

TUNGOLIE

December 1998



SIGNE: L28-167
EX. NO: B
MLV:

Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO)

962028

Referaat

Tungolie

Sengers, H.H.W.J.M. en A.C. Koster

Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), 1998

Onderzoekverslag 167

ISBN 90-5242-463-2

113 p., tab., fig.

De beschrijving van de tungolieketen vormt een onderdeel van het Agro Keten Kennis-project "Hernieuwbare grondstoffen" getiteld Calendula (projectnummer: AK-96.066). Dit project is gericht op de ontwikkeling van een nieuw gewas in Nederland: *Calendula officinalis*. De belangrijkste reden voor deze ontwikkeling zijn de sterk fluctuerende beschikbaarheid en prijs van tungolie. De beschrijving geeft een beeld van de totstandkoming van deze fluctuaties en de kwaliteitsverschillen in tungolie tussen de belangrijkste productielanden: China, Paraguay, Argentinië, Brazilië en de Verenigde Staten van Amerika. Het omvat de tungnotenproductie, -handel en -toepassingen. De verzamelde informatie wordt gebruikt bij de verdere opbouw van de Calendula-olieketen.

Tungolie/Chinese houtolie/Chinese wood oil/Aleurites-olie/*A. fordii*/*A. montana*/ α -eleostearinezuur/ketenbeschrijving/China/Sichuan/Daxian/Xuanhan/Shiti/Baozi/Argentinië/Misiones/Paraguay/Itapúa/Brazilië/Rio Grande do Sul/Calendula/Goudsbloem.

INHOUD

	Blz.
WOORD VOORAF	7
SAMENVATTING	9
1. INLEIDING	15
1.1 Inleiding	15
1.2 Doelstelling	15
1.3 Opbouw	16
2. AGRONOMIE	17
2.1 Tung algemeen	17
2.2 Tungplantages	18
2.2.1 Plantagetypen	18
2.2.2 Levenscyclus	19
2.3 Opbrengstfactoren	19
2.3.1 Kwalitatieve relatie tussen bepalende factoren, opbrengst- en termijneffect	20
2.4 Reductie-effect van bepalende factoren	21
2.4.1 Klimaat	21
2.4.2 Grondsoort	21
2.4.3 Bemesting	22
2.4.4 Mechanisatie: planten en oogsten	22
2.4.5 Ziekten en plagen	23
2.5 Beschrijving van de bepalende factoren	23
2.5.1 Klimaat	23
2.5.2 Grondsoort	25
2.5.3 Bemesting per plantagetype	25
2.5.4 Oogstmethoden	26
2.5.5 Ziekten en plagen	27
2.5.6 "Meerjarige opbrengstcycli"	28
2.5.7 Olieopbrengst	28
2.5.8 Luchtverontreiniging	29
3. MONDIALE TUNGPRODUCTIE	31
3.1 Mondiale tungproductie algemeen	31
3.2 China	34
3.2.1 Ontwikkeling tungteelt in China	34
3.2.2 Integratie landbouw, bosbouw en veeteelt	34
3.2.3 Huidige tungproductie	36
3.2.4 Invloed productiebepalende factoren	43
3.2.5 Perspectief	45

	Blz.
3.3 Zuid-Amerika	47
3.3.1 Ontwikkeling tungteelt in Zuid-Amerika	47
3.3.2 Paraguay	48
3.3.3 Argentinië	49
3.3.4 Brazilië	51
3.3.5 Invloed productiebepalende factoren in Zuid-Amerika	51
3.3.6 Perspectief tungteelt in Zuid-Amerika	52
3.4 Verenigde Staten	53
3.4.1 Ontwikkeling tungteelt	53
3.4.2 Huidige tungproductie	56
3.4.3 Invloed productiebepalende factoren	58
3.4.4 Perspectief	59
3.5 Discussie	59
3.6 Conclusie	60
4. TUNGOLIEHANDEL	63
4.1 Algemeen	63
4.2 Mondiale tungexport	63
4.3 Import EU en Nederland	65
4.4 Politieke factoren: Internationaal	65
4.4.1 Vrijhandelsgebieden: Mercosur	65
4.4.2 Liberalisatie Chinese economie	66
4.5 Politieke factoren: Nationaal	67
4.5.1 Findley's Termination Bill	67
4.5.2 "1985 Farm Bill"	67
4.5.3 "Clean Air Act"	68
4.6 Prijsstelling	68
4.7 Conclusie	71
5. TOEPASSINGEN VAN TUNGOLIE	73
5.1 Algemeen	73
5.2 De tungolie karakteristieken	73
5.2.1 Chemische en fysische eigenschappen	74
5.2.2 Oliekwaliteit	75
5.3 Schrootkarakteristieken en -toepassing	76
5.4 Toepassingen	76
5.4.1 Verven en coatings	77
5.4.1.1 Nationale en Europese regelgeving Vluchtige Organische Stoffen (VOS) (Alblas, 1997)	79
5.4.1.2 Ontwikkeling verftechnologie (Kolk, 1997)	80
5.4.1.3 "High solids"	81
5.4.1.4 Jachtlak	81
5.4.1.5 Bootverf	81
5.4.1.6 Betonverf	81
5.4.1.7 Roestpreventiecoating	82

