

**Eindrapportage**

## **Calendula-keten Project**

**Een internationale keten-innovatie-opgave met  
technologische, economische en sociaal-culturele aspecten**

**In opdracht van**



Amsterdam/Wageningen  
2 maart 2008

## **Inhoudsopgave**

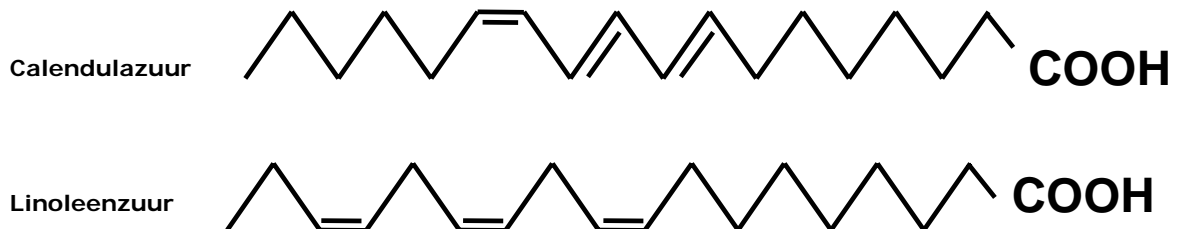
1. Doelstelling
  - 1.1. Achtergrond
  - 1.2. Markt
  - 1.3. Driedelige doelstelling
  - 1.4. Innovatieopgave en kennis
  - 1.5. Streefbeelden
2. Werkwijze
  - 2.1. Agronomische ontwikkeling
  - 2.2. Technologische ontwikkeling
  - 2.3. Ketenontwikkeling
3. Leerervaringen
4. Participanten
5. Publicatie
6. Financiën

# 1. Doelstelling

## 1.1. Achtergrond

Nederland heeft behoefte aan milieuvriendelijke, duurzame alternatieve grondstoffen ten behoeve van de Nederlandse industrie en consument, onder meer om de milieubelasting te verminderen en te besparen op schaarse (fossiele) grondstoffen. Op basis van Nederlandse kennis en een stevige regierol kan Nederland belangrijke posities innemen in internationale agrifood en agro-industriële ketens gericht op het verkrijgen en het toepassen van dergelijke duurzame grondstoffen. Daarbij is het dan wel zaak om een belangrijk deel van de toegevoegde waarde van die ketens in Nederland te realiseren. Daarvoor is het nodig dat Nederland investeert in de ontwikkeling van de benodigde kennisinfrastructuur (gamma en bèta) om dergelijke duurzame ketens tot stand te brengen. Doel van dit project is het duurzaam organiseren van een innovatieve, internationale, agro-industriële keten voor hernieuwbare grondstoffen met Calendula als praktijkvoorbeeld. Daarnaast beoogt het project om in een samenwerking van technologische en gamma-georiënteerde kennisinstellingen te leren hoe de ontwikkelde kennis kan worden ingezet in nieuwe internationale agrogrondstofketens en hoe daarbij partnerships met het bedrijfsleven kunnen bijdragen aan de financiering van die kennisontwikkeling.

Het inzicht dat waardevolle olie uit het zaad van Calendula officinalis (goudsbloem) kan worden gewonnen en dat dit kan worden gebruikt voor onder andere productie van milieuvriendelijke verfsystemen, is het resultaat van voorafgaande projecten (Nationaal Olie Programma en het Europese Carmina-project van 1990-2001). Deze olie is zeer reactief vanwege zijn bijzondere vetzuursamenstelling:



*Figuur 1: Structuurformule van Calendulazuur,  $\Delta 8E, 10E, 12Z$  octadecanoic acid (8t,10t,12c-octadecaanzuur), een drievoudig onverzadigd vetzuur met geconjugeerde C=C banden op deltaposities 8, 10 en 12 (nummers van de C-atomen gerekend vanaf de COOH-groep. Linoleenzuur (ondermeer in soja en lijnolie) is ook een vetzuur met 18 C atomen en drie onverzadigde C=C banden, maar linoleenzuur heeft die C=C banden normaal gesproken op posities 9, 12 en 15, dus verder uit elkaar. Doordat de dubbele banden van Calendulazuur zo dicht bij elkaar staan, is Calendulazuur sterker reactief dan linoleenzuur.*

## 1.2. Markt

De markt voor Calendula-olie bestaat uit twee deelmarkten:

- vervanging van een *Tungolie* waarvan de markt zeer onzeker is qua productie en aanvoer en dientengevolge zeer instabiel qua prijsniveaus;
- gebruik van de methylester van Calendula-olie als *reactieve verdunner* in alkydverfsystemen, waardoor het gebruik van de huidige vluchtige organische oplosmiddelen achterwege kan blijven. Dat is een duurzame toepassing die als extra groot voordeel heeft dat de huidige gezondheidsschadende oplosmiddelen achterwege kunnen blijven.

Wat de vervanging van Tungolie betreft, deze wordt nu geproduceerd in China, Brazilië en Argentinië. Een groot deel van de productie gaat naar de Verenigde Staten, Japan en Europa. Toepassingen van Tungolie zijn: impregneermiddel voor hout, bootlakken, ingrediënt van betonverf, e.d. Het grote probleem met Tungolie is dat de markt zeer onzeker is qua beschikbare hoeveelheden en daardoor instabiel qua prijsvorming, waardoor prijzen in zeer korte tijd kunnen verdubbelen.

Calendula-olie, op basis van nieuwere zaadrassen ontwikkeld door Plant Research International, heeft de volgende voordelen ten opzichte van Tungolie:

- lagere kostprijs indien de primaire productie met nieuwe rassen met verhoogde productiviteit kan plaatsvinden;
- flexibelere productie omdat bij Calendula, als eenjarig gewas, het areaal per jaar wordt bijgesteld, passend bij de vraag. Dit kan met Tungolie niet omdat tungbomen als plantagegewas worden geteeld met een aanlooptijd van 4-5 jaar, alvorens olie kan worden gewonnen. Dit leidt tot de typische prijsfluctuaties voortkomend bij plantagegewassen;
- Calendulazaden zijn niet toxisch, terwijl in tungnoten sterk toxische componenten voorkomen met irriterende en carcinogene eigenschappen (saponinen en een phorbol ester).

Wat de toepassing van methylesters van Calendula in alkydverfsystemen betreft, zijn de wereldwijde trends naar het verlagen van het gehalte vluchtige organische oplosmiddelen en de steeds strengere richtlijnen die daaraan worden gesteld, van groot belang. In de EU is er de VOC-directive (Council Directive 1999/13/EC), die het gebruik van vluchtige oplosmiddelen op korte termijn gaat verbieden vanwege de grote gezondheidsrisico's voor beroepsschilders (schilderssyndroom). Ook in de Verenigde Staten en Canada worden steeds strengere eisen gesteld aan uitstoot van en blootstelling aan vluchtige organische oplosmiddelen.

Resin Producer A heeft een patent verworven op het gebruik van methylesters van Calendula-olie als reactieve verdunner in alkydverfsystemen. Daarmee kan een alkydverf worden geproduceerd met een zeer laag gehalte aan vluchtige oplosmiddelen en met een hoge kwaliteit. Dit heeft niet alleen grote gezondheidsvoordelen ten opzichte van gangbare vluchtige oplosmiddelen maar ook nog eens als voordeel dat de emissie van broeikasgassen sterk wordt verlaagd. Terpentineachtige oplosmiddelen op basis van aardolie worden namelijk vervangen door een duurzame plantaardige olie.

### 1.2.1. Marktpotentieel

#### *Vervanging van Tungolie*

Het wereldverbruik aan Tungolie is circa 15.000 ton per jaar. De import van Tungolie in de EU is ongeveer 5.000 ton. De partners in dit project hebben een huidig verbruik van Tungolie van ongeveer 1.500 ton, maar zien door toenemende behoefte aan verf op basis van natuurlijke grondstoffen hun eigen behoefte de komende jaren stijgen tot 5.000 ton per jaar. Dat zou een verdubbeling van de huidige Europese behoefte aan Tungolie betekenen, hetgeen een nog sterkere wissel trekt op de onzekere aanvoer en de instabiele prijsvorming. De ketenpartners hebben daarom op korte termijn behoefte aan een alternatief voor Tungolie. Calendula-olie is daarvoor zeer geschikt, omdat deze vergelijkbaar is met Tungolie en op een aantal aspecten bovendien een betere kwaliteit verf oplevert. De partners in de keten hebben de ambitie om naast Calendula-olie voor eigen gebruik ook de productie en de levering van Calendula-olie naar andere toekomstige afnemers te verzorgen. Bij aanvang van

het project zijn er al ketenpartners die 40 ton tot 500 ton (2006-1010) wensen af te nemen.

#### *Toepassing in alkydverfsystemen*

De wereldbehoefte aan alkydverf (de standaard houtverf) is 5 tot 7 Mton per jaar. In de komende jaren zal een snel groeiende nichemarkt ontstaan voor gezonde, oplosmiddelarme alkydverfsystemen. Om een indruk te geven van het potentiële marktvolume voor Calendula-olie is hier een schatting gemaakt van de behoefte aan Calendula-olie voor een nichemarkt van 0,1% van de wereldmarkt voor alkydverf. Deze nichemarkt zou 7.000 ton alkydverf zijn. Bij een gehalte van 20% reactieve verdunner op basis van Calendula-olie betekent dat een markt van 1.400 ton Calendula-olie per jaar. Ter vergelijking, in Duitsland is de markt voor alkydverf ongeveer 100.000 ton. Een marktaandeel van 5-10% in Duitsland betekent een markt van 1000-2000 ton Calendula-olie. In Nederland is de vraag naar alkydverf ongeveer 10.000 ton. Met een marktaandeel voor Calendula-olie als grondstof voor alkydverf van 5-10 % in Nederland is de markt voor Nederland 100-200 ton Calendula-olie.

