kleinschalige ondernemingen kunnen gebruik maken van regionale diensten
<i>Overige investeringen</i>	Profit	Specifieke investeringskosten	Groot	1	Lagere investering per personeelslid bij grotere bedrijfsomvang
		Seizoensafhankelijkheid	Groot	5	Met fabricage en opslag van houdbare tussenproducten (nog te ontwikkelen) kan bij kleinschalige ondernemingen seizoensafhankelijkheid worden verkregen
		Automatisering	Klein	2	Nog steeds een voordeel voor grote bedrijven, maar soft- en hardware voor kleinschalige automatisering komt in snel tempo beschikbaar

Hoofd-categorie	Vooraf van belang voor:	Subcategorie	Belang	Score schaal-effect	Opmerkingen
Neven-producten	Planet Profit	Meststoffen	Matig	5	Mineralen als stikstof, fosfor en kalium blijven bij een kleinschalige opzet op het veld
		Zware metalen	Klein	5	Zware metalen worden bij een kleinschalige opzet niet geaccumuleerd in de fabriek
		Verwaarding nevenproducten	Matig	2	Winning van nevenproducten is relatief duurder op kleine schaal vanwege investerings- en arbeidskosten
		Nevenproducten zonder waarde	Groot	5	Deze kunnen bij een kleinschalige opzet direct worden teruggebracht op het land
		Tarra	Matig	4	Zand is een voorbeeld van zo'n nevenproduct zonder waarde

De scores in kolom 5 moeten als volgt worden gelezen:

1. Groot voordeel voor grootschaligheid
2. Voordeel voor grootschaligheid
3. Neutraal
4. Voordeel voor kleinschaligheid
5. Groot voordeel voor kleinschaligheid

*Tabel 1: Semi-kwantitatieve benadering van de effecten van voorwaartse integratie op duurzame ontwikkeling.*

**Conclusie:** Onder bepaalde omstandigheden kan met decentrale voorverwerking een toegevoegde waarde voor de gehele keten worden bereikt. Boeren en/of loonwerkers, mogelijk in samenwerkingsverband, kunnen hier een essentiële rol spelen en een deel van die extra toegevoegde waarde bij hun inkomen tellen.



# 4.

# Industrie- aardappel

## 4.1 Huidig proces

De campagne beslaat tegenwoordig een periode van zeven maanden, vergeleken met drie maanden in het begin van de vorige eeuw. De verwerking van aardappel tot zetmeel geeft in Noord-Nederland werk aan 600 mensen, van wie 150-200 in de campagne zelf en de rest in de productie van gemodificeerd zetmeel; nog geen 40 jaar geleden waren er in de campagne alleen nog 3000 mensen werkzaam. Het proces omvat de volgende stappen – bij elke stap specificeren wij de capaciteit van de betreffende apparatuur:

- Rooien: met een moderne rooimachine kan circa 25.000 ton worden geoogst per campagne;
- Opslag: opslageenheden van aardappelen moeten een aanzienlijk lagere capaciteit hebben dan 10.000 ton per jaar om ziektes te voorkomen;
- Wegen van de oogst en kwaliteitscontrole: er is slechts één installatie nodig, zelfs voor zeer grote hoeveelheden. De kosten hiervan zijn laag;
- Wassen en verwijderen van stenen: installaties met een capaciteit van 200.000 ton per jaar;
- Malen: machines met een capaciteit van 120.000 ton per jaar;
- Zuiveren van zetmeel: hierbij wordt gebruik gemaakt van hydrocyclonen met een capaciteit van minder dan 15.000 ton per jaar. Er zijn meer dan 100.000 van deze eenheden in een enkele fabriek in Nederland;
- Eiwitextractie: installaties met een capaciteit van 400.000 ton per jaar;

- Productie van protamylasse: capaciteit 1.500.000 ton per jaar;
- Afvalwaterbehandeling: zeer volumineus proces, waarin het afvalwater een aantal dagen verblijft. Om de risico's van uitval te beheersen, wordt gebruik gemaakt van vele installaties. Door terugrekenen kan worden bepaald dat de minimale economische omvang bij dit proces 250.000 ton aardappelen per jaar bedraagt.

Wij zien dat alleen voor afvalwaterbehandeling en de winning van nevenproducten zoals eiwit en protamylasse, zeer grootschalige installaties zijn vereist.

Zonder deze processen blijft de vereiste economische omvang van de installaties beperkt tot 100.000-120.000 ton aardappelen per jaar, circa 10-15 maal kleiner dan de huidige schaal. Konden we alternatieve technologie aanwenden waarbij de *economy of scale* niet zo zwaar doortelt, dan konden we ook de nevenproducten op kleine schaal maken. Zoals hierboven reeds werd opgemerkt, is het zoeken dan naar processen waarbij relatief weinig warmte moet worden overgedragen.

## 4.2 Voorwaartse integratie

Zoals boven al vermeld, hebben aardappelzetmeelfabrieken elders in Europa een veel kleinere capaciteit dan AVEBE: circa 250.000-300.000 ton per jaar. Hierbij ontbreken juist de procesonderdelen die de schaalgrootte bij AVEBE bepalen. In Denemarken wordt het aardappelsap, nadat het is ontdaan van zetmeel en vezels, teruggevoerd naar het land door een systeem van pijpleidingen, net als in Noord-Frankrijk en bij sommige fabrieken in Duitsland. Hierbij worden geen eiwit en protamylasse teruggewonnen.

Bij een nog kleinschaligere opzet van de aardappelzetmeelindustrie zal het nodig zijn om de oogst te wassen, malen en drogen tot een houdbaar tussenproduct op de boerderij of rond een groep boerenbedrijven. Dit proces is nog niet commercieel beschikbaar. Als eerste stap kan de oogst direct op het boerenbedrijf worden gewassen voordat deze naar de fabriek wordt vervoerd. Hierbij wordt tarra verwijderd en naar het land teruggevoerd. Dit scheelt aanzienlijk in de belasting van de afvalwaterbehandeling bij de centrale fabriek.

Ook in kleinschalige aardappelzetmeelfabrieken zal eiwit kunnen worden teruggewonnen wanneer hiervoor processen beschikbaar komen met minder warmteoverdracht. Hiervoor komt vooral ultrafiltratie in aanmerking. Dit proces is in de laatste 20 jaar ontwikkeld, maar nog niet commercieel beschikbaar.