	Blz.
5.4.1.8 Reactief verdunner	82
5.4.1.9 Natuurverven	82
5.4.1.9.1 Impregneermiddel	82
5.4.1.9.2 Wassen	83
5.4.1.9.3 Beitsen	83
5.4.1.9.4 Lakken	83
5.4.2 Drukinkten	84
5.4.2.1 Lithografische inkt voor zeep- en detergentverpakking	85
5.4.2.2 Overdrukvernissen	86
5.4.2.3 Metallische inkten	86
5.4.3 Laminaat	86
5.4.4 Bescherming kunststoffen	86
5.4.5 Vloerbedekking	87
5.4.6 Textiel	87
5.4.7 Verlichting	87
5.4.8 Constructie van houtvezelplaat	87
5.4.9 Leerconservering	87
5.4.10 Remblokjes	88
5.5 Conclusie	88
LITERATUUR	89
BIJLAGEN	95
1. Botanische karakteristieken	96
2. Overzicht van de verspreiding α -eleostearinezuur in de natuur in procenten (literatuur 1955-1994)	97
3. De tungcyclus	99
4. Bemestingsanalyse plantage 247 bomen per hectare	100
5. Invloed van N-gift op de opbrengst van luchtgedroogde Aleurites montane (variëteit G. 69) noten voor hegrijensysteem en oliekwaliiteit	101
6. Meest voorkomende ziekten van A. fordii en A. montana	102
7. Analyse tungvrucht in China (gewichtsprocent)	103
8. Beschrijving Daxian en Xuanhan districten	104
9. Karakteristieken van de tungteelt in China	105
10. Karakteristieken van de tungteelt in Sichuan	106
11. Karakteristieken van de tungteelt in Guizhou	107
12. Karakteristiek van de tungteelt in Itapúa, Paraguay 1996	108
13. Karakteristieken van de tungteelt in Misiones, Argentinië 1996	109
14. Karakteristieken van de tungteelt in Mississippi, VS 1996	110
15. Overzicht contacten China	111
16. Productspecificatiesheets	112
17. KWS2000 Strategie 1992-2000	113
18. Composities glansverf en emulsieverf	115

WOORD VOORAF

Dit rapport kwam tot stand in het kader van het programma Agro Keten Kennis (AKK). AKK was in het leven geroepen voor de ontwikkeling van keten-kennis en ketens. Het programma was opgebouwd uit een aantal koepelprojecten waarvan er een gericht op de ketenontwikkeling van non-food toepassingen van akkerbouwgewassen: "Hernieuwbare grondstoffen". Binnen dit koepelproject werd aandacht besteed aan de ketenontwikkeling van *Calendula officinalis*olie, goudsbloemolie, in toepassingen als harsen en "personal care"-producten.

Onderzoek naar hernieuwbare plantaardige oliën voor niet-voedingsdoeleinden is van belang vanuit meerdere invalshoeken: Milieu: het verminderen van de uitstoot van broeikasgassen; Gezondheid: het terugdringen van het gebruik van vluchtige organische stoffen (onder andere Organo Psycho Syndroom); Akkerbouwproblematiek: uitbreiding huidige bouwplan en als laatste maar zeker niet onbelangrijkste de bedrijfseconomische overwegingen: stabilisering grondstofbeschikbaarheid.

Deze rapportage is mede tot stand gekomen door de bereidwillige medewerking van velen uit de verwerkingskolom van tungnoten en -olie. Zonder deze medewerking zou het vrijwel onmogelijk zijn geweest een beschrijving te geven van de tungteelt in de productielanden. De heer Yuan Shijun van het bosbouwdepartement van de provincie Sichuan wordt bedankt voor alle voorbereidingen die door het Departement werden getroffen om de talrijke bijeenkomsten in Dachuan en Xuanhan tot een succes te laten worden.

De directeur



L.C. Zachariasse

Den Haag, december 1998

SAMENVATTING

1. Inleiding

Dit rapport is een van de twee rapporten die wordt opgeleverd door het AKK-koepelproject "Hernieuwbare grondstoffen". De doelstelling van dit koepelproject is de formatie van een nieuwe verwerkingsketen op het gewas *Calendula officinalis*. De aandacht gaat uit naar de ketenontwikkeling van *Calendula officinalis*olie (ook wel Goudsbloem-olie genoemd) in toepassingen als harsen en "personal care"-producten.

De belangrijkste drijfveer achter de ontwikkeling van *Calendula* olie is het stabiliseren van de sterk fluctuerende beschikbaarheid en prijs van tungolie. *Calendula*-olie en tungolie lijken veel op elkaar in chemische en fysische zin. Hierdoor is hun "performance" vrijwel gelijk. Deze overeenkomst leidt tot grondstofsubstitutie met als mogelijk resultaat een stabilisering van grondstofbeschikbaarheid en -prijs. Echter de kennis over de tungoliekolom is momenteel gering. Om strategische uitspraken mogelijk te maken is het van belang deze kennis te vergroten. Deze rapportage voorziet in die behoefte.

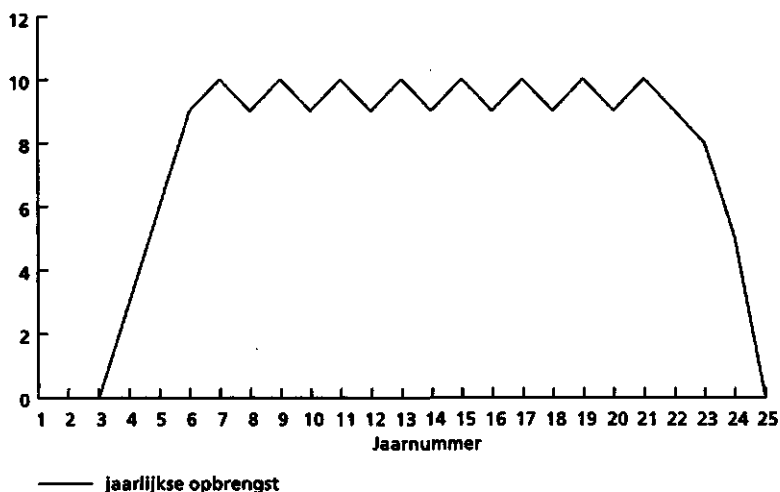
In dit rapport worden de volgende vragen beantwoord:

- Hoe komt de productie van tungolie tot stand?
- Wat zijn de productiebepalende factoren van de tungnoten teelt?
- Waar bevinden zich de productielocaties en welke productiebepalende factoren spelen er een rol?
- Wat wordt er in deze gebieden gedaan aan het voorkomen van deze factoren?
- Hoe wordt de kwaliteit van tungolie beïnvloed door de tungoliehandel?
- Wat zijn de belangrijkste toepassingen van tungolie op dit moment?

Voor de beantwoording van de vragen werd gebruikgemaakt van literatuur en van experts uit de tungolieproductie en verwerkende industrie. Om op de hoogte gesteld te worden van de huidige stand van zaken werden reizen ondernomen naar de VS en China.

2. Agronomie

Tungolie is afkomstig van de tungnoot, de vrucht van de tungboom (*Aleurites*). Er zijn een zestal tungboomsoorten bekend waarvan *Aleurites Fordii* de commercieel meest interessante is. De tungbomen worden geteeld in plantages. Een tungplantage heeft een levenscyclus zoals weergegeven in figuur 1.