Het streefbeeld voor de middellange termijn (4-8 jaar) is een markt voor Calendula-olie van 15.000 ton olie. Hiervoor zijn de volgende producties nodig met bijbehorende toegevoegde waarden:

Schakel in de keten	Beschrijving	Verkoopwaarde in €	Toegevoegde waarde in €miljoen
Productie van verf en verkoop verf aan retailer	Verkoop van 37.500 ton verf met een verkoopwaarde van 10 euro/kg. Bevattend 40% Calendula-olie (of derivaat daarvan)	Toe te rekenen aan Calendula: 40% van $37.500 \times 10 = 150.000.000$ euro	105,00
Productie van reactieve verdunner c.q. bindmiddel en verkoop daarvan aan verfproducent	Verkoop van 15.000 ton verdunner c.q. bindmiddel op basis van Calendula met een verkoopwaarde van 3 euro/kg	$15.000.000 \times 3 = 45.000.000$ euro	22,50
Extractie en verkoop olie aan producent verdunner c.q. bindmiddel	Verkoop van 15.000 ton Calendula-olie met een verkoopwaarde van 1,50 euro/kg	$15.000.000 \times 1,50 = 22.500.000$ euro	10,00
Primaire productie van Calendulazaad en verkoop daarvan aan olie-extracteur	Productie van 80.000 ton zaad (benodigd areaal 25.000 ha) met een verkoopwaarde van 0,15 euro/kg	$80.000.000 \times 0,15 = 12.000.000$ euro	4,00
Zaaizaadproductie	375.000 kg zaaizaad	800.000 euro	0,40
Licenties op rassen veredeling	Royalty over 15.000 ton olie (Onderzoekgroep van ca. vijf mensen)	2.300.000 euro	2,00
Ketenregie (betaald uit verkoop olie)	Tot en met verkoop 15.000 ton olie	1.200.000 euro	1,00

*Tabel 1 Overzicht verwachte toegevoegde waarde in de keten*

### 1.3. Driededige doelstelling

De transitie naar een grootschalige introductie van verf op natuurlijke basis en van vervanging van vluchtige organische oplosmiddelen is niet eenvoudig. Bij de huidige technologie en beperkte schaalgrootte zijn de kostprijzen per eenheid Calendula-olie nog hoger dan in het streefbeeld. Bij opschaling tot commerciële productie zijn de kostprijzen en de verkoopprijzen marktconform.

#### *Agrotechniek*

Om de gewenste olieprijs te verkrijgen, moet de productiviteit van de primaire productie (de zaden) stijgen van 400 naar 600 kg olie/ha. Om dit te bereiken, wordt een nieuwe veredelingsstrategie ontworpen voor Calendula op basis van hybridenproductie. Hybridenproductie in Calendula is recent in zicht gekomen doordat nieuwe lijnen zijn geproduceerd die vrijwel mannelijk steriel zijn, waardoor productie van zuivere hybriden mogelijk is. Dit werk wordt uitgevoerd door Wageningen Universiteit en Researchcentrum (WUR) Plant Research International (PRI).

Ook de kosten van primaire productie zijn in de praktijk nu nog hoger dan gewenst vanwege de onkruidbestrijding. Aan een nieuwe onkruidbestrijdingsstrategie wordt hard gewerkt door PRI in overleg met een teler (Grower A) in Casablanca. Ten behoeve van de 40 ton Calendula-olie die reeds gecontracteerd is, wordt er in Marokko 100 ha. productieteelt gepland in het seizoen 2004/2005. In het seizoen 2005/2006 loopt dit op tot 500 ha. De extractie en de raffinage van de olie uit de Calendulazaden zullen plaatsvinden op de installaties van een extractiebedrijf in Marokko (Extracteur 1). Hiertoe is er een aantal praktijkproeven nodig op proefinstallatie,s die beschikbaar zijn bij een extracteur in Frankrijk (Extracteur 2). In die proeven kunnen de juiste extractie parameters worden vastgesteld voor de extractie bij Extracteur 1.

#### *Gebruik van Calendula-olie*

Daarnaast is nog onderzoek nodig om de op proeffabriekschaal uitgeteste technologie voor de productie van een *bindmiddel* voor verf met 50-100% Calendula-olie op een batchproductieschaal van 5 tot 10 ton geschikt te maken. Dit zal gebeuren door WUR A&F in samenwerking met een verffabrikant (Paint Producer A).

#### *Gebruik van Calendula-olie ten behoeve van een reactieve verdunner*

Ook is onderzoek nodig om de op labschaal getoetste werking van de reactieve verdunner van Calendula-olie te verbeteren en om een grootschalige productiewijze van de reactieve verdunner te ontwerpen. Voor wat betreft de toepassing van methylcalendulaat als reactieve verdunner in alkydverven moet de doorharding verder worden verbeterd. Met de huidige technologie is deze nog onvoldoende. In dit project wordt deze verbeteringen op twee wijzen nagestreefd:

- door middel van de ontwikkeling van nieuwe droogmiddelen (milieu-vriendelijke, niet op kobalt gebaseerde drogers) waardoor de huidige reactieve verdunner (methylesters van Calendula-olie) beter gaat functioneren;
- ontwikkeling van een aangepaste versie van deze reactieve verdunner op basis van nieuwe polymeertechnische inzichten.

Aan deze onderwerpen wordt gewerkt door WUR A&F, een resinproducent (Resin Producer A) en Paint Producer B.

#### *Ketenvorming*

Een van de potentieel grootste belemmeringen om te komen tot de streefbeelden, is het feit dat bij een nieuwe productieketen de eerste jaren aanloopkosten moeten worden gemaakt in diverse schakels van de keten. Hierbij is ten minste het vertrouwen nodig dat alle andere ketenpartijen ook de benodigde investeringen zullen doen. Maar er is meer nodig; er zijn ook nieuwe

organisatievormen voor de keten vereist. Onderzoek in dit project zal die nieuwe organisatievormen ontwerpen en via participatief onderzoek toetsten.

Op verschillende fronten zullen technologische, economische en organisatievragen uit de Calendula-case aanleiding geven tot het geïntegreerd vormgeven van een kennisconsortium dat naar verwachting ook voor andere nieuwe grondstofketens inzetbaar is.

#### **1.4. Innovatieopgave en kennis**

De grootste bedreiging voor een op Calendula gebaseerde productieketen is een te laag niveau van investeringen in kennisontwikkeling in de diverse schakels van de keten. Deze investeringen zijn nodig om grootschalig te kunnen produceren tegen een aantrekkelijke kostprijs. Door technologische innovaties kunnen de kostprijzen in alle schakels van de keten aanzienlijk dalen. Door het opzetten van innovatieve samenwerkingsverbanden in de keten en een goede ketenregie kan een goede koppeling van de vraag, het aanbod en de kwaliteit plaatsvinden, waardoor opschaling economisch interessant wordt. Als beide aspecten van innovatie (technologisch en organisatorisch) worden gerealiseerd, is de verwachting dat deze keten een hoge toegevoegde waarde realiseert voor alle ketenpartijen.

#### **1.5. Streefbeelden**

##### *Organisatie van de landbouwproductie en de plattelandseconomie*

Bij de start van dit project moet de landbouwproductie in Marokko voor Calendulateelt worden opgezet. Hiervoor is een partner gevonden (Grower A) die landbouwgronden in eigendom en productie heeft. Er is vruchtwisseling nodig in de tarweteelt en daarin past de teelt van Calendula. Nu wordt voor een deel van het landbouwareaal braak toegepast, deels vanwege de benodigde vruchtwisseling, maar ook deels omdat het groeiseizoen (oktober tot en met mei) niet in alle regio's voldoende lang is (neerslag beperkend!) voor zomertarwe. Doordat deels braakliggende gronden kunnen worden ingezet, heeft dit project ook een positief effect op de werkgelegenheid op het platteland in Marokko. Teelt van Calendula is nieuw en voor de grootschalige opzet van de teelt is een goede landbouwvoorlichting nodig. Grower A zal die zelf opzetten met hulp van PRI.

Het extraheren van de Calendula-olie uit de zaden gebeurt vanwege transportkosten zo dicht mogelijk bij de teeltlocaties. In dit geval zal extractie gebeuren met een continue extractor in Marokko. Door het produceren voor een industriële markt ontstaan er in Marokko naar verwachting nieuwe verbindingen tussen de landbouw en de industriële verwerking (olie-extractie).

##### *De relatie landbouw-maatschappij-beleid*

Het Nederlandse beleid is meer en meer gericht op het ontwikkelen van een regierol voor Nederland, omdat voor veel landbouwproducten Nederland een te duur productieland is geworden. Hierbij is nog steeds een maatschappelijke behoefte aan een duurzame, milieuvriendelijke productiewijze. Calendulateelt in Marokko past hierin goed, omdat dat in Marokko op een economisch en milieutechnisch duurzame wijze kan plaatsvinden. Vooral vanwege een lage behoefte aan kunstmest en middelen voor gewasbescherming. Bovendien vindt de teelt plaats op basis van natuurlijke neerslag. Een interessante vraag bij het stimuleren van landbouwproductie voor industriële doeleinden is de vraag in hoeverre dit strookt met beleid om eigen voedselproductie te realiseren. In Marokko is de tarweteelt nu nog beschermd en gestimuleerd door productiesubsidies (garantieprijs van 0,25 euro/kg, oftewel een subsidie van 0,12-0,13 euro/kg tarwe). In WTO-verband is overeengekomen dat deze subsidies vanaf 2005 worden afgeschaft. Daarmee zal een deel van de tarweteelt

in Marokko onrendabel worden en er zal een grotere behoefte onder boeren ontstaan aan andere gewassen. Hiermee past de ontwikkeling van Calendulateelt in Marokko in de beleidsvisie van de Marokkaanse overheid. De ontwikkeling van economische partnerships met Mediterrane en Noord-Afrikaanse landen past ook in het EU-beleid. Met name het ontwikkelen van duurzame ketens en relaties tussen Marokkaanse en Nederlandse ondernemingen en kennisinstellingen past goed in het beleid van de Nederlandse en de Marokkaanse overheden. Dit project voorziet in het creëren van zo'n duurzame keten.