De economische basis onder de grootschalige winning van protamylasse – het ingedampte vruchtwater van aardappelen dat overblijft na verwijdering van zetmeel, vezels en eiwit – zal naar onze mening steeds smaller worden. Onder de diverse toepassingen neemt de productie van kaliumhoudende meststof een steeds belangrijkere plaats in. We maken dan eigenlijk een hele grote cyclus om kalium terug te voeren naar het land. Bij een kleinschalige opzet van aardappelmeel-



productie wordt aardappelsap, zoals in Denemarken, rechtstreeks teruggevoerd op het land en is de hele omweg overbodig.

## 4.3 Systeem-, kosten- en milieuverschillen

Hoewel Deense fabrieken aanzienlijk kleiner zijn, hebben zij evenveel werknemers per geproduceerde ton zetmeel als AVEBE. In Denemarken bestaan ploegen uit slechts twee werknemers, tegen tien bij AVEBE. Bij een fabriek met een vijfmaal zo kleine capaciteit is het aantal werknemers per ton product dan ook globaal hetzelfde. Twee factoren spelen hierin mee. Het opstarten en het stoppen van de fabriek bij AVEBE zijn grote projecten vanwege de complexiteit van de groot-schalige fabriek. En in Denemarken wordt onderhoudspersoneel niet permanent beschikbaar gehouden, maar slechts op afroep ingezet.

Uitgaande hiervan kunnen we ons zelfs een nog kleinere installatie voorstellen, bijvoorbeeld 20.000 ton per jaar (een twaalfde van de Deense fabriek), die bij goede automatisering en procesontwerp kan worden bedreven door de agrarische ondernemer zelf. Dit veronderstelt wel dat de betreffende apparatuur op de markt is, dat de oogst direct kan worden verwerkt tot een houdbaar tussenproduct dat in de rest van het jaar wordt verwerkt, en dat voldoende technische ondersteuning in de regio aanwezig is om de ondernemer bij te staan bij storingen.

De milieuvoordelen van deze opzet hebben we al besproken. Het gaat vooral om het verkorten van de mineralencyclus en het voorkómen van onnodig transport. Zo'n kleine schaal kan worden bereikt met een mobiel containerproces zoals ontwikkeld voor de productie van ruw cassavezetmeel uit cassavewortels (zie volgende paragrafen). Verder kunnen agrarische restproducten bij een kleinschalige opzet gemakkelijker worden verwerkt in een biogasinstallatie: er zijn kortere transporten van reststoffen en een betere afzet van warmte. Dit zijn voorbeelden van de extra directe waarde die de boer dicht bij zijn boerderij kan genereren. Daarnaast kan hij door een houdbaar product te maken en dit al dan niet zelf op te slaan, indirecte waarde toevoegen, doordat de procesapparatuur van de verdere verwerking lagere kapitaalkosten krijgt door continue in plaats van seizoensmatige benutting.

## 4.4 Conclusies

Schaalverkleining van de productie van aardappelzetmeel tot circa een vijfde van de capaciteit van AVEBE wordt vandaag de dag al commercieel uitgevoerd. Verdere schaalverkleining, met voorwaartse integratie van elementen van de zetmeelproductie in het boerenbedrijf, lijkt uitvoerbaar en perspectiefrijk. Deze route is in de praktijk afhankelijk

van commerciële beschikbaarheid van de benodigde apparatuur, van de ontwikkeling van productiemethoden van een houdbaar halffabrikaat, en op termijn van biotechnologische processen die verdere verwerking op het boerenbedrijf mogelijk zullen maken. In de paragraaf over decentrale cassaveverwerking is een kleinschalige technologie beschreven die goed inzetbaar is voor decentrale aardappelverwerking onder Europese condities. De hier beschreven processen voor verschillende gewassen kunnen binnen korte tijd toegepast worden, met als perspectief verdere optimalisatie door voortschrijdend inzicht.





# 5.

## Suikerbiet

### 5.1

#### Huidig proces

Bij de verwerking van suikerbieten heeft zich niet alleen in Nederland, maar ook in bijvoorbeeld Frankrijk, Duitsland en het Verenigd Koninkrijk, een soortgelijke concentratie voorgedaan als bij aardappelen. Met deze schaalvergroting is bespaard op investerings- en arbeidskosten.

Het oogsten en verwerken van suikerbieten is, net als bij aardappelen, seizoensgebonden. Suikerbieten worden na het rooien gestort aan de rand van het veld. Daarna worden ze op een vrachtwagen geladen en vervoerd naar de centrale verwerking. Na verwijdering van loof, koppen en punten worden ze gewassen en gemalen, waarna de pulp wordt behandeld met water om suikers op te lossen. Door indamping van deze oplossing ontstaat kristalsuiker; melasse wordt verkregen als bijproduct, deze wordt in een fermentatiebedrijf verwerkt tot ethanol of gist. Ook bij de suikerbiet worden reststoffen met behulp van hoge investeringen en veel energiegebruik verwerkt tot producten die als mineraal naar het land kunnen worden teruggevoerd.

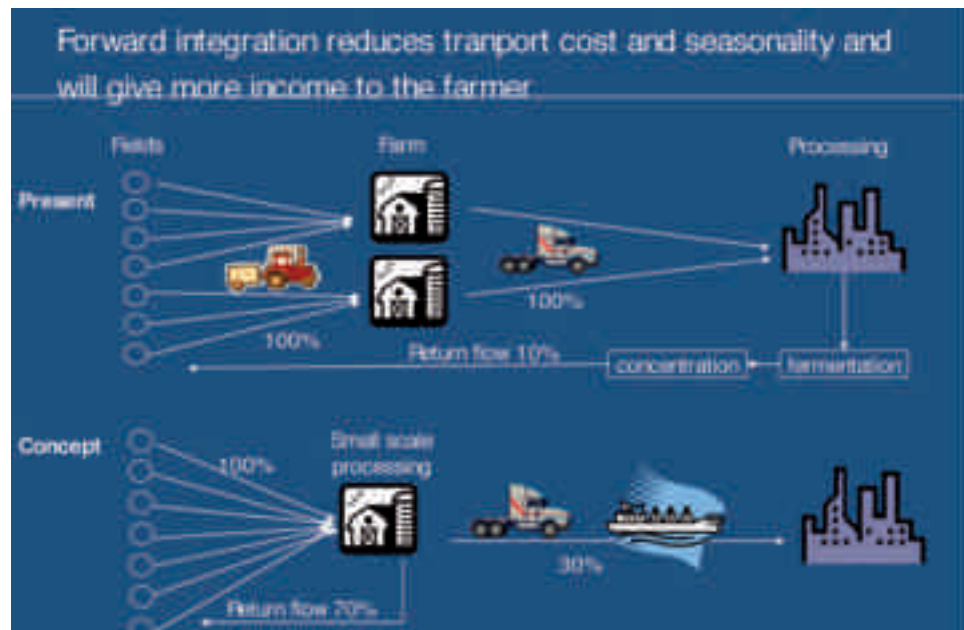
### 5.2

#### Voorwaartse integratie

Aan de WUR is een kleinschalig proces ontworpen als alternatief voor de huidige grootschalige route. Er komt geen ingewikkelde technologie bij kijken en er ontstaat als halffabriek een geconcentreerde sui-

keroplossing (circa 60% suikers), die het hele jaar door aan de suikerfabriek kan worden aangeboden voor verwerking. Als bijproduct ontstaat ethanol uit pulp en uit resten suiker die niet gemakkelijk op kleine schaal te winnen zijn.