Figuur 1 Schematische weergave van de tungolielcyclus

Effect op opbrengst	Termijn	
	Kort (een seizoen)	Lang (meerdere seizoenen)
Hoog	Vorst tijdens bloei Uitblijven nachtvorst Droogte tijdens vruchtvorming I Overstroming	Tropische storm III
Laag	Tweejarige opbrengstcyclus Natte oogstperiode II Ziekten	Luchtverontreiniging Bemesting Grondsoort Oogstmethode IV

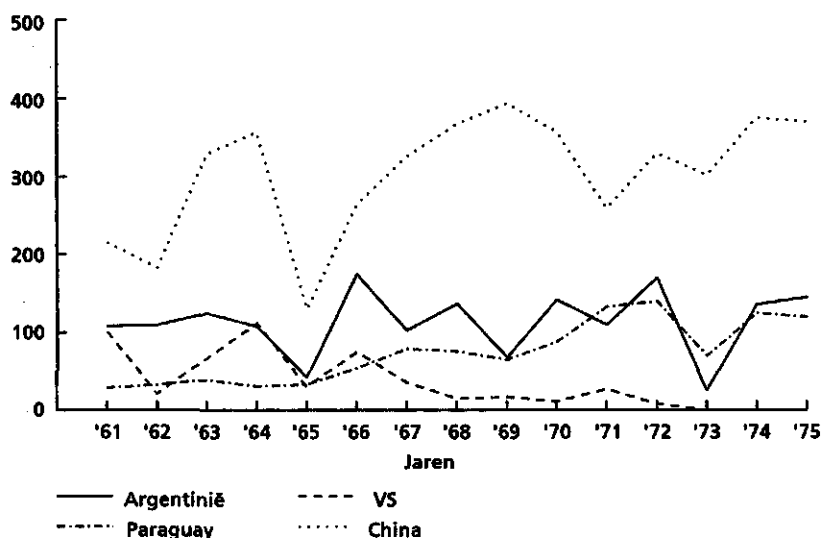
Figuur 2 Opbrengst-termijnmatrix van bepalende factoren

De productie van de plantages is de eerste drie jaren nihil. Tussen het derde en zevende jaar wordt het optimum bereikt. Onder gunstige omstandigheden wordt een stabiel optimum verkregen waarin de "tweejarige opbrengstcyclus" herkenbaar is. Na twintig jaar neemt de opbrengst door veroudering af tot nul.

Het productieniveau van tungolie wordt beïnvloed door een aantal productiebepalende factoren (figuur 2). Deze factoren veroorzaken storingen op de "optimale" productielijn van de plantagelevenscyclus. De factoren zijn: klimaat, grondsoort, bemesting, mechanisatie (planten en oogsten), ziekten en plagen, meerjarige opbrengstcycli en luchtverontreiniging. De invloed van de factoren verschillen per locatie in tijd (een- of meerjarig) en effect.

3. Landenbeschrijving

Productielocaties worden gevonden in een brede gordel over de aarde. De belangrijkste productielocaties zijn China, Paraguay, Argentinië en opnieuw in opkomst de VS. Andere minder belangrijke productielanden zijn: Brazilië, Madagascar en Malawi.



Figuur 3 Belangrijkste productielanden van tungnoten (ton)
Bron: FAO.

- Gloobaal kunnen de volgende concentratie gebieden worden aangegeven:
- Middenzuid-China: de provincies Hunan, Guangdong, Guangxi, Sichuan en Guizhou;
- Zuid-Amerikaanse tunggordel: dit gebied bestrijkt de noordelijke Argentijnse provincie Misiones, de zuidoostelijke Paraguaiaanse provincie Itapúa en de Braziliaanse provincie Rio Grande do Sul;
- de tunggordel in de VS: deze liep in de jaren zestig langs de Golf van Mexico van de staat Texas tot aan Florida. De tungproductie werd voor het grootste deel vernietigd door de tropisch storm Camille in 1969.

Op dit moment vindt er een tungrevival plaats in de staat Mississippi.

De tungproductie wordt negatief beïnvloed door een reeks van productiebepalende factoren. Het optreden van deze factoren verschilt per productiegebied. In figuur 4 wordt per locatie aangegeven wat de belangrijkste factoren zijn en op welke wijze die bestreden wordt. Uit de tabel blijkt dat alleen in de VS maatregelen worden genomen voor het terugdringen van de factoren. De belangrijkste constatering is:

China:

droogte tijdens vruchtvorming en de meerjarige opbrengstcyclus. De boeren in de productielocaties ondernemen geen activiteiten gericht op het bestrijden van de bepalende factoren

Zuid-Amerika:

vorst tijdens de bloei, uitblijven van een vorstperiode, meerjarige opbrengstcyclus, problemen met het oogsten. Er worden nauwelijks maatregelen genomen om de factoren te bestrijden. De laatste jaren treden er problemen op rondom de oogst. Dit probleem lijkt oplosbaar maar het aantrekken van tijdelijk personeel lijkt vooralsnog structureel.

Productielocatie	Productiebepalende factor	Genomen maatregelen reductie-effect
China	droogte tijdens vruchtvorming	geen
	meerjarige opbrengstcyclus	geen
	oogst: indien marktprijs acceptabel	geen
Zuid-Amerika	vorst tijdens bloei	geen
	uitblijven van vorstperiode	geen
	meerjarige opbrengstcyclus	geen
	oogst: te kort aan arbeidskracht	geen
Verenigde Staten	vorst tijdens bloei	kennis over gebruik bloei- vertragend middel
	tropische storm	geen
	meerjarige opbrengstcyclus	geen
	oogst	mechanisatie

Figuur 4 Verkorte weergave resultaten productielanden

Verenigde Staten:

vorst tijdens bloei, tropische stormen.

In de VS wordt een nieuwe teelt opgezet. Hierbij wordt alle voorhanden zijnde kennis uit het verleden ingezet. Dit is de enige productielocatie waar voortgang is geboekt bij het tungplanten en notenoogsten en het bestrijden van schade ten gevolge van vorst. Alleen het risico van een tropische storm blijft.