#### *Regierol in ketens*

Wat de Nederlandse situatie betreft, is de sterke regierol die in het project wordt opgebouwd van belang. Enerzijds is deze gebaseerd op de unieke en te beschermen kennis van de zaadveredeling door PRI (deze heeft daarmee een sterke greep op de hele Calendulaketen). Anderzijds maken sterke, internationaal opererende ketenpartners als de Resin Producer en de Paint Producer in het project een goede invulling van de regierol noodzakelijk en mogelijk.



## 2. Werkwijze

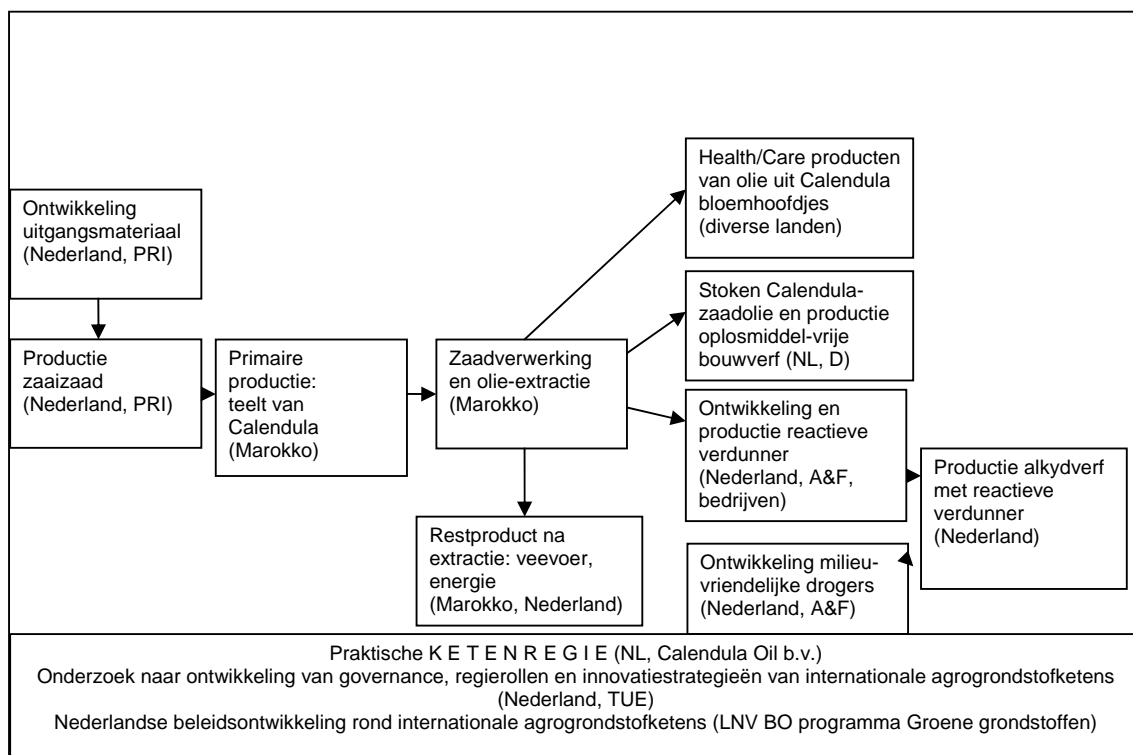
In het Calendulaproject werd - uiteraard in samenhang - door teams van participerende organisaties/bedrijven aan de drie onderwerpen gewerkt. Regisseur als projectregisseur werd kort na start van het project met twee belangrijke wijzigingen geconfronteerd - die in navolgende verslag meer aandacht krijgen - en die tot vertraging in de realisatie van het project leidden:

- de Marokkaanse partner Grower A moest zijn deelname beëindigen;
- het patent op een reactieve verdunner, van Resin Producer A bleek onvoldoende sterk te zijn; deze partner haakte af.

Voor beide plaatsen in het project (teelt en bindmiddelproductie) werden nieuwe partners gevonden, zoals uit navolgende verslagen blijkt.

### *Beschrijving van de keten*

Calendula-olie is een typisch ketenproduct: er is een keten van spelers van veredelaars tot en met bijvoorbeeld verffabrikanten. In 2006 ziet de Calendula-keten er als volgt uit:



Figuur 2. Calendula-keten

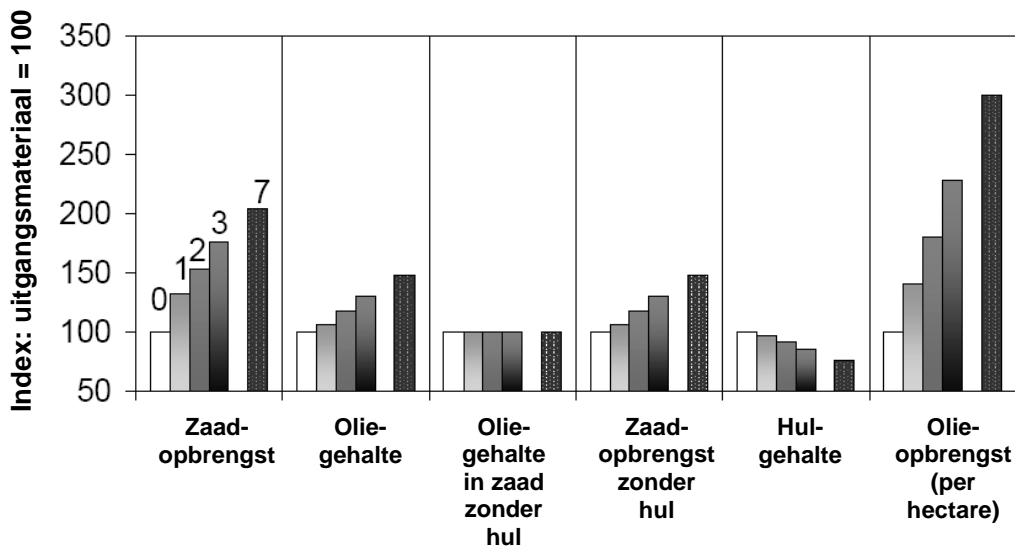
## 2.1. Agronomische ontwikkeling

Een historische beschouwing op de dynamiek van de ontwikkeling van Calendula als gewas voor olie-houdend zaad leert dat (bereidheid tot) investeringen hierin een rechtstreekse correlatie vertonen met de wereldmarktprijs ontwikkeling van de belangrijkste concurrerende plantaardige olie: Tung. Ten tijde van prijsspieken (in 1993 en 1998) nam de bereidheid sterk toe. Ook op dit moment (2007/2008) is de Tungolie op een historisch prijshoogtepunt (in US-dollars).

De agronomische ontwikkeling kent twee onderdelen: zaadrasontwikkeling (gericht op een hoger oliepercentage in het zaad) en de teeltontwikkeling (gericht op een verhoging van de zaadopbrengst per hectare).

### Zaadras ontwikkeling

De ontwikkeling van een beter oliehoudend zaadras werd door PRI al gestart in aanloop naar het Carminaproject. Economische analyses van de productieketen wezen uit dat de kostprijs van de teelt aanzienlijk dienden te dalen en de olieopbrengst per hectare aanzienlijk dienden te stijgen. Het verbeteren van het oliegehalte in het zaad is hiervoor van strategische betekenis. Ten tijde van het Agro Forum-project was het doel een belangrijke verbetering te realiseren in het oliegehalte (een stijging van zo'n 10%). Het verslag van het veredelingsprogramma (Veredeling in Calendula als voorbeeld van de ontwikkeling van nieuwe gewassen voor internationale 'biobased' productieketens, E.N. van Loo & M. van Waes, 2007) is vertrouwelijk. Een overzicht van gerealiseerde vooruitgang op dit gebied:

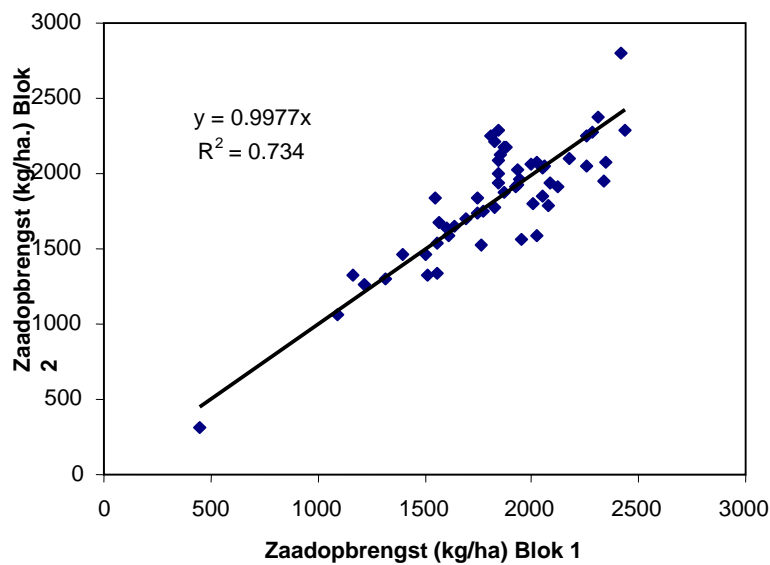


*Figuur 3. Vooruitgang door veredeling in Calendula gedurende het eerste veredelingsprogramma gericht op inteeltlijnen. De cijfers boven de staafbalkjes geven de generatie aan, 0=uitgangsmateriaal, 1=generatie na eerste selectieronde, 2=generatie na tweede selectieronde, 3=generatie na derde selectieronde; 7=verwachte resultaat in de eerste vier generaties na dit eerste programma. Data uit Van Loo e.a. (2000).*

Te zien is de vooruitgang ten opzichte van het uitgangsmateriaal dat op 100 is gesteld. De indexwaarde 100 is voor zaadopbrengst in absolute waarde 1400 kg/ha., voor oliegehalte 17%, voor oliegehalte in het zaad zonder hul 50%, voor zaadopbrengst zonder hul 500 kg/ha. en voor hulgehalte 60%. De olieopbrengst van het uitgangsmateriaal was ongeveer 200 kg/ha. (index=100) en na drie selectierondes hadden de beste lijnen een olieopbrengst van 460 kg/ha. (index=230).