*Figuur 1: Kleinschalige verwerking bevordert het sluiten van kringlopen op het primaire bedrijf en vermindert transportvolume.*



Ook bij dit proces is een belangrijk voordeel het voorkómen van onnodig transport. Bij transport van de hele suikerbiet wordt net zoveel tarra als suiker vervoerd, en zelfs vijfmaal zoveel water als suiker. En ook hier wordt door het kleinschalige proces de omslachtige terugwinning van mineralen vermeden, evenals onnodig transport van mineralen en water en het drogen van bietenpulp.

Deze drastische wijziging in de behandeling van de suikerbiet wordt mogelijk gemaakt door twee factoren:

- Er is grote vraag ontstaan naar ethanol als motorbrandstof, terwijl deze vraag slechts vijf jaar geleden nog niet eens bestond.
- De prijs van kristalsuiker is gedaald van 630 €/ton naar 450 €/ton en later verder tot wellicht wel 350€/ton door het in stappen afbouwen van de garantieprijzen voor kristalsuiker die door de Europese gemeenschappelijke landbouwpolitiek decennia gegolden hebben, door de geleidelijke openstelling van de EU-grenzen voor grondstoffen van buiten de EU, en door het veranderende Europese energiebeleid waarbij grootschalig biobrandstoffen zullen worden geproduceerd uit bieten, tarwe, maïs, raapzaad en andere. De prijs van onzuivere suikers zoals melasse is daarentegen gestegen van 120 naar 180 €/ton door hun toepassing voor de productie van ethanol als biotransportbrandstof. Daardoor is het prijsverschil tussen kristalsuiker en melasse sterk gedaald. Dit maakt het economisch mogelijk om 'slechts' 60% van de in bieten aanwezige suiker om te zetten in kristalsuiker, in plaats van te optimaliseren tot wel 94% zoals in het verleden.

Door de gewijzigde marktverhoudingen zullen nieuwe economische routes worden opgelegd voor de behandeling van suikerbieten. Het hier beschreven kleinschalige alternatief is verder uitgewerkt door

Struik en Sanders (2005) en door De Bruijn en à Campo (2007), en komt neer op het uitpersen van bieten op een plaats dicht bij de productieakkers. Slechts een deel van de suiker (circa 60%) kan op deze manier in het ruwsap worden teruggevonden omdat nog een groot deel (40%) van de suiker achterblijft in de perspulp. Dit zou vroeger een onacceptabel verlies hebben betekend. Nu kunnen we de suiker uit de perspulp omzetten in ethanol, deze afstoken en de rest van de pulp omzetten in biogas. Vroeger werd pulp als rundveevoeder ingezet, maar door de toenemende productie van biobrandstoffen in Europa, ontstaan nu andere reststromen die (beter) als rundveevoeder kunnen worden gebruikt.

In deze opzet worden warmtevrugnende processen zoals indamping en destillatie zoveel mogelijk, zij het niet helemaal, vermeden. Concentratie van een suikeroplossing met een membraanproces is mogelijk tot een suikergehalte van 25%. Dit halffabrikaat is alleen houdbaar wanneer maatregelen worden genomen tegen inwerking van bacteriën en schimmels, en tegen hydrolyse van de suiker. Concentratie tot 60% is slechts mogelijk door indamping. Bij ethanolproductie is concentratie mogelijk door stripping, dat wil zeggen: het leiden van een inert gas zoals CO<sub>2</sub> door het ethanol/watermengsel. Boven 25% ethanol worden geen problemen meer verwacht door inwerking van bacteriën, maar of dit gehalte kan worden gehaald met stripping, is nog niet zeker.

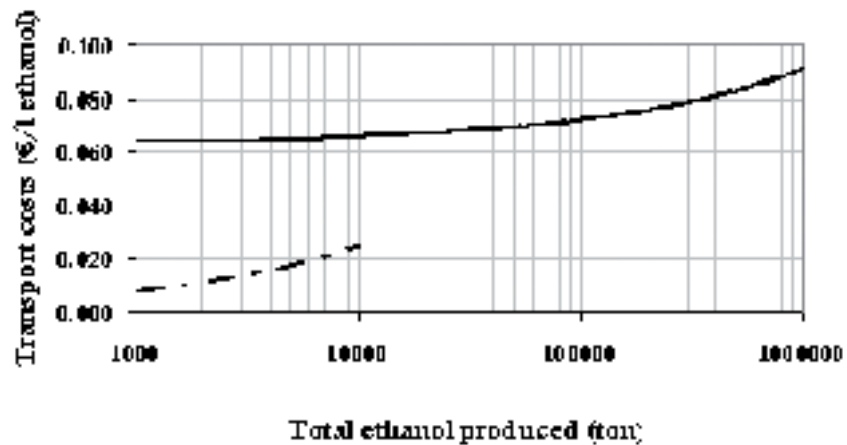
## 5.3

# Stysteem-, kosten- en milieoverschillen

In een voorlopige studie heeft Kolfshoten (2005) de kosten berekend van ethanolproductie uit suikerbieten op de boerderij, afhankelijk van de schaalgrootte van de installatie. Uit de berekeningen blijkt dat jaarlijks 10.000 ton ethanol kan worden geproduceerd uit de opbrengst van 1890 ha suikerbieten, in een fermentatievat van 400 m<sup>3</sup>. Hierbij is uitgegaan van een aaneengesloten areaal van suikerbietenteelt, zodat het transport van suikerbieten per trekker niet uitkomt boven de 3 à 4 km.