4. Handel

Nationale en internationale beleidsontwikkelingen spelen een rol in de tungproductie van de afgelopen decennia. Zo heeft de Verenigde Staten van Amerika via haar Nationale en internationale beleidsmaatregelen, een beslissende rol gespeeld in de tungteelt van Zuid-Amerika. Bijvoorbeeld: de handelsembargo's van de VS tegen China en de nationale wetgeving ter bescherming van de binnenlandse productie zijn een sterke stimulans geweest voor de tungontwikkeling in Zuid-Amerika. Het sojaembargo en later de totale embargo's tegen de Sovjet-Unie in combinatie met nationale wetgeving resulteerde in een sterke ontwikkeling van de Zuid-Amerikaanse sojateelt wat indirect leidde tot gewassubstitutie. De huidige ontwikkeling van een hernieuwde tungteelt in Mississippi, als reactie op de Clean Air Act, kan negatieve gevolgen hebben voor de nog resterende tungteelt in Zuid-Amerika en daarmee de export naar de westerse landen.

5. Toepassingen

Tungolie bevat als belangrijkste vetzuur α -eleostearinezuur. Dit vetzuur is verantwoordelijk voor de reactiviteit van de olie. De olie behoort tot de drogende oliën. Een drogende olie vindt toepassing in allerlei verven en inktten. Daarnaast zijn toepassingen bekend die te maken hebben met de vernettende werking zoals het waterafstotend maken van textiel. In China werd tungolie gebruikt voor de belichting in huis.

1. INLEIDING

1.1 Inleiding

De beschikbaarheid van tungolie is sterk aan fluctuaties onderhevig. Hierdoor treedt een grote schommeling op in de prijs. Deze prijschommeling is ongewenst en heeft in het verleden geleid tot productsubstitutie. Daarnaast treden schommelingen op in de kwaliteit van tungolie. Deze schommeling wordt in de bedrijfskolom het minst begrepen. In deze rapportage wordt uiteengezet welke factoren van invloed zijn op de beschikbaarheid van tungolie en kwaliteit.

Verbreding van de markt voor speciale oliën door een olie met gelijke performance als tungolie kan een stabiliserende werking hebben op de beschikbaarheid en prijs. In de ontwikkeling van bestaande, maar ook nieuwe toepassingen speelt deze stabiliteit een grote rol. Fluctuaties in beschikbaarheid, prijs en kwaliteit zoals bij tungolie, zijn beperkende factoren die de kansen van plantaardige oliën in nieuwe ontwikkelingen sterk negatief beïnvloeden. Om een indruk te krijgen van de huidige en toekomstige beschikbaarheid van tungolie is een landenbeschrijving opgenomen.

Er is over het algemeen slechts een beperkt overzicht van de tungolie wereldhandelsstromen. De bespreking van de mondiale beschikbaarheid van tungolie kan niet zonder kennis over de belangrijkste tungolie vraag- en aanbodgebieden. De globale ontwikkelingen in de belangrijkste importgebieden geeft naast de informatie over de productiegebieden meer inzicht in de stromen van de verschillende kwaliteiten van tungolie.

De literatuur over toepassingen van tungolie is voor het merendeel tientallen jaren oud. Dit rapport is een "update" van de belangrijkste toepassingen. Voor de totstandkoming werden interviews afgenomen met specialisten uit de Verenigde Staten, Europa en China. Extra aandacht wordt besteed aan de grootste toepassing van tungolie in verven en inkten. Het zijn de velden waar veranderingen gaande zijn onder invloed van ARBO en milieubescherpende maatregelen.

Het rapport kan worden gebruikt als basisdocument bij de ontwikkeling van nieuwe zaadoliegewassen. Tungolie is de belangrijkste grondstof van het geconjugeerde C-18 trien: α -eleostearine. Momenteel is onderzoek gaande naar het gewas *Calendula officinalis*. De zaadolie van dit gewas bevat een hoog gehalte aan Calendulazuur, ook een C-18 geconjugerd trien.

1.2 Doelstelling

Het rapport verstrekt informatie over de bestaande productiekolom van tungolie. De belangrijkste doelstelling is identificatie van de factoren die van invloed zijn op de beschikbaarheid en prijs van tungolie. Per productieland

wordt aangegeven welke de belangrijkste ontwikkelingen zijn nu en in de toekomst. Tevens zal een updating plaatsvinden van de belangrijkste toepassingen. Deze informatie kan worden toegepast in het huidige ketenonderzoek met betrekking tot een drogende plantaardige olie.

1.3 Opbouw

Het rapport geeft een bespreking van de productiekolom van tungolie: productie, handel en huidige toepassingen.

De productie van tungnoten wordt beschreven in hoofdstuk 2 en 3. Vanwege de duidelijkheid worden eerst alle productiebepalende factoren benoemd en beschreven. Tevens wordt aangegeven op welke wijze de negatieve effecten kunnen worden geminimaliseerd. De productiekarakteristieken van de landen China, de Zuid-Amerikaanse landen Paraguay, Argentinië en Brazilië en de Verenigde Staten van Amerika komen ter sprake in hoofdstuk 4. De bespreking gaat als volgt: als eerste wordt een historisch overzicht gepresenteerd, dan volgt de stand van zaken en ten slotte wordt afgesloten met een aantal verwachtingen voor de toekomst.

Hoofdstuk vier verschaft inzicht in de handelsstromen van tungolie. Het bespreekt de factoren die van invloed zijn op deze stromen, zoals politieke maatregelen op nationaal en internationaal niveau. Ook grondstofsubstitutie, vraagveranderingen, verwachtingen over notenopbrengst, kwaliteitsverschillen in olie en technologische ontwikkelingen hebben invloed hierop.

Hoofdstuk vijf sluit het rapport af met de beschrijving van de huidige toepassingen van tungolie. De opsomming bevat de belangrijkste mondiale toepassingen. Een accent is gelegd op de toepassingen in Europa. De lijst geeft een indicatie van de mogelijkheden die tungolie biedt.

De bijlagen bevatten gegevens uit de productielanden. Deze gegevens zijn hier opgevoerd ter aanvulling op de beschrijvingen in dit rapport. Lezers die juist op zoek zijn naar gedetailleerdere informatie over productie van tung in China worden verwezen naar bijlagen 7 t/m 11 en 15.