Enkele resultaten van het tweede veredelingsprogramma in Calendula van PRI worden getoond in figuur 3. De beste nieuwe lijnen van Calendula laten een zaadproductie zien die 30% hoger ligt dan het huidige in de praktijk gebruikte ras van PRI. Dit biedt perspectief op een 30% lagere kostprijs in de teelt. Hierdoor zal het makkelijker zijn om telers te vinden en ook makkelijker om eindgebruikers ervan te overtuigen dat een betrouwbare en goedkope levering van Calendula-olie mogelijk is.

#### Opbrengstcijfers in veredelingsprogramma PRI



Figuur 4. Genetische variatie in veredelingsprogramma Calendula bij PRI. Zaadopbrengstcijfers van 50 nieuwe Calendula-lijnen. Het geregistreerde ras van PRI 'Carola' heeft in de praktijk onder goede omstandigheden een opbrengst van 2000 kg zaad/ha. en 400 kg olie/ha. Meer dan 25% van de nieuwe lijnen heeft een zaadopbrengst die hoger is dan van het ras 'Carola'. De beste lijn heeft een 30% hogere zaadopbrengst dan 'Carola'.

#### Teeltontwikkeling

Aan het einde van het CARMINA-project (2001) is geconcludeerd dat marktwaarde van Calendula-olie het niet mogelijk maakt om een rendabele Calendulateelt in Europa op te zetten. De belangrijkste reden hiervoor is dat Calendula als zomergewas een lagere olieproductie per hectare heeft dan wintergewassen. Winterkoolzaad heeft een productie van 4000 kg zaad/ha., waarvan 1400 kg olie/ha.

De beste rassen van PRI hebben een tweemaal zo hoge productie als het uitgangsmateriaal waarmee in de veredeling in 1990 gestart is. Echter, de productie is nog steeds niet zo hoog als van winterkoolzaad. De huidige rassen van Calendula produceren ongeveer 2000 kg zaad/ha. waarvan 400 kg olie/ha. Deze lagere opbrengst wordt deels gecompenseerd door een veel hogere waarde van Calendula-olie per kg. Toch kan Calendula daarmee nog niet concurreren met wintergewassen.

Dit is de reden dat al enige jaren nieuwe teeltgronden worden ontwikkeld in gebieden waar zomergewassen geteeld worden: voorbeelden hiervan zijn Marokko, Oekraïne, Canada en de noordelijke staten in de Verenigde Staten. In deze gebieden kan Calendula wel concurreren met bestaande gewassen, zoals zomerkoolzaad en zomertarwe.



*In Marokko is de teelt van Calendula geïntroduceerd (2002).*

Het opbrengstpotentieel is daar aangetoond, maar de ontwikkeling is met veel vallen en opstaan gepaard gegaan (zie tabel 4).

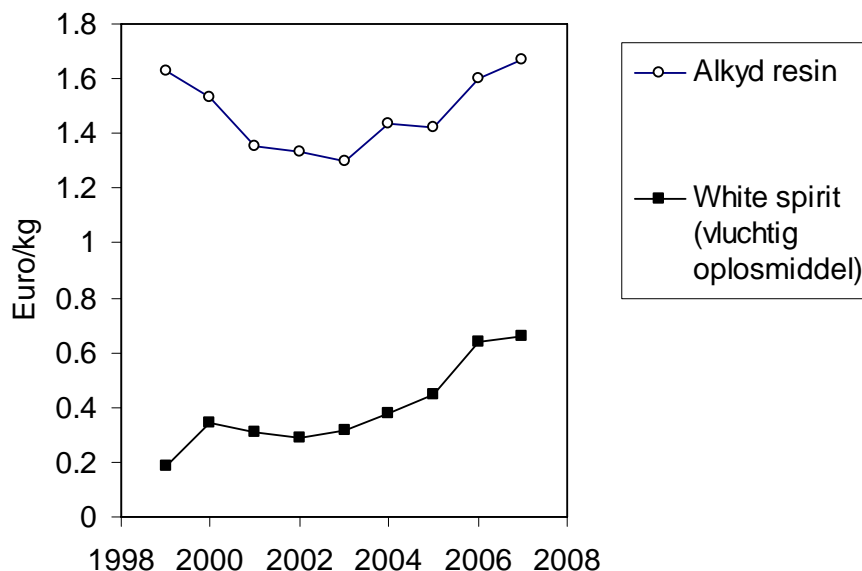
<i>Seizoen</i>	<i>Partner</i>	<i>Areaal</i>	<i>Resultaat</i>
2002-2003	Grower A	2 ha.	Teeltgebied bleek overmatige onkruidproblemen te hebben: post-emergence herbiciden nodig
2003-2004	Grower A	10 ha.	Meest geschikte gebieden geïdentificeerd: 2000 kg zaad/ha. en 400 kg olie/ha.
2004-2005	Grower A	60 ha.	Test met herbiciden leidt tot vaststelling van juiste aanpak pre-emergence herbicide gebruik, maar wel ten koste van deel van het areaal: 30 ha. niet oogstbaar doordat herbicide ook Calendula doodde; uiteindelijk alleen 15 ha. geïrrigeerde teelt geoogst: 1000 kg zaad/ha. en 200 kg olie/ha.; Grower A krijgt nieuw management en stopt met Calendula
2005-2006	Grower B	6 ha.	Partnerwisseling leidt tot terugval in areaal; teelt zeer goed verlopen; geschatte opbrengst ongeveer 2000 kg zaad/ha. en 400 kg olie/ha.; Weerprobleem (zware hagel) vernietigde proefveld; door kleine schaal is het moeilijk om risico's te spreiden

2006-2007	Grower B	0 ha.	Extreme droogte in periode november tot en met februari, waardoor geen gewassen konden worden gezaaid. Ter vergelijking: in meeste gebieden waar wel tarwe werd gezaaid werd maar een opbrengst van 10% van de normale opbrengst gehaald
2007-2008	Grower B	40-80 ha.	In teelt is eind 2007 gestart

Tabel 2 Teeltermeningen in Marokko

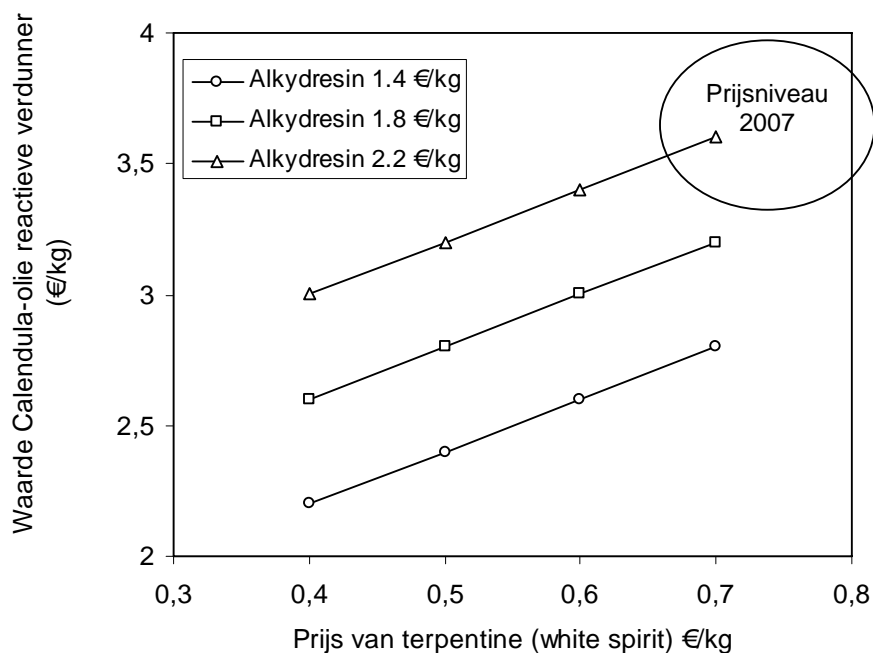
## 2.2. Technologische ontwikkeling

In de inleiding op dit hoofdstuk werd al vermeld, dat de bereidheid om te investeren in de ontwikkeling van een oliehoudend gewas als Calendula, rechtstreeks correleert met de marktprijs van het meest concurrerende gewas (Tungolie). Maar ook met de wereldprijs van aardolie, omdat white spirit (terpetine) een belangrijk bestanddeel is van alkydverfsystemen; het product waar de kwaliteit van Calendula-olie (in casu drievoudig geconjugeerd vetzuur) goed tot waarde gebracht kan worden. Als gevolg van hogere aardolieprijzen stijgen ook de prijzen van alkyd resins (bindmiddelen voor alkydverf) en voor vluchtige oplosmiddelen (white spirit, terpetine) (zie figuur 5).



Figuur 5. De prijsontwikkeling van alkyd resins en white spirit (vluchtig oplosmiddel). Standaard alkydresin bevat 60 % oplosmiddel. Bron: Eurostat.

Door de stijgende aardolieprijs worden plantaardige grondstoffen steeds concurrerder. Figuur 6 geeft aan hoe de waarde van een reactieve verdunner op basis van Calendula-olie afhangt van de prijzen van alkydresins en white spirit.



*Figuur 6. De relatie tussen de substitutiewaarde van een reactieve verdunner op basis van calendula-olie bij verschillende prijzen van vluchtig oplosmiddel (terpentine) en het bindmiddel (alkydresin).*

Toepassing van Calendula-oliederivaten als reactieve verdunner heeft twee (financiële) voordelen: het spaart de traditionele vluchtige verdunner uit, maar omdat de reactieve verdunner onderdeel gaat vormen van de verflaag, spaart het ook een deel van de alkydresins uit: een dubbel voordeel. Daarbij komt dat bij de juiste combinatie van reactieve verdunner en aangepaste alkydresin de viscositeit zodanig verlaagd kan worden dat nog meer op vluchtige verdunner bespaard kan worden. Dit principe is rekenkundig uitgewerkt in figuur 6. Een reactieve verdunner op basis van Calendula-olie mag dus tussen 2,20 en 3,60 euro/kg kosten. De kostprijs van Calendula-olie wordt geschat tussen 1,50 en 2,50 euro/kg, afhankelijk van de schaal van productie en regio van productie. Bij de huidige (2008) markt is er genoeg ruimte om ook na chemische conversie van Calendula-olie naar reactieve verdunner winst over te houden.