Transportkosten zijn schaalafhankelijk (zie figuur 2). Voor een productievolume tot 10.000 ton ethanol per jaar liggen de transportkosten voor de kleinschalige fabriek duidelijk onder die voor de grootschalige – bij grootschalige productie vindt immers een tussentijdse overslag plaats. De kosten van deze overslag bedragen voor aardappelen en bieten 3-4 €/ton op totale vervoerskosten van 7-8 €/ton. Omdat 12 ton suikerbieten nodig is voor de productie van 1 ton ethanol, draagt transport over de weg voor circa € 84-96/ton bij aan de kostprijs van ethanol. Boven 10.000 ton per jaar nemen de transportkosten voor de kleinschalige fabriek overigens plotseling scherp toe omdat de onderbroken lijn met enkel transport niet grootschaliger economisch uit te voeren is en dus overgaat in de ononderbroken lijn.

Figuur 2: Transportkosten als functie van schaalgrootte.



Toelichting:

- Ononderbroken lijn: gecentraliseerd industrieel proces: dubbel transport (tractor en vrachtwagen).
- Onderbroken lijn: gedecentraliseerde productie: enkel boerderijtransport (tractor).

Verdere kostenvoordelen kunnen worden gehaald uit de volgende posten:

**Regelgeving.** Bij fabrieken op industrieterreinen worden strenge eisen gesteld aan de productie van bijvoorbeeld afvalwater, geluid en geur. Hierop kan worden bespaard bij een kleinschalige opzet. Zoals eerder al gesteld, zijn bijvoorbeeld tot een gehalte van 50% ethanol geen maatregelen nodig tegen explosiegevaar bij productie en opslag. De gevolgen van eventuele lekkages zijn kleiner dan bij een grote fabriek (plattelandsomgeving, kleinere hoeveelheden). Naar verwachting kan een kleinschalige verwerkingseenheid daardoor eenvoudiger, en dus goedkoper, worden gebouwd dan een grootschalige.

**Energiebesparing en lokale warmteproductie.** Warmte is alleen tegen hoge kosten te transporteren en vanuit het oogpunt van warmtehuishouding biedt kleinschaligheid dus juist kostenvoordelen. In een geïntegreerd ontwerp wordt warmte geproduceerd bij elektriciteitsproductie uit biogas. De biogasreactor wordt gevoed met reststoffen van de boerderij en de ethanolinstallatie. De warmte wordt in cascades ingezet: hoge temperatuurwarmte voor indampen en eventueel destilleren, en de daaruit voortkomende lage temperatuurwarmte voor verwarming van kassen (zie volgende punten). Energiebesparing vindt plaats door deze warmtecascade en bovendien door vermindering van het indampen van reststoffen bij het grootschalige proces.

**Productie van zuivere CO<sub>2</sub>.** Bij productie van ethanol uit suikers ontstaat CO<sub>2</sub>. Deze is zeer zuiver vergeleken met CO<sub>2</sub> uit een energiecentrale, die grote hoeveelheden stikstof bevat en verder onder meer etheen. Etheen werkt krachtig in op vele planten en moet worden verwijderd voordat het afgas kan worden toegepast in kassen. De waarde van CO<sub>2</sub> uit ethanolproductie bedraagt circa 70 €/ton (mondelijke mededeling Linde/Hoek-Loos) en dit draagt aanzienlijk bij tot de opbrengst (ethanol circa 400 €/ton). Bij een geïntegreerde opzet is het dus voordelig om kassen in te richten op niet te grote afstand, om transport van CO<sub>2</sub> zoveel mogelijk te vermijden.



**Verkorting van de mineralencyclus.** Net als bij kleinschalige aardappelverwerking wordt ook in deze opzet bespaard op de transport- en verwerkingskosten van mineralen.

Tegenover deze kostenvoordelen staan ook nadelen, vooral door hogere loonkosten. Om deze te schatten, nemen we als referentie de Deense aardappelmeelfabrieken, die met 60.000 ton/jaar aan zetmeelproductie concurrerend zijn met hun grootschalige Nederlandse collega's. Bij een 3x zo kleine fabriek zijn hier 2x zoveel arbeidskrachten nodig per ton eindproduct. Overeenkomstig kunnen we stellen dat bij kleinschalige ethanolproductie, 2x zoveel arbeidskrachten nodig zijn per ton eindproduct als bij grootschalige. Door kleinschalige automatisering kan deze post misschien worden gereduceerd, bijvoorbeeld wanneer een aantal agrarische bedrijven wordt aangesloten op een centrale met remote control, met name in de weekeinden en 's nachts. Wanneer overdag het aanwezige personeel handelingen verricht waarbij menskracht nodig is zoals ontvangst van goederen, kleine reparaties, het aansluiten van leidingen en het schoonmaken van apparatuur, dan kan 's nachts volstaan worden met bemanning op afstand die alleen bij calamiteiten in actie komt. Omdat een centrale controlekamer een aantal kleine fabriekjes in de gaten houdt en zelfs op afstand kan bijsturen, kan men 's nachts en in de weekenden met veel minder mensen op de site volstaan.

De kostenschattingen (euro/ton ethanol) voor groot- en kleinschalige ethanolproductie worden samengevat in tabel 2.

	Grote schaal (120.000 ton ethanol)	Kleine schaal (10.000 ton ethanol)
<i>Grondstof</i>	200 - 240	200 - 240
<i>Kapitaalkosten</i>	80	60 - 100
<i>Transport</i>	84 - 96	15 - 30
<i>Arbeidskosten</i>	60	90 - 120
<i>Energie</i>	80	15 - 30
<i>Nevenproducten</i>	-/-100	CO <sub>2</sub> -/- 75 N,K,P -/- 40
<i>Totale kosten</i>	400 - 452	265 - 405 €/ton

*Tabel 2: Kostenschattingen voor groot- en kleinschalige ethanolproductie*

Ethanol wordt in het kleinschalige proces geproduceerd op 40% (v/v) en moet verder worden geconcentreerd om te kunnen worden afgezet. Door het verschil in kostprijs tussen het groot- en kleinschalig proces zal de totale kostprijs vermoedelijk niet boven die van de grootschalig geproduceerde ethanol uitkomen.

Zowel bij het groot- als kleinschalig proces zijn procesverbeteringen mogelijk die de kostprijs verder omlaag kunnen brengen:

- Bij het kleinschalige proces kunnen grondstofkosten omlaag worden gebracht wanneer ook agrarische reststoffen, zoals (bieten)loof, kunnen worden benut door afscheiding van nuttige stoffen (bioraffinage). Dit proces vereist echter nog veel onderzoeks- en ontwikkelingswerk.

- Ook bij grootschalige fabrieken kan CO<sub>2</sub> uit ethanolproductie nuttig worden ingezet wanneer deze aan een grootschalig kassengebied kan worden afgezet.
- Omdat apparatuur nieuw moet worden ontwikkeld, liggen kapitaalkosten bij het kleinschalige proces momenteel hoger dan bij het grootschalige proces. Het is een uitdaging om deze op hetzelfde niveau te brengen. In principe kunnen kapitaalkosten bij het kleinschalige proces zelfs lager worden dan die bij een grootschalige fabriek vanwege de minder gecompliceerde apparatuur.