2. AGRONOMIE

Kort: de wereldprijs van tungolie is aan sterke fluctuaties onderhevig, waarvan de belangrijkste oorzaak de wisselende beschikbaarheid is. De beschikbaarheid wordt gedomineerd door een aantal productiebepalende factoren: klimaat, grondsoort, bemesting, ziekten en oogstmethoden. Het opbrengsteffect van deze factoren is verschillend. In dit hoofdstuk zal de relatie worden belicht tussen deze factoren en de opbrengstfluctuaties, en zal worden ingegaan op de oplossingen die denkbaar zijn voor het terugdringen van deze negatieve effecten op de productie. Per productieland wordt hiermee verschillend omgegaan.

De genoemde productiebepalende factoren en de oplossingen zullen verder worden besproken in de landenbeschrijving van hoofdstuk 3.

2.1 Algemeen

Tungolie wordt geperst uit de zaden van de tungboom, die hoort tot de familie der Euphorbiaceae en tot het geslacht Aleurites. Dit geslacht bestaat uit zes soorten:

- *A. fordii*; Chinese houtolieboom ("tung yu shu", "tungoil tree", "dwarf tree");
- *A. montana* ("Mu yu shu", "Abrasin oil tree", "Chinese Wood-oil tree", "Giant tree" en "One thousand year tree");
- *A. cordata*; Japanse houtolieboom;
- *A. moluccana* ook bekend onder de naam "Belgaum walnut" en Kemiri of "Candle-nut tree";
- *A. trisperma* een boom van de Filippijnen;
- *A. luscifera*.

Hoewel de andere soorten bij lokale bevolkingsgroepen in de landen van herkomst van betekenis kunnen zijn, zijn *A. fordii* en *A. montana* internationaal van belang.

A. fordii is het meest wijd verspreid en daarmee de belangrijkste bron van de geproduceerde tungolie in de VS, de Latijns-Amerikaanse landen en het Noordelijk deel van de tungproductie regio in China. *A. montana* gedijt beter onder de klimatologische condities van Zuid-China en Afrika. De botanische verschillen tussen *A. fordii* en *A. montana* zijn niet groot (bijlage 1).

Tungolie is belangrijk vanwege de drogende eigenschap. De olie is uniek vanwege het hoge gehalte aan α -eleostearinezuur. Het vetzuur zelf is geen onbekende in de natuur. Het is breed verspreid over vele plantensoorten behorende tot een reeks van families waaronder Euphorbiaceae, Chrysobalanaceae, Cucurbitaceae en Rosaceae (bijlage 2). Daarnaast zijn tal van α -eleostearinezuur- isomeren bekend. De meest in het oog springende is Calen-

dulazuur, een belangrijk bestanddeel van de triglyceriden uit de zaadolie van *Calendula officinalis*. Vanwege de eigenschap, onder invloed van zuurstof te vernetten, is de meest voor de hand liggende toepassing in verven.

2.2 Tungplantages

De tungnoten worden geproduceerd in tungplantages. Deze plantages zijn te vinden in gebieden met veelal een subtropisch klimaat. Per land zijn factoren te benoemen die invloed uitoefenen op de plantageopbrengst. De invloed van deze factoren verschilt sterk per land. Beschrijving van de productiebepalende factoren is noodzakelijk om de opbrengst verschillen per land te kunnen analyseren. In dit hoofdstuk zullen de opbrengstbepalende factoren worden beschreven die te maken hebben met de opbrengst van tung, hiertoe behoren de verschillende plantagetypen, de identificatie en beschrijving van de bepalende factoren en ten slotte de kwalitatieve relatie tussen deze factoren.

2.2.1 Plantagetypen

In Florida werden voor 1977 twee gangbare plantagesystemen beplant: "wide planting" (rond 185 bomen per hectare) en "close planting" (boven de 250 bomen per hectare). Het belangrijkste verschil is het moment waarop productieoptimum wordt bereikt. "Close planting" systemen geven in een korte termijn, 8-10 jaar, een optimum opbrengst. De "wide planting" systemen bereiken het optimum later. Het optimum niveau ligt in beide systemen op gelijke hoogte.



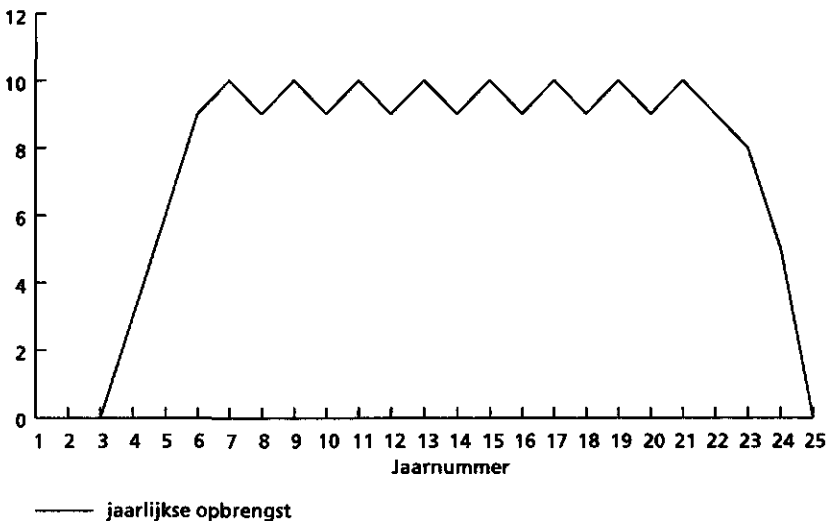
2.2.2 Levenscyclus

De tungplantage kent een levenscyclus (bijlage 3, figuur 2.1). Deze start bij het aanplanten van de jonge bomen en eindigt bij het afvoeren van de oude bomen. De tungproductie is nul in de eerste jaren. Het neemt toe tot een optimumwaarde om aan het einde van de levensduur weer geleidelijk af te nemen. Oude weinig productieve plantages zullen aan het einde van de levensduur vervangen worden door nieuwe. Voor de karakterisering van een productieland is het nodig te weten wat de cyclusp parameters zijn en in welk deel van de cyclus de plantages zich bevinden.