### 2.3. Ketenontwikkeling

In de discussie met eindgebruikers zijn twee criteria van belang: performance en prijs. Bindmiddel- en verffabrikanten durven het niet goed aan om milieuvriendelijkere producten hoger te prijzen dan gangbare producten. Zeker in de aanloopfase leidt dit vaak tot een patstelling, omdat juist door de kleine schaal in het begin de kostprijzen nog hoger zijn. Dit is ook zo bij Calendula-olie. Pas vanaf een schaal van 1000 ha. teelt en 2.000.000 kg zaad is olie-extractie mogelijk met de meest efficiënte continu hexaanextractie. Dit betekent dat eerst een afname moet worden georganiseerd van meer dan 400.000 kg olie, voordat de laagste kostprijs kan worden gerealiseerd.

#### *Launching customers*

Om deze patstelling te doorbreken, is het vinden van een launching customer, die bereid is in de aanloopfase iets hogere prijzen te betalen, bijvoorbeeld in ruil voor een alleenverkoop gedurende een bepaalde tijd, van essentieel belang.

In de Calendula-case zijn er voor enkele toepassingen inmiddels launching customers gevonden, die een afnamegarantie hebben gegeven tegen productiekostprijs. Hierdoor kan de keten zonder afnamerisico de productie van de olie ter hand nemen.

### *Ontwikkeling van internationale ketens*

De ontwikkeling van agro-industriële ketens is een geleidelijk proces, waarbij de positie en de kracht van elk van de spelers op het veld en in de keten in het bijzonder van groot belang zijn. Het gaat daarbij voor elke partij in eerste instantie om het herkennen (zien) van mogelijkheden voor de eigen organisatie en direct daarop volgend de vraag hoe dominant men in een dergelijke keten kan zijn. Elke ondernemer zal in aanvang streven naar minimale afhankelijkheid van een andere partij, want er is nog geen vertrouwensbasis gevormd. Bij het werken aan een functionerende keten dienen dus op een procesmatige wijze aandacht te worden besteed aan de aspecten:

- mogelijke functionele bijdragen;
- passend binnen strategie op termijn van de onderneming;
- bereidheid tot inbreng in natura en financieel;
- groeiende openheid in overleg;
- commitment van top van de organisatie;
- schriftelijke afspraken.

De Calendula-case, waarbij het om een unieke en nieuwe olie gaat met bijzondere eigenschappen, is een uniek ontwikkelingsproces. Immers, zowel op het gebied van agroproductie, als op het gebied van verwerking van de olie en in de toepassingen is er sprake van ontwikkelingsprocessen, zowel autonoom als in relatie tot elkaar.

Een dergelijke ontwikkeling (te vergelijken met het bouwen van een dok en een schip tegelijkertijd) vergt een bijzonder gevoel voor timing, ontwikkeling van krachtvelden en inzicht in actuele ontwikkelingen op markten. Daarvoor is het noodzakelijk dat de leider van het proces (ketenregisseur) een zeer goede werkrelatie heeft met sleutelpersonen in het proces; zowel aan de bedrijfskant als bij de onderzoeksinstellingen. Uit de beschreven historie blijkt dat de keuze van partners in de praktijk in belangrijke mate wordt bepaald door vragen als:

- ambities van organisaties en bedrijven (voor zover bekend);
- werkzame toegang (wie kennen we?);
- capaciteiten en deskundigheden;
- goed functionerende eerste contacten.

### *Strategische samenwerking*

Van meet af aan was duidelijk dat de Calendula-keten alleen via strategische samenwerking van de grond zou kunnen komen. De partijen in de keten zijn:

- Onderzoeksinstituten zoals PRI en A&F (WUR);
- Telers van Calendula zoals Grower C (USA, Canada, Argentinië, Mexico), Grower B (Marokko), Grower D (Zambia, Tanzania, Zuid-Afrika), Grower D (Oekraïne);
- Extracteurs van olie uit zaden zoals Extracteur 1 (In de andere landen wordt nog gezocht naar geschikte extracteurs);
- Producenten van natuurverf zoals Paint Producer B en Paint Producer C;
- Producenten van harsen en bindmiddelen zoals Resin Producer B en C;
- Producenten van alkydverven zoals Paint Producer A en B.

De keten zou in theorie op een van de volgende vier manieren op gang gebracht kunnen worden:

- door PRI en A&F die als veredelaar respectievelijk onderzoekers van toepassingen de keten opzetten en regisseren;
- door bedrijven als Paint Producer A of door Paint Producer B die als eindgebruiker de keten opzetten en regisseren;

- door PRI/A&F en Paint Producer B/Paint Producer A samen, van schakel tot schakel.

De partijen aan de kop en de staart van de keten, te weten PRI/A&F en Paint Producer B/Paint Producer A zijn de partijen met de meest directe belangen in de keten. PRI/A&F willen royalties op gebruik van zaden en octrooien. Paint producer B/Paint producer A willen een marktpositie c.q. omzet in coatings op basis van natuurlijke producten. Men zou verwachten dat deze partijen de meest aangewezen partijen zijn om de keten op gang te brengen. Dat blijkt echter niet het geval. PRI/A&F missen als onderzoeksinstanties de daarvoor benodigde competenties, financiële middelen en het mandaat. Paint Producer A en Paint Producer B zijn niet in staat om de keten op gang te brengen, omdat zij de vereiste agrotechnische en agro-economische kennis en ervaring missen. Een samenwerking tussen partijen aan de kop en de staart van de keten blijkt ook moeilijk wegens de grote wederzijdse onbekendheid, de gepercipieerde risico's en het gebrek aan kennis en ervaring. De keten van schakel tot schakel opzetten lukt ook niet omdat de tussenliggende partijen 'haperen'. De telers en de extracteurs hebben te weinig belang omdat voor hen Calendula een niche gewas is en bovendien ontberen zij de industriële coatingkennis. De producent van de halffabrikaten heeft wel een direct belang, maar hem ontbreekt het aan de agrotechnische kennis. Wat uiteindelijk wel gelukt is, is een samenwerking tussen partijen op gang te brengen onder leiding van een neutrale ketenregisseur.

*De volgende bevindingen zijn gedaan bij het op gang brengen van de samenwerking* Agro-industriële ketens die ontstaan vanuit duurzaamheids- of marketingmotieven zoals de Calendula-keten hebben het generieke probleem dat biograndstoffen in de regel duurder zijn dan minerale grondstoffen. Duurzaamheidsmotieven stimuleren wel de toepassing, maar prijsverschillen werken voortdurend tegen. Dat zal pas veranderen bij olieprijsen ver boven het huidige niveau. Bij agro-industriële ketens die door regelgeving worden afgedwongen, zoals biodiesel en bio-ethanol-ketens bestaat dat probleem natuurlijk niet.

Een tweede probleem is de beschikbaarheid van biobrandstoffen. Anders dan met minerale grondstoffen, waarvoor al een wereldmarkt bestaat, kan het aanbod van biograndstoffen slechts van jaar tot jaar groeien. De snelheid van opschaling is vanwege agrotechnische risico's beperkt.

Bij het op gang brengen van de Calendula-keten, en dat geldt voor veel agro-industriële ketens, zijn er in elke schakel van de keten technische en economische problemen op te lossen. In het geval van Calendula waren dat technische problemen in de agroproductie, in de extractie, bij de productie van halffabrikaten en kwaliteitsproblemen bij de geproduceerde verfproducten. En bedrijfseconomische problemen omdat gegeven een maximale prijs voor het eindproduct (de coating), alle voorliggende schakels in de keten een prijslimiet hebben, die niet overschreden mag worden omdat anders het bedrijfseconomische rendement van de hele keten in gevaar komt.

Het oplossen van al deze technologische en bedrijfseconomische problemen vergt innovativiteit, energie en een 'lange adem'. Het ontbreekt vaak aan begrip voor elkaars problemen wat de samenwerking niet ten goede komt. Het op gang brengen van agro-industriële ketens zoals de Calendula-keten is anders dan het op gang brengen van agri-foodketens. De twee grootste verschillen zijn ten eerste het cultuurverschil tussen agropartijen en industriële partijen. Industriële partijen hebben hun productie- en kwaliteitsprocessen strak en industrieel opgezet en zijn niet gewend aan kwaliteitsverschillen ten gevolge van klimaat en weer en al helemaal niet aan oogstcycli waardoor een mislukking pas 'een jaar later hersteld kan worden en niet 'een dag later'. Het tweede verschil is dat veel agrifoodketens over vele jaren



langzaam en min of meer organisch zijn gegroeid. De industriële foodpartijen uit die ketens kennen de problemen en de cultuur van de agrosector. Bij agro-industriële ketens is die bekendheid over en weer er niet.

In agro-industriële ketens zijn partijen goed in staat om 'één schakel stroomopwaarts en één schakel stroomafwaarts' te kijken. Dat zijn immers hun leveranciers en klanten. Meer dan 'één schakel' wordt vaak al lastig, omdat men dan in geheel onbekende sectoren terecht komt. In de Calendula-keten die uit vijf tot zeven schakels bestaat, is het overzien van de hele keten door één partij vrijwel ondoenlijk. Niet omdat men dat niet zou kunnen, maar omdat het veel te ver afstaat van de corebusiness en het dagelijkse reilen en zeilen van de onderneming. Bovenstaande conclusies zijn ons inziens geldig voor praktisch alle agro-industriële ketens en derhalve relevant voor het op gang komen van de bio-based economy.