## 5.4 Conclusies

Kleinschalige verwerking op de boerderij van suikerbieten tot halffabrikaten (60% suikeroplossing en 40% ricting ethanol) is een realistisch concept. Met dit proces kan de seizoensafhankelijkheid van de suikerindustrie worden opgeheven. Aan kapitaalskosten zou dit 50-100€/ ton suiker kunnen besparen mits de productie van suiker ook werkelijk 3-4 maal zou toenemen in de bestaande fabrieken die gebouwd zijn op campagneverwerking. Nu zouden van de drie fabrieken in Nederland, er twee kunnen sluiten, maar dat gaat gepaard met veel kapitaalvernietiging, waardoor dat niet meteen zal gebeuren. Eén fabriek in het Noorden zou wel kunnen sluiten zonder dat er meteen veel meer logistieke kosten zouden ontstaan, maar dit kan pas plaatsvinden nadat ten minste een derde van de huidige suikerproductie in decentrale verwerking is omgezet. In landen waar de logistiek matig is en nog steeds veel kleine fabrieken bestaan, zoals in Polen, zou zo'n omslag veel sneller kunnen plaatsvinden.

Door integratie van diverse bedrijven en bedrijfsonderdelen wordt een agrarische cyclus met korte stromen verkregen:

- Agrarische reststoffen worden benut voor biogasproductie,
- Hiermee worden elektriciteit en warmte opgewekt; elektriciteit wordt aan het net afgezet en warmte wordt in cascade gebruikt voor (matige) indamping en destillatie, en voor verwarming van kassen,
- De bij ethanolproductie vrijkomende zuivere CO<sub>2</sub> wordt toegepast in kassen; reststoffen uit de kassen komen weer terecht in de biogasinstallatie,
- Tarra, mineralen en agrarische restproducten onbruikbaar voor biogasproductie worden direct teruggevoerd naar het land.

Een voorlopige berekening geeft aan dat dit bedrijfsconcept economisch haalbaar is. Dit moet echter nader worden uitgewerkt. Bij deze processen wordt bestaande technologie gebruikt, maar installaties met de benodigde specificaties moeten vaak nog op de markt worden gebracht.





# 6. Cassave

## 6.1 Huidig proces

Cassave wordt verbouwd in vele (sub)tropische gebieden. De wortels hebben eigenschappen vergelijkbaar met die van de aardappel. Cassavewortels worden voornamelijk gebruikt voor menselijke consumptie, maar een deel wordt omgezet in cassavezetmeel, dat gebruikt wordt als grondstof voor industriële toepassingen zoals voedingsingrediënten, kleefstoffen en papierhulpstoffen.

In de meeste ontwikkelingslanden wordt cassave met de hand geoogst. Beschadigingen van de wortel zetten een snel rottingsproces op gang, waardoor deze binnen 12-24 uur na de oogst moet worden verwerkt. Hierdoor worden transportafstanden en de omvang van verwerkings-eenheden bepaald. Door het snelle rottingsproces wordt de prijs die de boer ontvangt voornamelijk bepaald door de fabriek; de boer heeft bij aanbod van zijn oogst aan de fabriek immers geen alternatief.

De verwerking van cassavewortels tot zetmeel is vrijwel identiek aan de verwerking van aardappelen.

## 6.2 Voorwaartse integratie

Samen met Dadtco BV heeft AFSG-DLO een container ontwikkeld voor lokale voorbehandeling van cassavewortels. De container bevat installaties voor wassen, malen en ontwateren (Sanders et al, 2004).

Tarra en waswater inclusief de mineralen kunnen direct op het land worden geloosd. Het zetmeelmengsel kan worden gebruikt voor het bakken van brood en eventueel voor ethanolproductie, of het kan verder worden gedroogd tot een houdbaar product genaamd cassavemeel. Dit cassavemeel kan het hele jaar door worden gebruikt voor voedselbereiding of voor verdere verwerking tot cassavezetmeel.

Door zijn houdbaarheid kan het cassavemeel aan de fabriek worden aangeboden op het moment waarop de boer er de hoogste opbrengst voor krijgt, en het is zelfs geschikt voor transport en verwerking in het buitenland. Dit is ook denkbaar in de Nederlandse situatie: zowel vanuit de productiekant waarbij Nederlandse boeren produceren voor Duitse suiker- of zetmeelfabrieken, maar ook waarbij Poolse of Afrikaanse boeren produceren voor Nederlandse suiker- of zetmeelfabrieken. Het is ideaal als grondstof voor aardappelzetmeelfabrieken: het kan zonder enige aanpassing in de installatie worden verwerkt buiten de campagne, wanneer geen aardappels beschikbaar zijn voor verwerking. De scheiding in vezels en zuiver cassavezetmeel kan worden uitgevoerd zonder aanvullende investeringen en ook zonder productie van afvalwater.

De eerste “containerfabriek” (fig. 3) is al in werking in Nigeria. Nog drie van deze installaties zijn in aanbouw, en wanneer de proeven succesvol verlopen, kan serieproductie worden gestart, met aanzienlijke kostenbesparingen.

*Figuur 3: Containerfabriek voor cassavemeel.*



## 6.3 Systeem-, kosten- en milieuverschillen

Door de kleinschalige opzet en de houdbaarheid van het tussenproduct cassavemeel is dit proces voordelig voor een aantal spelers:

- Door voorwaartse integratie krijgt de boer meer greep op de onderhandelingen met de fabriek, doordat hij niet meer de prijs hoeft te accepteren die de fabriek hem biedt. De macht van de tussenhandel

en/of die van de inkoper bij de fabriek neemt sterk af omdat het houdbare tussenproduct niet binnen 24 uur bederft, zoals het geval is met vers geoogste cassavewortels.