De productie van de plantages is de eerste drie jaren nihil. Tussen het derde en zevende jaar wordt het optimum bereikt. Onder gunstige omstandigheden wordt een stabiel optimum verkregen waarin de "tweejarige opbrengstcyclus" herkenbaar is. Na twintig jaar neemt de opbrengst door veroudering af tot nul.

2.3 Opbrengstfactoren

De ideale voorstelling van de cyclus (figuur 2.1) wordt vaak "gestoord" door uiteenlopende factoren. Deze factoren kunnen worden onderverdeeld naar het termijn effect dat ze sorteren: Een seizoen of meerdere. Kortetermijnfluctuaties, waarvan de invloed slechts over een seizoen merkbaar is, worden veroorzaakt door klimatologische invloeden zoals nachtvorst, neerslaghoeveelheid, de tweejaarlijkse opbrengstcyclus, oogstmethode, ziekten en plagen.



Figuur 2.1 Schematische weergave van de tungproductiecyclus

Langetermijnfactoren, die over de totale plantage levensduur een lager optimum productieniveau te zien geven, worden veroorzaakt door grondsoort, bemesting, zuurgraad, plantageleeftijd, plantagesysteemtype en milieuverontreiniging.

2.3.1 Kwalitatieve relatie tussen bepalende factoren, opbrengst- en termijn-effect

Wat is het effect van de bepalende factoren op de plantageopbrengst en over welke termijn is de invloed merkbaar?

De opbrengst-termijnmatrix van figuur 2.2 bevat een kwalitatieve positionering van de bepalende factoren. De opbrengst-as geeft de mate van invloed op de productie: minimaal op de askruising, maximaal (geen productie) aan de top. De termijn-as geeft een indicatie over de tijdsspanne waarover de factor effect heeft: een seizoen of meerdere. De matrix geeft de onderlinge relaties kwalitatief weer. Een kwantitatieve benadering van de effecten is niet mogelijk omdat noodzakelijke data ontbreken.

De matrix wordt gebruikt voor de teelt risico-inschatting in de verschillende productielanden. Voor de duidelijkheid is de matrix opgedeeld in vier vlakken. Vlakken I en II hebben betrekking op een seizoen, de vlakken III en IV over een langere periode. Vlak I bevat de factoren met een hoog opbrengst risico per jaar, Vlak II omvat die welke de continuïteit van de plantage in gevaar brengt. Klimatologische elementen vormen een risico, die over uitgestrekte gebieden binnen de productielanden, elk jaar grote opbrengstfluctuaties te weeg kunnen brengen. Teeltkundige elementen hebben vooral invloed op de langetermijnprestatie van de productiegebieden. Ze liggen niet ten grondslag aan grote opbrengstschommelingen.

Effect op opbrengst	Vorst tijdens bloei Uitblijven nachtvorst Droogte tijdens vruchtvorming I Overstroming	Tropische storm III
	Tweejarige opbrengstcyclus Natte oogstperiode II Ziekten	Luchtverontreiniging Bemesting Grondsoort Oogstmethode IV
	Kort (een seizoen)	Lang (meerdere seizoenen)
	Termijn	

Figuur 2.2 Opbrengst-termijnmatrix van bepalende factoren

2.4 Reductie-effect van bepalende factoren

De bepalende factoren hebben allen een specifieke invloed op de tung-opbrengst. Opbrengstoptimalisatie wordt bereikt door het minimaliseren van de invloed van deze factoren. Welke mogelijkheden zijn er om de invloed van deze factoren te verminderen of te voorkomen? Een reeks van mogelijkheden wordt hierna verder uitgewerkt. In hoofdstuk 3 zal in de landenbespreking dit punt nogmaals op de voorgrond treden.

2.4.1 Klimaat

De invloed van de belangrijkste klimatologische effecten, vorst, tropische stormen, droogte en overstromingen zijn niet te beïnvloeden door aanpassingen in de plantage zelf. Alleen de *locatiekeuze* heeft invloed. Het mijden van risicovolle plantagelocatie is de enige remedie. De invloed van vorst op de jonge aanplant kan worden teruggedrongen door selectie van minder gevoelige soorten.

Voorkoming van vorstschade is van economisch belang voor de tungnoten telers in de wereld. Het is een van de belangrijkste oorzaken van opbrengstderving in de productieregio's. Het voorkomen van deze schade stabiliseert de notenopbrengst en het telersinkomen. In de US is in jaren zeventig onderzocht hoe het gewas beschermd kan worden tegen vorstschade. De aanpak richtte zich op het uitstellen van de vroege bloei door middel van een *bloeivertragend middel*. Besproeiing van de bomen met 50% paraffine of naftteenolie met 1% succinezuur 2,2-dimethylhydrazide (SADH) stelt de bloei uit voor een aantal weken (Rease, 1971).

Het uitblijven van nachtvorst is daarnaast ook een probleem. Indien de rustinitiatie door een te hoge temperatuur uitblijft, blijven de bomen groen en worden er geen bloemknoppen gevormd. Met als gevolg hetzelfde effect als verlate vorst tijdens de bloei: geen noten opbrengst. Het uitblijven van nachtvorst kan niet worden voorkomen.

Droogte tijdens de vruchtontwikkeling heeft een sterk remmende werking op de grootte en vulling van de vruchten (tabel 2.1). Water speelt een belangrijke rol bij de "zaadvulling". Door een watertekort blijven de zaden klein en bevatten nauwelijks olie. Een droogteperiode in Sichuan, China, tijdens de maanden juli en augustus heeft een dramatische uitwerking op de tungolie opbrengst. Tungplantages in de heuvelachtige gebieden van deze regio kunnen niet worden bevoeid via irrigatiesystemen.

2.4.2 Grondsoort

Optimalisatie van de opbrengst kan tevens worden verwezenlijkt door keuze van de juiste grondsoort. In het verleden ging men in China hierbij niet primaire uit van de opbrengst. Het terugdringen van bijvoorbeeld erosie in berggebieden stond voorop.

2.4.3 Bemesting

Een verhoging van de opbrengst kan eveneens worden verkregen door bemesting en het onderdrukken van ziekten en plagen. Bemesting kan op drie manieren plaatsvinden:

1. Recycling van nutriënten: terugbrengen van de schil en schroot naar het land;
2. Bemesting met kunstmest;
3. Bemesting met dierlijk mest.