#### *Het belang van een neutrale regisseur*

In de eerste jaren is door de Calendula-keten-partners in spé geconstateerd dat de keten ten gevolge van bovenstaande oorzaken niet makkelijk op gang kwam en zeker niet in een redelijk tempo. In de loop van de tijd is daardoor de behoefte ontstaan aan een 'neutrale regisseur' die min of meer boven de partijen staat en 'vaart' in het proces van ketenvorming kan brengen. De rol van regisseur is gevraagd vanuit een aantal overwegingen:

- het ontbreken van een direct belang in één van de schakels van de keten;
- bekendheid met het opzetten en het organiseren van ketens en netwerken;
- bekendheid met agroproductiegebieden (zoals Marokko, het land waar grootschalige teelt het eerst op gang is gebracht).

#### *De rol van de regisseur is vijfvoudig:*

- *De eerste rol betreft het hanteren van inkomens en machtsverschillen.*

De Calendula-keten is net zoals veel agro-industriële ketens een keten waarin niet één partij domineert. Dit soort ketens (ook wel aangeduid als split head-tail-ketens) functioneert wezenlijk anders dan ketens waarin één partij dominant is, zoals bijvoorbeeld Volkswagen in haar automobielketen, Albert Heijn in haar agrifoodketen en Ikea in haar meubelketen. In ketens waarin géén van de partijen dominant is, streven ketenpartners naar het maximaliseren van *eigen* inkomsten en het vergroten van *eigen* macht. Inkomsten en gepercipieerde macht van de andere ketenpartijen, zijn als het ware constraints voor eigen handelen. Men taxeert met welk inkomen en met welke macht de andere partijen waarschijnlijk tevreden zullen zijn en maximaliseert binnen die constraints de eigen inkomsten en invloed. De zaadveredelaar streeft naar zo hoog mogelijke royalties, de teler naar zo hoog mogelijke zaadprijzen, de extracteur naar maximale extractieopbrengsten, de harsproducent naar zo hoog mogelijke harsprijzen en de verffabrikant naar marktconforme verfprijzen. Als elke partij zijn belang maximaliseert, is het eindproduct, de verf, onverkoopbaar wegens te hoge prijzen en komt derhalve de keten niet van de grond. De rol van de regisseur is vanuit zijn overzicht over de hele keten aan partijen duidelijk maken dat er grenzen zitten aan inkomsten en macht van elke partij, wil de keten überhaupt van de grond komen. Dat vereist inzicht in de technische en bedrijfseconomische aspecten en het vraagt het vertrouwen van alle ketenpartijen.

- *De tweede rol is het formuleren en uitdragen van de ketenstrategie.*

De concurrentie gaat in keten-georganiseerde productie niet tussen bedrijven, maar tussen ketens als geheel. Daarbij hoort een ketenstrategie waarin zaken worden geregeld en keuzes worden gemaakt. Bijvoorbeeld met betrekking tot: typen eindproducten, typen tussenproducten, productielocaties en productielanden, onderzoek en intellectual properties (IP), communicatie, financiering, risicobeheersing enz. De rol van de ketenregisseur is de ketenstrategie vormgeven, tezamen met de ketenpartners.

- *De derde rol is het organiseren en het structureren van de keten.*

Om een keten van de grond te krijgen moeten er veel afspraken, procedures en protocollen worden gemaakt. Daarbij gaat het vooral om volume-afspraken, kwaliteitsafspraken en logistieke afspraken. Maar er zijn ook tal van juridische aspecten en overheidsbepalingen waarmee rekening moet worden gehouden.

- *De vierde rol is het verzorgen van de systemen nodig voor het functioneren van de keten.*

Hierbij gaat het vooral om ICT-aspecten. In de Calendula-keten wordt er bijvoorbeeld een teelt database ingericht en worden er systemen ontwikkeld om teelten op afstand te kunnen volgen. Ook zijn ICT-systemen nodig om de kwaliteit in de hele keten te kunnen waarborgen.

- *De vijfde rol is het hanteerbaar maken van cultuurverschillen.*

Daarbij gaat het om het hanteren van cultuurverschillen tussen partijen in de keten: de cultuur van lokaal werkende boerenbedrijven is wezenlijk anders dan die van internationale coatingbedrijven.

#### *Vergelijking met andere agro-industriële ketens*

Het unieke van de Calendula-case in vergelijking met bestaande agro-industriële ketens van palmolie en soja-olie is het feit dat de Calendula-case uitsluitend op industriële toepassingen is gericht, terwijl de palm- en soja-olieketens allereerst op de voedselolietoepassingen zijn gericht en pas als afgeleide daarvan ook op industriële toepassingen. Bij beide ketens is ook van belang dat de reststromen tot waarde moeten worden gebracht om tot een rendabele keten te komen: het sojameel (als eiwitbron voor mens en dier) en palmpitmeel (als diervoeder). Door de voedseltoepassingen zijn deze ketens qua volume heel groot. Echter, ook voor deze ketens geldt dat ze indertijd een ketenontwikkeling nodig hebben gehad om de huidige omvang te bereiken. Deze twee gewassen hebben een veel oudere geschiedenis dan Calendula. Soja wordt in Azië al duizenden jaren geteeld, maar is pas in de jaren '30 van de twintigste eeuw in de Verenigde Staten geïntroduceerd. Het duurde tot in de jaren '40 voordat een groot landbouwareaal in de Verenigde Staten werd bereikt. De VS-overheid heeft een belangrijke rol gespeeld in de toenmalige introductie van soja. Palmolie is afkomstig van een oorspronkelijk uit West-Afrika afkomstig palmsoort (*Elais guineensis*). In de negentiende eeuw was palmolie een belangrijk exportproduct van West-Afrika. Pas in de jaren '60 tot '70 van de twintigste eeuw is palmolieproductie in landen als Maleisië sterk opgekomen. De Maleisische overheid heeft deze ontwikkeling krachtig gestimuleerd.

Research en ontwikkeling spelen een belangrijke rol bij het versterken en het in stand houden van de kracht van de soja- en palmolieketen. Een doorslaggevende rol wordt hierin gespeeld door 'commodity board' (in Nederland spelen 'productschappen' een vergelijkbare rol): de Malaysian Palm Oil Board en de American Soybean Association en Product Boards. Deze zorgen voor een continue vernieuwing in de productie en toepassingen van deze oliën.

#### *Wetenschappelijke verantwoording*

In geval van nieuwe producten, in het bijzonder op het gebied van bio-based economy, moeten nieuwe ketens worden gevormd. Dit proces kent bijzondere dynamieken, die worden beschreven in een wetenschappelijk artikel dat in het kader van het TAG-project is uitgebracht:

*Designing Collaboration in Chains: A qualitative process for early phase chain development (De Man & Van Waes, 2007)*

In dit artikel, op basis van ervaringen in het Calendula-project en met toepassing van wetenschappelijke organisatie-theoretische principes, worden belangrijke verschillen belicht tussen bestaande en nieuwe productieketens, alsmede hoe en met welke factoren rekening dient te worden gehouden bij het ontwikkelen van nieuwe (internationale) ketens.

A focus on new chains is empirically relevant, in particular around environmentally friendly technologies. Bio-based technologies like biofuels require new chains to be set up. Similarly, hydrogen technologies can not be brought to the market via existing chains. Even though having a technology available is a necessary condition for a chain to start, it is not a sufficient condition. Creating the correct organizational mechanisms between the multitude of players involved in a chain requires thorough attention (Jones, et al., 1997; Trienekens, 1999).

Designing a new chain is conceptually different in four ways from optimizing existing supply chains which have developed gradually over a number of years (see table 1). First, relational uncertainty (Das and Teng, 1998) is higher in new chains. In existing chains partners know each other, whereas in new chains partners are unfamiliar with each other. Finding and selecting partners is therefore an important issue in new chains (De Man, 2004). In new chains the composition of the chain may not even be clear in terms of types of partners, i.e. what competencies partners should possess to contribute to the chain. It may be possible that new types of partners are found to be necessary in the course of the chain development. New relevant areas of knowledge require new partners.

Third, in existing chains a certain basic level of trust tends to be present. Partners have engaged in transactions repeatedly over a longer period of time and therefore they know what to expect (Gulati, 1999). Having built up a trustworthy reputation, they know that free-riding or cheating in the chain is detrimental to their business (Dyer and Nobeoka, 2000). As their other partners know they know this, a basis for collaboration tends to be in place built on trust that makes it more effective. In new chains relationship building is still in its infancy and no trusting relationship based on an acquired reputation has been able to develop yet.

Finally existing chains tend to face less market uncertainty (Das and Teng, 1998) than new chains. As a consequence the risk-return trade-off partners face by participating in a new chain is highly uncertain. This makes it difficult to get a chain started: when the revenues are clear upfront, companies are convinced more easily to participate.

Table 1: Differences between existing and new chains

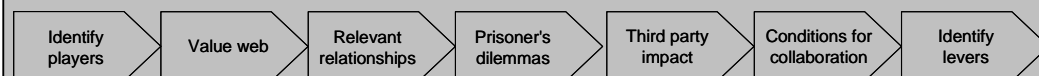
Existing chain	New chain
Low relational uncertainty	High relational uncertainty
Relevant knowledge areas are known	Relevant knowledge areas are unknown
Trust has been built	Trust is not built yet
Low uncertainty about market	High uncertainty about market

The combination of business uncertainty and relational uncertainty is challenging in bilateral alliances (Das and Teng, 1998). In a chain involving multiple participants it will be an even more daunting task to overcome the barriers this creates. The paradox is that new chains require more trust between partners to cope with uncertain markets, but that this trust is absent precisely because the chain is new and hence the partners have no trust-building history between them.

A process for early phase chain design

For the purpose of building chains in the early phases, a seven step process can be defined (see figure 1). The process is tested in the case of the design of chain for a new bio-based oil gathered from the seeds of the calendula flower.

Figure 1: Steps for the early phases of chain design



The steps are:

Identification of the existing and expected players for the chain that is under development. A key decision here is which players to incorporate. For example a prospective partner may have many other partners already in different areas that are competitive to the new chain being set up. Should these be incorporated in the analysis or not? There is unfortunately no hard criterion that helps to decide who to incorporate. The expected impact of the player on the chain is the only guideline. This demarcation problem is especially relevant in open chains and networks that allow many partners in.