- Door opwerking van de cassavewortel tot een waardevoller product ontwikkelt de boer, of een groep van boeren, een extra inkomstenbron. De hogere kosten in apparatuur zijn te beperken door keuze van goede technologie welke geen grote *economy of scale* kent. De extra arbeid, zeker in ontwikkelingslanden, zou alleen maar goed zijn voor de ontwikkeling van het land zelf.
- Samenwerking wordt mogelijk met leveranciers van kunstmest: de kunstmestleverancier levert tevens de containerfabriek en wordt betaald in cassavemeel. Hier is sprake van een ingenieus businessmodel: Afrikaanse boeren hebben kunstmest nodig maar hebben geen geld, zeker niet wanneer de prijs van de kunstmest door tussenhandelaren duur is gemaakt. De kunstmestleverancier uit Nederland investeert in een containerfabriekje en levert kunstmest, waardoor de boeren goede opbrengsten cassave verkrijgen. Zij verwerken met hun arbeid deze cassavewortels tot een ruw en houdbaar tussenproduct, cassavemeel, en betalen de kunstmesthandelaar voor zijn kunstmest en investering in de vorm van cassavemeel dat door de kunstmesthandelaar in Europa wordt verkocht aan aardappelzetmeelfabrieken die vanwege de campagne een halfjaar ongebruikt staan en met de apparatuur de laatste en kostbare zuiveringstap kunnen uitvoeren tot zuivere zetmeel en vezels. Een groot voordeel bij deze verwerking is tevens dat er geen afvalwater en mineralenoverlast meekomt met het cassavemeel, want de oplosbare mineralen zijn alle teruggevoerd naar de Afrikaanse akkers.
- Reststoffen uit de verwerking (tarra en waswater) zijn waardevol vanwege hun gehalte aan mineralen en kunnen direct naar het land worden teruggevoerd. Hierdoor bespaart de boer ook op de aanschaf van kunstmest voor cassave en andere teelten die zich in Afrika kunnen ontwikkelen wanneer er voldoende en goede kunstmeststoffen op het juiste moment beschikbaar zijn.
- De ontwikkeling van het platteland wordt bevorderd door de extra inkomstenbron voor de boerenstand.

## 6.4 Conclusies

De ontwikkeling van een kleinschalig proces voor verwerking van cassavewortels is in een vergevorderd stadium. De gevolgen voor de lokale economie in ontwikkelingslanden lijken positief.





# 7. Gras

## 7.1 Huidig proces

De belangrijkste reden om te zoeken naar mogelijkheden voor bioraffinage van gras is gelegen in de inefficiency van het huidige proces: gebruik van gras als voeding voor vee. Het rund gebruikt maar een klein deel van de in gras opgeslagen stikstof en energie. Cellulose en hemicellulose in gras worden bij de spijsvertering van de koe maar beperkt afgebroken. Een groot deel komt terecht in de mest op de bodem, waar deze stoffen door bacteriën worden afgebroken tot CO<sub>2</sub> onder productie van warmte. Hetzelfde geldt voor stikstof uit kunstmest, in de plant voornamelijk aanwezig in de vorm van eiwitten en aminozuren – ook deze wordt voornamelijk weer uitgescheiden. Bij industriële verwerking van gras is het in principe mogelijk om een veel groter deel van de in de plant opgeslagen energie (cellulose en hemicellulose) en stikstof om te zetten in nuttige producten, waardoor de efficiency van het grondgebruik sterk zou stijgen.

Bioraffinage van gras is als mogelijkheid onderzocht voor grote installaties (Kamm, Duitsland; Mandl, Oostenrijk; B2B, Zwitserland; Hulst, Nederland). Zo'n ontwikkeling is tot op heden nog niet daadwerkelijk van de grond gekomen. De belangrijkste problemen met gras als grondstof voor de agro-industrie zijn het lage gehalte aan droge stof en het hoge gehalte aan mineralen. Aan de andere kant zijn er vele waardevolle stoffen die kunnen worden gewonnen uit raffinage, zoals eiwitten, polyfructanen, vetten, organische zuren en suikers.

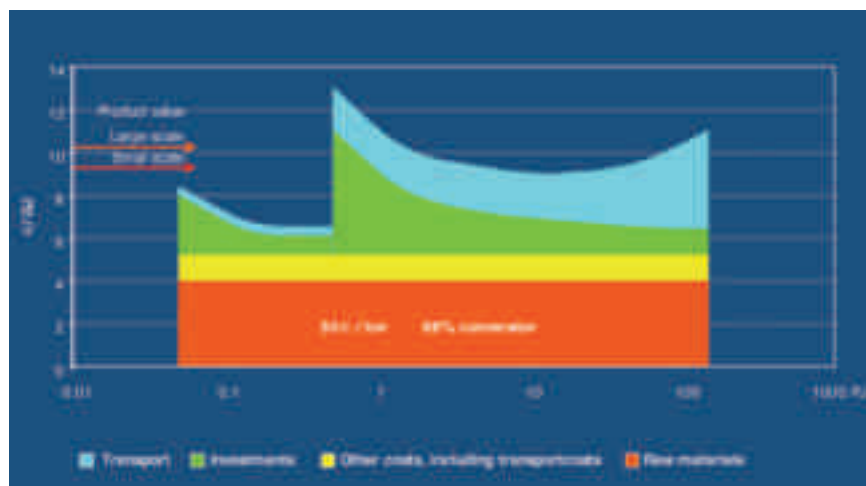
## 7.2 Voorwaartse integratie

Bij gras is er nog geen sprake van concurrentie tussen een groot- en kleinschalig proces zoals in de vorige paragrafen. Grasbioraffinage is nog in ontwikkeling. Het ligt voor de hand dat met de huidige inzichten, proef-fabrieken in eerste instantie op kleine schaal zullen worden gebouwd.

## 7.3 Systeem-, kosten- en milieuverschillen

Voorlopige berekeningen voor klein- en grootschalige installaties geven productiekosten per GJ aan zoals weergegeven in figuur 4. Bij grootschalige productie ligt het optimum bij een areaal van 500-4.000 ha, maar zoals tevens blijkt uit de figuur, liggen er ook zeker kansen voor kleinschalige fabrieken.

Figuur 4: De kosten van klein- en grootschalige grasbioraffinage.



De milieuvordelen van kleinschalige installaties boven grootschalige zijn dezelfde als die in de vorige paragrafen: vermindering van onnodig transport, efficiënt energiegebruik door integratie van processen en verkorting van de mineralencyclus. In figuur 4 is schematisch aangegeven dat er bij een grootschalige opzet (waarin het verse gras naar de centrale fabriek moet worden getransporteerd) maar een kleine *window of opportunity* is waarbij de waarde van de producten hoger is dan de kosten. Bij kleinschalige verwerking is de waarde van de producten lager – maar de kosten zijn dermate veel lager dat een rendabele verwerking mogelijk lijkt.

## 7.4 Conclusies

Er is voldoende ontwikkelingswerk gedaan om de bouw van een proefinstallatie voor grasbioraffinage ter hand te nemen.