2.4.4 Mechanisatie: planten en oogsten

Planten

In de VS is een aantal jaren geleden ge(her)start met de aanplant van een nieuwe tungplantage in de staat Mississippi. Bij de start is sterk rekening gehouden met mogelijkheden van mechanisatie van aanplant en oogst. De aanplant is verbeterd door de ontwikkeling van een speciale plantmachine. In korte tijd kunnen grote arealen worden aangeplant met goed ontwikkelde planten. Met behulp van dit apparaat kan in een periode van enkele jaren een aanplant worden verwezenlijkt van 2.000 ha. Hiermee wordt de "Pearl River District" opnieuw het tungproductiecentrum van de VS.

Oogsten

Oogstopimalisatie kan worden verwezenlijkt door de gevallen noten zo snel mogelijk te rapen en te drogen. Het principe is de noten zo snel mogelijk van de grond te halen. Door vocht en micro-organismen gaat de kwaliteit van gevallen noten snel achteruit. Twee factoren spelen een rol: het weer en de tijdsduur zijn noodzakelijk om de noten te oogsten. Handmatig rapen kost veel tijd en wordt sterk door het weer beïnvloedt: tijdens regenperiodes wordt nauwelijks geraapt. Door mechanisatie kunnen de noten in een kortere periode geoogst worden.

Het mechanisch oogsten kan worden ingezet op vlakke en licht glooiende gronden. Op sterk hellende plantages is de toepassing niet mogelijk. Inzet van mechanisatie is eveneens niet mogelijk in plantages waarbij de bomen willekeurig, niet in een rijensysteem, aangeplant zijn. In China bestaan vele "four sides around"-plantages. Dit plantagetype, waarbij de tungbomen langs wegen, rivier- en kanaaloevers, huizen en dorpen zijn aangeplant, is per definitie niet langs mechanische weg te oogsten.



2.4.5 Ziekten en plagen

Het onderdrukken van ziekten en plagen kan op een aantal manieren plaatsvinden: kiezen van een geschikte locatie waar de *A. fordii* of *A. montana*-bomen goed tot ontwikkeling kunnen komen, het gebruik van gewas-beschermingsmiddelen en in extreme situaties het kappen van de bomen.

2.5 Beschrijving van de bepalende factoren

2.5.1 Klimaat

Klimatologische omstandigheden kunnen een dramatische uitwerking hebben op de productiviteit. De hoogste productiviteit wordt verkregen onder de klimatologische omstandigheden die overeenkomen met de karakteristieken van figuur 2.3. De invloeden zijn op te splitsen naar temperatuur, neerslag en wind.

Uniforme dag en nacht temperatuur gedurende het groeiseizoen Een rustperiode van vier maanden Een vorstperiode van 5 tot 15 dagen tijdens de rustperiode Neerslag jaarlijks: tussen 1.270 en 1.390 mm.

Figuur 2.3 Klimatologische eisen Aleuritesplantage

Bron: Webster, 1950; Hadsell, 1959.

Temperatuur

Nachtvorst initieert een essentiële rustperiode. In gebieden waar sporadisch of geen nachtvorst voorkomt blijven de bomen groen, komen moeizaam tot bloemvorming en sterven na een aantal jaren af. De notenopbrengst wordt hierdoor sterk gereduceerd. De jonge aanplant kan het eerste jaar minder tegen vorst vanwege het groen blijven van de boompjes. Naast het positieve effect heeft een verlate vorst tijdens de bloeiperiode vaak een dramatische uitwerking. Het bevriezen van de bloemen belemmert de ontwikkeling van de zaden.

Neerslag

De bomen houden van een gelijkmatige neerslaghoeveelheid. Een droge periode in het voorjaar heeft slechts een gering effect mits de vochtreserve in de grond toereikend is. Blijft de droogteperiode aan tijdens de nootontwikkeling dan reduceert het water tekort de vulling van de zaden (tabel 2.1). De opbrengst van de olie wordt hierdoor tot een minimum beperkt. Ook de oliekwaliiteit heeft hier sterk onder te lijden, en wordt voor export oninteressant.

Een natte oogstperiode, waardoor de noten langer in contact zijn met de grond, kan door rotting nadelige olieopbrengsten tot gevolg hebben.

Overvloedige regenval in China leidde in 1996 tot overstromingen in productiegebieden met als gevolg een sterke opbrengstverlaging.

Tabel 2.1 Vulling van de tungnoot Xuanhan

Datum toetsing	Drooggewicht 45 zaden (gram)	Oliegehalte (%)
15 juli	-	0
15 augustus	225	3,2
15 september	405	27,6
15 oktober	485	38,3
15 november	520	43,08

Bron: Xuanhan District Forestry Department.

Wind

De invloed van een storm is enorm. Gebieden met een hoge kans getroffen te worden door een tropische storm en tornado's vormen een risico (Rondom De Golf van Mexico). Uitgebreide schade aan de plantages drukken de opbrengsten over een langere periode. Beschadigde oude bomen moeten worden vervangen door nieuwe die pas na een jaar of drie opbrengst geven. Het herstellen van beschadigde plantages vraagt om extra investeringen die soms niet meer opwegen tegen de opbrengsten. In de US betekende de tropische storm Camille het einde van de tungteelt.

Extremen: "El Niño"

Klimatologische extremen worden veroorzaakt door het verschijnsel "El Niño" (CMR, 1997). Eens in de twee tot zeven jaar wordt de equatoriale stro-

ming in de Stille Zuidzee voor de kust van Zuid-Amerika verstoord. Deze verstoring is gekoppeld aan grotere weersystemen en lijkt de oorzaak van omvangrijke periodieke weersafwijkingen in de wereld. Het verschijnsel veroorzaakte in de jaren 1982-83 een ongewone droogteperiode in Australië, de Sahellanden en was verantwoordelijk voor het uitblijven van de moesson in de Indische oceaan. Het verschijnsel is de oorzaak van het optreden van weersextremen (regenval of droogte) in de tunggebieden over de wereld.

2.5.2 Grondsoort

De ontwikkeling van de boom hangt mede af van de grondsoort. Slechte grondsoorten geven een matige ontwikkeling van de boom, dat resulteert in lage opbrengsten en een hoge ziektegevoeligheid. Belangrijke parameters zijn: *grondlaagdikte*, *humuslaagdikte* en *zuurgraad* van de grond.