2. Analyze the expected relationships in a value web (Tapscott et al., 2000). This requires an understanding of the value that flows between partners. This value is more than monetary. Information and knowledge flows should be incorporated in the analysis as well. Reputation effects, which may occur because collaboration with a certain partner may improve or destroy a reputation, are relevant too.
3. Identify the relationships for which the choice to collaborate or to enter into a supply relationship is relevant. In a chain that is not yet existing this is a relevant question. The type of relationship with individual partners is still unclear. Partners however may perform an important function in a chain, without them being involved in a complex organizational arrangement. Simple supply relationships for example are important, but when services or products can be bought on the market, no complex relationship is required with parties offering them. Other relationships may require higher levels of integration.
4. For these relationships: develop a prisoners' dilemma table, focusing on both quantitative and qualitative payoffs. This step follows the classical prisoners' dilemma approach of using two by two tables, focusing on the intent of collaborating (or not) of the two partners involved. Payoffs need to be described in the table, based on the value flows identified in step 2. The focus on two partners of the chain is a limit to the analysis (for further details see box 1 later in this paper). To remedy this, step 5 is required.
5. Identify the third party impact. Third party impact is the effect other players in the chain may have on a relationship. This step is necessary to alleviate part of the disadvantage that the prisoners' dilemma's focus on bilateral relationships does not fit with the multilateral nature of chains. For each of the other partners in the value web the question needs to be asked how that partner influences the relationships analyzed in step 4.
6. Define the conditions that lead companies to collaborate or not. Based on steps 4 and 5, the conditions can be formulated under which both partners will want to collaborate, one of the partners will want to collaborate or neither of them will want to collaborate.
7. Identify levers that may change the payoffs, third party impact or conditions. The final step involves looking at possibilities for influencing the payoffs of the partners in order to increase (or decrease) their inclination to collaborate.

Het volledige artikel wordt waarschijnlijk gepubliceerd in "Chain-Science International".

Een van de resultaten van het TAG-project is, dat besloten is tot de oprichting van een organisatie die tot doel heeft de ontwikkeling van de Calendula-productieketen te regisseren en - in het bijzonder - een geldstroom te ontwikkelen die ten goede komt aan de inbrengers van kennis in dit bedrijf en in de keten.

### 3. Leerervaringen

Betreffende de ontwikkeling van (internationale) agro-industriële ketens zijn de lessen geïntegreerd in het voorgaande verslag en het wetenschappelijke artikel.

De overige leerervaringen die in het Calendula-project zijn opgedaan zijn talrijk en gevarieerd. Zij betreffen de range van aanloop tot het project tot en met de marketing van eindproducten.

*Inhoudelijke interactie tussen ketenpartners en veredelaars is essentieel voor het slagen van een keteninnovatie.*

*Realisatie van de technische haalbaarheid van nieuwe ketens is een onderwerp dat veel aandacht en middelen vraagt in alle schakels: veredeling, agronomie, extractie, chemische conversie én eindtoepassing. In de Calendula-case was een aantal zaken van het grootste belang om dit zeker te stellen.*

*Vertrouwen tussen ketenpartners.* Technische ontwikkeling is vaak kostbaar en de baten komen pas na enkele jaren van investeren in ontwikkeling. Vaak is de timing van investering in technische ontwikkeling niet voor alle ketenschakels gelijk, sommige schakels moeten eerder investeren dan andere. De ervaringen in de ontwikkeling van de Calendula-keten leren dat alle ketenschakels moeten zien van elkaar dat men investeert in de ontwikkeling. Zodra er onzekerheid dreigt over de vraag of de investering in een bepaalde ketenschakel wel gedaan zal worden, wordt het risico voor de andere ketenschakel sterk vergroot op het mislukken van de totale keteninnovatie.

*Verlaging van risico's en stimulering van innovatie in samenwerkingsverbanden door middel van onderzoeksubsidies.* Veel partijen zouden zonder overheidssteun voor onderzoek en ontwikkeling de innovatie richting een Calendula-keten te risicovol hebben gevonden. Gedurende de ontwikkelingsperiode van 1990 tot 2007, was er net na 2001 ongeveer 1,5 jaar geen enkele overheidssteun voor de R&D in Calendula. PRI en Regisseur hebben in die tijd de ontwikkeling als enige twee partijen voortgezet en hebben toen de innovatiepartnership opnieuw ontworpen en dit is gebeurd met eigen middelen. Voor PRI was dit ook zonder inzet van LNV-programmafinanciering, maar uit inkomsten uit bijvoorbeeld licenties op rassen van hele andere gewassen. In deze periode was het afbreukrisico zeer groot. Op een ander moment, vlak voor het starten van het Transforum Agro & Groen project Calendula, heeft een korte financiële ondersteuning van LNV de voortgang van het innovatietraject gered. Zonder deze steun zouden de twee partners op dat moment risicofinanciering in de markt hebben moeten zoeken, hetgeen waarschijnlijk pas te laat zou zijn gelukt.

*Complementaire, maar wel flexibele partnerships nodig*

Bij de ontwikkeling van de Calendula-keten zijn partners gekozen op zo'n wijze dat de belangrijkste posities in de keten 'afgedekt' waren en zo min mogelijk concurrenten in de partnership betrokken waren. Aanvankelijk was het noodzakelijk dat niet meer dan één partner voor één positie in de keten betrokken was bij de ketenontwikkeling, omdat concurrentieoverwegingen zouden leiden tot verminderde betrokkenheid. Echter, dit bleek later grote risico's op te leveren in de ketenontwikkeling die invloed hadden - ook in technisch zin - op innovatieontwikkeling op andere plaatsen in de keten. Een aantal knelpunten was het gevolg van het feit dat partners zich op een bepaald moment terugtrokken uit de ontwikkeling (bijv. Resin Producer A nadat hun octrooi niet voldoende bleek te werken, Grower A na een managementwijziging). De tijd die nodig is om vervolgens nieuwe partners te vinden, die ook weer moeten leren omgaan met Calendula en

Calendula-olie leidt tot grote vertraging in de ontwikkeling. In de huidige fase zijn meerdere partners voor één ketenpositie geselecteerd.

Onze aanbeveling bij ketenontwikkeling (zeker internationaal, omdat het vinden van een buitenlandse partner nog moeilijker is dan het vinden van een Nederlands partner) is om voor elke positie in de keten toch meer dan één partner op te nemen in de partnership. Daarbij zijn afspraken nodig om dit voor die beide partners ook veilig te maken. Dit kan bijvoorbeeld door partners te kiezen in verschillende teeltgebieden die elkaar niet direct beconcurreren en door afspraken over af te nemen hoeveelheden (bijvoorbeeld elk 50%).

Intussen zijn in de ketenontwikkeling voor vrijwel alle schakels meerdere partijen toegetreden. Deze zijn vooral regionaal (in verschillende landen) gescheiden, waardoor een aantal regionale clusters ontstaat voor teelt en verwerking. Voor zowel de internationale ketenregie en de plantenveredeling is telkens maar één partner aanwezig (Calendula Oil bv en PRI). Dit lijkt een voorwaarde voor de ketenontwikkeling te zijn. Als er nu al een alternatief voor ketenregie en veredeling zouden ontstaan, zou het perspectief voor beide ketens verslechteren en zou het waarschijnlijk onder een minimumniveau van rentabiliteit zakken. In de huidige keten, kunnen de ketenregisseur (vanwege de ontwikkelde relaties in het netwerk van de Calendula-keten) en PRI (vanwege het kwekersrecht op de beste Calendula-rassen ter wereld) de hele keten het vertrouwen geven dat ketenschakels beloond zullen worden voor hun eigen innovatie-inspanning voor de keten.

#### *Personen als dragers van het innovatieproces zijn nodig voor een succesvolle innovatie*

Bij lange innovatieduur zijn er partijen en vooral mensen nodig die het als hun persoonlijke doel en verantwoordelijkheid zien om de innovatie door te zetten. In de Calendula-case waren PRI en Regisseur de organisaties die in cruciale fasen de Calendula-case hebben voortgezet, maar meer nog was de persoonlijke betrokkenheid van de individuele projectleiders van PRI en Regisseur van belang. Deze mensen en organisaties deden dit minder uit een direct economisch belang, maar uit een persoonlijke ambitie om een biobased keten (met Calendula) op te zetten. Factoren als de potentiële verbetering van de milieuvriendelijkheid van verf, de verbetering van de gezondheid van professionele schilders en de mogelijkheid om te excelleren in het opzetten van innovatie, speelden minstens zo een grote rol in het ontstaan en het volhouden van een ambitie om zich bezig te houden met innovatie.

#### *Implementatie en communicatie in internationale ketens*

Op dit punt hebben we gemerkt dat het onvoldoende is om alleen oplossingen te realiseren van technische knelpunten. Na het ontwikkelen van rassen, extractieprocedures of eindtoepassingen is een proces van implementatie in de praktijk nodig, waarbij nieuwe spelers zoals boeren en chemische bedrijven zelf alle in's en out's van een nieuw gewas en van een nieuwe grondstof moeten leren kennen. Bij internationale ketens waarbij de teeltgebieden ver af liggen van de kennisontwikkelaars spelen ruimtelijke afstand, maar ook opleidingsverschillen en culturele verschillen een belangrijke rol. Deze leiden tot een scherpere noodzaak tot frequente communicatie, terwijl de ruimtelijke afstand dit bemoeilijkt. Interessant is dat deze communicatie veel makkelijker verloopt als er goede elektronische communicatie mogelijk is. Breedbandinternet is in Nederland heel gewoon en daardoor is het heel makkelijk om foto's uit te wisselen van teeltsituaties en kan men zelfs demonstratievideo's laten zien aan elkaar. Het is aanbevelingswaardig om bij keteninnovaties in internationaal verband te bezien hoe zulke elektronische communicatie optimaal kan worden ingezet.