# 8.

## Algemene conclusies en perspectieven

Bij waterhoudende gewassen zoals aardappel, suikerbiet, cassave en gras is voorwaartse integratie in de agroketen kansrijk. Bij deze voorwaartse integratie worden onderdelen van de agro-industrie binnen het boerenbedrijf getrokken (of binnen een groep van nabijgelegen boerenbedrijven). Hierbij wordt gebruik gemaakt van technologieën die ook op kleine schaal betaalbaar zijn.

Voorwaartse integratie betekent een radicale breuk met de trend uit het verleden. Deze trend werd gekenmerkt door sterke schaalvergroting en was gericht op het behalen van zoveel mogelijk schaalvoordelen in de agro-industrie. Bij voorwaartse integratie zal juist een belangrijke deconcentratie van agro-industriële bewerkingen gaan plaatsvinden. Deze nieuwe richting is mogelijk door een aantal gelijktijdige ontwikkelingen:

- Omschakeling van het boerenbedrijf, waarbij niet alleen wordt geproduceerd voor de voedselvoorziening maar ook voor de energie- en chemicaliënvoorziening.
- De hoge energieprijzen, waardoor biogasinstallaties met elektriciteitsopwekking en lokale benutting van de vrijkomende warmte rendabel worden. Dit leidt tot nieuwe mogelijkheden voor integratie van agrarische en agro-industriële productie met het boerenbedrijf, terwijl warmte-integratie in grootschalige fabrieken al lang wordt toegepast.
- Transport over de weg was jarenlang een attractieve wijze van transport, maar in het laatste decennium zien we de beperkingen toenemen.
- Technologische ontwikkeling waardoor houdbare tussenproducten op kleine schaal op het boerenbedrijf kunnen worden vervaardigd.

Bij voorwaartse integratie kan een aantal dure en energie-intensieve bewerkingen uit de grootschalige agro-industrie achterwege worden gelaten zonder nadelige milieueffecten, met name de terugwinning van stoffen uit zeer verdunde reststromen. Zulke energie-intensieve processen kunnen alleen in zeer grote installaties rendabel worden toegepast. Wanneer deze achterwege worden gelaten, blijkt een kleinschalige opzet redelijk goed te kunnen renderen. Verdere voordelen bestaan uit het vermijden van onnodig transport, een efficiëntere benutting van energie, onder meer door integratie met biogasinstallaties, en verkorting van de mineralencyclus door directe terugvoer van tarra, waswater en sap vrijkomend bij malen naar het land. Tot slot wordt door de vervaardiging van houdbare tussenproducten, de seizoensafhankelijkheid van de industrie grotendeels opgeheven, wat kan leiden tot betere benutting van de installaties voor finale bewerking.

Voor suikerbiet en cassave is het concept van voorwaartse integratie verregaand ontwikkeld. Bij cassave is reeds een proefinstallatie in bedrijf die, mocht deze succesvol blijken, in commerciële productie kan worden genomen. Bij suikerbiet is de nieuwe opzet doorgerekend, waarbij voldoende commercieel perspectief is gebleken om proefinstallaties op te zetten. Een onderdeel van het proces is de kleinschalige productie van een ethanoltussenproduct uit suiker door vergisting; de hierbij vrijkomende zuivere CO<sub>2</sub> kan worden gebruikt voor de voeding van kassen. Bij aardappel wordt gewerkt aan een vergelijkbare opzet. Bij gras is de technologie voor grasbioraffinage geheel ontwikkeld en is het wachten op de bouw van proefinstallaties.

Bij al deze gewassen wordt bij voorwaartse integratie vooralsnog alleen gerekend op toepassing van bestaande technologieën. Installaties met de vereiste specificaties zijn echter niet in alle gevallen commercieel verkrijgbaar, zodat in dit opzicht nog ontwikkelingswerk nodig is.

In de toekomst kan voorwaartse integratie een sterke impuls krijgen door industriële biotechnologie. De ontwikkelingen binnen dit vakgebied gaan in zeer hoog tempo. Bij industriële biotechnologie wordt gebruik gemaakt van de werking van enzymen, of van gemodificeerde bacteriën of schimmels, om zeer zuivere waardevolle producten te verkrijgen. Bij een aantal van dergelijke technologieën vindt weinig warmteoverdracht plaats. Schaalgrootte is daardoor van weinig invloed op het economisch rendement.

In de opzet van voorwaartse integratie zoals hier geschetst, is de traditionele vergisting van suiker tot alcohol het enige biotechnologische proces dat wordt toegepast. In de toekomst zal een groot scala aan waardevolle stoffen langs biologische weg kunnen worden geproduceerd, waarbij zetmeel en suikers een aantrekkelijke grondstof vormen.

Door voorwaartse integratie kan een nieuwe basis worden gelegd onder de economie van het platteland. Deze opzet vormt een uitdaging voor agrarische ondernemers. In Nederland zijn deze goed opgeleid en zij moeten zeer wel in staat worden geacht om deze uitdaging aan te kunnen.







# Bronnen

## Geraadpleegde literatuur

- Ansoff, I. and McDonnell, E. *Implanting Strategic Management*, Prentice Hall (1990) ISBN 0134518810.
- Bieleman, J. *Geschiedenis van de landbouw in Nederland 1500-1950*; Boom, Meppel 1993; ISBN 90-5352-044-9.
- Boeriu, C.G., van Dam, J.E.G., Sanders, J.P.M. *Biomass valorisation for sustainable development*, Chapter 2 in 'Biofuels for Fuel Cells: Biomass Fermentation Towards Usage in Fuel Cells', (P. Lens, P. Westermann, M. Haberbauer and A. Moreno eds.) IWA Publishing; 2005.
- De Bruijn, J.M. , à Campo, P. *Proceedings of the 70<sup>th</sup> congress, Marrakech, 11/4/2007, Innovative harvest concept: field processing of sugar beet into juice and energy*.
- Brundlandt, G. *Our common future: the World Commission on Environment and Development*. (G. Brundlandt, ed.) Oxford University Press, Oxford, 1987.
- Dendermonde, M. *Hoe wij het rooiden*. 1979, Thieme, Nijmegen.
- Clinton 2000 Reprot: White House: The Executive Order (N0 13134) *Developing and promoting biobased products and bioenergy*. Ordered by William J. Clinton.
- Helmholtz Forschungszentrum Karlsruhe, 2003, [http://www.refuelnet.de/content/refuelnet/pdf/RFN\\_SB05.pdf](http://www.refuelnet.de/content/refuelnet/pdf/RFN_SB05.pdf)
- Hladik, M. *Alcohol production from cellulosic biomass by the Iogen-process*. International Energy Farming Congress, 2-4 March 2005 Papeenburg, Germany.
- Hulst, A.C., Ketelaars, J. and Sanders, J. *Separating and recovering components from plants*. 1999, US patent 6740342.
- IRS, Jaarverslag, 2002.
- Kempenaar, C., Brink, L. van de, Bus, C.B., Groten, J.A.M., Visser, C.L.M. de, Lotz, L.A.P. *Gangbare landbouwkundige praktijk en re-*