Deze twee ketenpartijen zijn ook de enigen die een volledige internationale rol hebben; de andere ketenpartijen hebben een meer regionale rol (bijvoorbeeld in

Verenigde Staten of in Canada of in Marokko of in Europa, maar niet in meer dan één van deze gebieden). Daarmee vormen de ketenregisseur en de veredelaar een sleutelrol in de innovatieontwikkeling van de Calendula-keten. De ketenregisseur en de veredelaar erkennen elkaars sleutelrol hierin en hebben ook zakelijke afspraken gemaakt om gezamenlijk de exploitatie van de Calendula-keten ter hand te nemen.

#### *Leerervaringen in de landbouwproductie: experimenteren*

Bij het opzetten van teelt voor nieuwe gewassen is in de Calendula-ketenontwikkeling gebleken dat boeren het nodig hebben om 'hands on' ervaring met het nieuwe gewas op te doen. Het beschikbaar hebben van een goede handleiding is essentieel, maar elke nieuwe regio, bodemsoort, weersituatie vraagt om een specifieke aanpak. De beste aanpak wordt vaak pas gevonden na enkele jaren telen. Een boer heeft maar één kans gedurende een groeiseizoen om experimenten te starten en moet dan een groeiseizoen wachten voordat er feedback is om de aanpak te optimaliseren. Het inzetten van adviseurs uit onderzoekorganisaties die al lang ervaring hebben met het gewas, blijkt erg belangrijk. Die moeten dan ter plekke op de juiste momenten overleggen met boeren. Moderne communicatiemiddelen (foto's over internet sturen) helpen erg om een goed advies te kunnen geven. In veel regio's zijn boeren nog in de leercurve en zij hebben nog niet de maximale potentie van het gewas bereikt. Daar waar onder optimale omstandigheden PRI met de eigen rassen opbrengsten haalt van 2000 kg zaad/ha. en 400 kg olie/ha., halen boeren in hun eerste teeltjaar met hetzelfde materiaal soms maar een kwart van die opbrengst door allerlei oorzaken. Meestal door onervarenheid met het gewas.

#### *Technische leerpunten rond agronomie*

- bij een te grote onkruiddruk is de beschikbaarheid van een post-emergence (voor na de opkomst van het gewas) herbicide essentieel voor een goede productie; tijdig starten met de selectie van geschikte herbiciden is van groot belang, ook omdat toelating voor een specifieke teelt tijd kost (en geld);
- zaaizaadapparatuur moet voldoende geavanceerd zijn;
- boeren moeten voldoende eigen initiatief tonen om in de eigen teelt een maximaal resultaat te halen;
- bij de eerste teelten met een nieuw gewas in de praktijk verlangen boeren een grote mate van zekerheid omtrent inkomsten. Dit betekent dat vaak een hoge vaste vergoeding moet worden gegeven en maar een klein deel op basis van de prestatie van de boer (opbrengst) kan worden afgerekend. Omdat outputmanagement in het begin niet mogelijk is, is er een grotere noodzaak tot inputmanagement: dus controle of een boer de voorgeschreven teeltwijze ook hanteert.

#### *Het belang van beschermbaar intellectueel eigendom voor de ketenontwikkeling*

Bescherming van intellectueel eigendom is van essentieel belang gebleken in de ketenontwikkeling van Calendula. Het uitstappen van sommige partners was een aantal keren een direct gevolg van het feit dat die partij geen goede intellectuele eigendomspositie kon opbouwen of die verloor (bijv. Resin Producer A met het methylesteroctrooi). Het verkrijgen van intellectueel eigendom kan een basis zijn om een positie als ketenregisseur te bemachtigen. In de Calendula-keten was PRI de partij die als eerste intellectueel eigendom heeft ontwikkeld en beschermd via het EU-kwekersrecht. In toenemende mate is nu de ontwikkeling van toepassingen van Calendula-olie door diverse partijen opgestart. Als aanjager daarvoor heeft een kennisinstelling opgetreden (A&F, WUR), maar steeds meer R&D-laboratoria van bedrijven zijn nu toepassingen voor Calendula-olie aan het ontwikkelen. In principe zou een portfolio van (beschermd) toepassingen van Calendula-olie dezelfde rol kunnen vervullen richting ketenontwikkeling als een portfolio van beschermd uitgangsmateriaal. Voor een ketenregisseur van internationale ketens is het van het grootste belang om ketenpartners te identificeren die zulk beschermd intellectueel eigendom kunnen ontwikkelen en die aan zich te binden om de ketenontwikkeling te bevorderen.

Nederland heeft grote kansen om als kenniseconomie kansen te ontwikkelen met op landbouwgrondstoffen gebaseerde internationale ketens. Als ketenregisseur kan Nederland kennis toevoegen aan productieketens. Bij op landbouwgrondstoffen gebaseerde internationale biobased productieketens kan Nederland zijn sterke positie in de landbouw, plantenveredeling en de chemie uitbuiten, omdat via beide het mogelijk is via beschermbaar intellectueel eigendom een sleutelpositie te verkrijgen. De ketenregierol is daarbij zeer goed te combineren voor Nederland met de rol van kennisontwikkeling. De rol van de Nederlandse landbouw verandert hierdoor: wellicht wordt Nederlandse landbouw meer en meer ingezet om landbouwproductiesystemen uit te testen en om zaaizaad te produceren, met andere woorden landbouwproducten met ingebakken kennis te verkopen en vervolgens met de grondstoffen een chemische industrie uit te baten op basis van eigen toepassingsoctrooien. Een strategische alliantie tussen de partij die beschermbaar uitgangsmateriaal ontwikkelt, en de partij die beschermbare toepassingen ontwikkelt kan een sterke positie opbouwen.

*Meer aandacht nodig voor monitoring van alternatieve technologische oplossingen en concurrentiepositie*

In de eerste jaren van de ketenontwikkeling is onderzoek en ontwikkeling zeer belangrijk. Gezien de grotere maatschappelijke voordelen en risico's in deze fase, is ondersteuning uit publieke middelen noodzakelijk. In de eerste jaren van de commercialisatie is publieke ondersteuning nog steeds wenselijk, maar in de praktijk wegens regels rond staatssteun niet eenvoudig. Een van de eerste zaken die bij commercialisatie nodig zijn is risicodragend kapitaal. In de Calendula-case is dit afkomstig van de ontwikkelende partners, maar ook van een toegetreden Venture Capitalist. Dergelijke investeerders kunnen in meerdere in dergelijke risicovollere startups investeren en daardoor risico's spreiden. De inzet van een professionele partij (zoals Regisseur) was zeer gunstig in het professioneel voorbereiden van businessplannen.

De investeringen zijn nodig, omdat in het begin meer kosten gemaakt worden dan er baten zijn, omdat de productie opgeschaald moet worden. Bij het opschalen van landbouwproductie zijn er twee zaken die de snelheid bepalen: 1) zaaizaadproductie en 2) snelheid waarmee nieuwe boeren het gewas leren telen. Beide samen maken dat de snelheid van de opbouw van het areaal beperkt is; een vergroting van het areaal met een factor 5 tot 10 per jaar is wel het maximum.

*De beginfase van commercialisatie: het belang van risicodragende investeringen en launching customers*

In de Calendula-case zijn voor verschillende toepassingen verschillende launching customers bereid gevonden om een afnamegarantie te geven. Op deze basis is het veel minder riskant om kosten te maken bij de productie van olie. Echter, er is een risico dat de launching customer ontevreden wordt als het tempo waarmee geleverd kan worden, tegenvalt. In de Calendula-case is dit één keer voorgekomen, toen in Marokko door hagelschade een voor de launching customer bedoelde teelt verloren ging. Het is van belang om de launching customer sterk te betrekken bij het hele proces en te laten zien waar de kansen en risico's liggen om teleurstellingen te voorkomen.



#### **4. Participanten**

Deelnemende bedrijven

- Calendula Oil bv, Wageningen NL. Een nieuwe onderneming welke is opgericht in december 2006 naar aanleiding van de positieve resultaten welke behaald zijn in het traject dat gesponsord is door TAG.
- Agropros, Casablanca MA. Een agrarische onderneming welke de contractteelten van calendula regelt in Marokko.
- Lesieur Cristal, Casablanca MA. Een grote olie-extractie onderneming die de in Marokko geproduceerde zaden zal crushen.
- Oleon, Oelegem België. Een producent van harsen voor de verf en inkt industrie die reactieve verdunners zal produceren op basis van calendula olie.
- Van Wijhe, Zwolle NL. Een producent van alkydverven die de reactieve verdunner van Oleon zal verwerken in haar verfproducten.
- Biopin, Wilhelmshafen D. Een producent van natuurverven die calendula olie wil inzetten als vervanger voor Tung olie.

Bedrijven die wel hebben meegedaan maar in de loop van het traject zijn afgehaakt.

- DSM Resins, Zwolle NL. Een producent van harsen voor de verf en inkt industrie. DSM heeft halverwege het traject haar reseach activiteiten verlegd naar watergedragen systemen en is uit het consortium gestapt.
- Nuplex Resins, Bergen op Zoom NL. Een producent van harsen voor de verf en inkt industrie. Nuplex heeft conventionele harsen geproduceerd op basis van calendula olie (dus geen reactieve verdunners). Deze harsen leverden te weinig toegevoegde waarde ten opzichte van de harsen op basis van lijn olie en soja olie.

De kennisinstellingen die hebben mee gedaan.

- PRI Wageningen NL. Veredelingsonderzoek aan calendula.
- AFSG Wageningen NL. Research op het gebied van reactieve verdunners op basis van calendula olie.
- TU Eindhoven NL. Onderzoek op het gebied van ketenvorming. Professor A.P. de Man heeft dit werk uitgevoerd. Na zijn vertrek bij TUE heeft hij dit werk onder eigen naam voortgezet (vooraf geaccordeerd met TAG)

#### **5. Uit deze publicatie**

Uit deze publicatie mag vrij geciteerd worden, onder voorwaarde van bronvermelding (projectnaam, Transforum Agro en Groen, auteurs)

#### **6. Overzicht financiële bijdragen**

Deze wordt verstrekt bij de eindafrekening