- cente ontwikkelingen voor vier akkergewassen in Nederland, PRI B.V., Wageningen UR Nota 249, 2003.
- Kolfschoten, R.C. *Ethanol production in farm and industrial process, scale dependencies*. Wageningen UR report Nr.820818457030 – BT, 2005.
- Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change 3, 1997.
- Lange, J.-P. *Sustainable development: efficiency and recycling in chemicals manufacturing*. *Green Chemistry*, 4, 2002, 546–550.
- Leeuwen, M.G.A. van. *Nederlands Agrocomplex 2006*, Den Haag, november 2006.
- Meadows, D.H., Randers, J., Behrens III, W.W. *The limits to growth*. A Report to The Club of Rome Universe Books, New York, 1972.
- Lange, J.-P. *Fuels and chemicals manufacturing*. *Cattech* 5, 2001, 82-95.
- Naber, J.E., Goudriaan, F. and Zeevalkink, J.A. *Promising results from the on-going development in the HTU process*. European Conference on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Amsterdam, 17-21 June, 2002.
- Sanders, J.P.M., Goense, D., Dun, W. *Werkwijze en inrichting voor het winnen van cassavebloem uit cassavewortels*. 2004, Dutch patent application 1026370.
- Sanders, J., Scott, E., Mooibroek, H. (2005) *Biorefinery, the bridge between Agriculture and Chemistry*. Proceedings of the 14th European Biomass Conference and Exhibition, 17-21 October, Paris, France.
- Sanders, J.P.M., Goense, D., Dun, L.W. *Processing of cassava*. WO2005121183 .
- Struik, P.C., Sanders, J.P.M. (2005). *Innovatie in de bietensector: motor voor systeemdoorbraken in de akkerbouw*. *Spil*, (ISSN 0165-6252), 213/214(3), 9-12.
- United Nations Agenda 21, *Programme of action for sustainable development*. Rio Declaration on Environment and Development, Rio de Janeiro, Brazil, UN Publications, New York, 1992.
- United Nations: *Report of the world sustainable development*. Johannesburg, South Africa, 4 September 2002.
- Buchholtz, J., (2007). [http://www.th-mann.de/FNP\\_1\\_07.pdf](http://www.th-mann.de/FNP_1_07.pdf), p. 44,45.
- Zee, A.D. van der. *Beethanol: Economic perspectives to produce bio-ethanol from beets as raw material produced in The Netherlands*. A&F B.V., Wageningen UR Report Nr. 790621984100, 2005.

### Geraadpleegde websites

- <http://clinton3nara.gov/Initiatives?Climate/biobased.html>
- <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.html>
- [www.aboutbioenergy.info/definition.html](http://www.aboutbioenergy.info/definition.html)
- [www.biogasworks.com/News/2001%20Budget%20Accelerates%20Bioenergy.htm](http://www.biogasworks.com/News/2001%20Budget%20Accelerates%20Bioenergy.htm)
- [www.bioproducts-bioenergy.gov.eo13134.html](http://www.bioproducts-bioenergy.gov.eo13134.html)
- [www.dadtco.nl](http://www.dadtco.nl)
- [www.IRS.nl](http://www.IRS.nl)
- [www.quickmba.com](http://www.quickmba.com)





# Summary

---

## Forward integration in the agriculture chain

J.P.M. Sanders, D.A. van der Hoeven, C. van Dijk

InnovationNetwork Report no 08.2.175, Utrecht, May 2008.

---

Forward integration involves the integration of part of the agricultural value chain into the farm. One essential element concerns the small-scale (pre)processing of the raw material (e.g. potatoes or sugar beet) near the place of production by the farmer or a group of farmers. The aim is to make intermediate products that can be easily stored for subsequent transportation to a central processing unit when required. This creates shorter cycles (water, minerals and residual flows), resulting in a long-life intermediate product that can be sold in diverse markets throughout the year. The farmer thus becomes less dependent on a single market and a single consumer. The prospects for forward integration are illustrated in this report on the basis of four cases: potato, sugar beet, cassava and grass.

Forward integration has various advantages:

- 1. Generation of added value on the farm.** The preprocessing on the farm results in a product with higher market value. Moreover, this product can be delivered to various markets.
- 2. Reduced seasonal dependence.** Savings on the storage of the primary product and a more profitable investment in central processing as this can take place throughout the entire year.
- 3. Avoidance of undesirable transport of water and soil.** In the current process water and attached soil are pointlessly transported to the central processing unit and, under existing regulations, are difficult to market as residual flows. The greatest advantages are to be gained with 'wet' crops such as potatoes, cassava, grass, sugar beet, foliage, etc.

**4. Shortening of the minerals cycle.** These wet crops contain large quantities of minerals per amount of harvested dry matter, which is difficult to market in the case of central processing. The on-farm processing offers better opportunities for closing the mineral cycle. This concept already has good potential on the basis of existing technologies. The development of new technologies can open up further opportunities for forward integration in the future.

Forward integration represents a radical break with the current trend towards substantial economies of scale in the agro-industry. Forward integration will actually lead to a major deconcentration of agro-industrial processes. This new direction is possible thanks to several concurrent developments:

- Agricultural diversification, where farms not only produce for the food market but also for energy and other markets.
- High energy prices, which make biogas power generation and local use of released heating profitable. This creates new opportunities for integration of agricultural and agro-industrial production on the farm, while heat integration in large-scale factories is already a well-established practice.
- Increasing problems with road transportation of voluminous flows, because of the increasingly large distances to the central processing unit and the burden imposed on the local rural infrastructure.
- Technological developments, permitting the small-scale production of long-life intermediate products on the farm.

Various obstacles exist on the road towards the realisation of small-scale farm-based (pre)processing. Entrepreneurs may encounter such problems as:

- The equipment is often not available in the market to the required specifications, even if the technology is known,
- Existing organisations may resist system changes in order to avoid loss of power or because existing installations have not yet been written off,
- Financers may perceive the new business model as risky;
- Regulations are based on the existing situation and thus block new initiatives.

Modern Dutch farmers are highly trained and must be considered capable of coping with the new challenges arising from these new activities. If successful, this strategy will give the rural economy a substantial impulse.