Laagdikte, humusgehalte

De tungboom is sterk doorworteld in de bovenste laag van de grond. Een grondlaag dikte van 0,7 en 0,9 meter boven een rotsige ondergrond is voldoende voor de ontwikkeling van de boom (Webster, 1950). *A. fordii* ontwikkelt zich het beste op een goed doorlatende hoger gelegen grond met een zandachtige top- en subtoplaag en met een zand tot kleiachtige, korrelige en uniform rood- of geelgekleurde subgrond. Deze gronden zijn goed permeabel voor wortelgroei, goede opname capaciteit voor meststoffen en vocht. Een hoog humusgehalte is een belangrijke factor welke een hoge opbrengst verzekert. Laag gelegen vlakke gronden zijn niet geschikt voor *A. fordii* vanwege de slechtere waterdoorlaatbaarheid en de kans op strenge vorst.

Zuurgraad

De tungbomen ontwikkelen zich goed op licht zure gronden met een zuurgraad van boven pH 4.5. Verhoging van de pH van zure gronden met kalk en een goede bemesting geeft een opbrengstverhoging tussen de 55,5% en 147% (Xu, 1986).

2.5.3 Bemesting per plantagetype

Bemesting heeft een grote invloed op de productiviteit. Bemestingsproeven zijn bekend van twee verschillende tungplantages. De meest *gangbare plantage* werd onder andere toegepast in Florida waar de bomen op gelijke afstanden worden geplaatst en een *hegrijensysteem* dat in de jaren zeventig werd uitgetest in Malawi. In beide systemen wordt een hoge productiviteit bereikt door optimale bemesting. Vergelijkbare studies en ervaringen zijn bekend in Sichuan (Chengzhong, 1997). De optimale bemesting is sterk locatieafhankelijk en hangt af van de grondsoort, de bodemvruchtbaarheid en de boomgaardconditie.

Gangbare plantage (Florida)

Bemestingsgegevens van een 247-bomen-per-hectare-plantage is in bijlage 4 gegeven. Afhankelijk van de fysiologische ziekten, de zogenaamde deficiënties, worden de eerste jaren van de plantage zink-, mangaan-, koper-

of magnesiumsulfaat toegediend. De hoeveelheden zijn ongeveer 2 tot 4 ons per boom voor de eerste vier jaren.

Gangbare plantage met "cover crop" (VS, China)

Onder "cover crop" wordt verstaan een eenjarig gewas dat tussen de bomen wordt aangeplant. De functie van een "cover crop" is drieledig: reductie van ongewenste competitie door onkruid en grassen, verhoging van het organische gehalte van de grond en de bodemvruchtbaarheid met als gevolg een hogere tungnotenopbrengst (Tavdumadze, 1987) en verhoging van de geldelijke hectare opbrengst. Voor jonge aanplanten worden zomergewassen toegepast zoals: Crotalaria, Beggarweed, Indigo, Cow Peas en soja voor de wat oudere plantages waar de bomen tijdens het groeiseizoen een gesloten bladeren dek vormen worden wintergewassen gebruikt zoals: lupines, Crimson clover, Hairy Vetch en Autrian Peas.

"Cover crop" met gewasrotatie. Gewasrotatie heeft een positief effect op de tungproductie (Chen, 1983). De volgende rotatieschema's werden in Zhejiang getest: watermeloen-graan-soja, grondnoot-raapzaad-sweet potato of sweet potato-radijs-groenbemester. Na drie jaren was het organisch gehalte en totaal N en P in de bovenste grondlaag van 20 centimeter gestegen met resp. 0,86, 0,056 en 0,002%. Vijf jaar oude bomen met grondgewassen produceerde 219,4 vruchten per boom terwijl "niet-covercrop"-bomen 93 vruchten droegen. Om "cover cropping" succesvol te laten verlopen is extra bemesting en kalkgift noodzakelijk. Toediening van dolomiet was heel gebruikelijk op de zure tunggronden met een pH-waarde tussen de 4,7 en 5,3. Het doel was de waarde te verhogen tot een pH van 5,7 à 6,3 met een optimum van 6,0. De gift is afhankelijk van de grondsoort. Op de lichtere gronden werd ongeveer 2,5 ton per hectare en op de zwaardere kleigronden 5 ton.

Hegrijensysteem (Malawi)

Naast de gangbare plantage werden in Malawi drie hegrijensystemen uitgetest. Men onderzocht de invloed van de stikstofgift per systeemtype op de notenopbrengst, oliegehalte en de oliekwiteit. De N-gift gegevens van een hegrijensysteem staan in bijlage 5. Worden de bomen in rijen geplant op vast afstanden (2,29 m.) en de rijen op drie verschillende afstanden van elkaar geplaatst dan, wordt een stikstofoptimum bereikt bij 105 kg N/hectare. In termen van opbrengst en kwaliteit is het enkelvoudige hegrijensysteem het meest efficiënt. De stikstofgift had geen invloed op de houtoliekwiteit: het oliegehalte en de zuiverheid (brekingsindex).

2.5.4 Oogstmethoden (Jezek, 1971)

Er zijn twee oogstmethoden bekend: *handmatig* en *mechanisch oogsten*.

Handmatig oogsten

De algemene oogstmethode van tungnoten is het handmatig rapen. De noten worden in manden geraapt en in jute zakken bewaard. De volle zakken worden in het kruis van de boom luchtgedroogd tot een vochtpercentage van 12 tot 15%. Na het luchtdrogen worden de zakken handmatig gelegeerd in

gereedstaande vrachtauto's, die de noten transporteren naar de verwerkingsinstallatie.

Handmatig oogsten vindt in twee stappen ("pickings") plaats. De eerste keer wordt geraapt nadat de meerderheid van de noten is gevallen juist voordat de bladeren gaan vallen. De noten liggen dan goed zichtbaar op de grond. De tweede oogst, "scrapping" genaamd, vindt plaats nadat alle bladeren en noten zijn gevallen. "Scrapping" wordt bemoeilijkt door het aanwezige bladerdek. De raapsnelheid neemt hierdoor sterk af en een deel van de oogst wordt niet gezien waardoor een verlies optreedt van 15 tot 20%. De oogstkosten werden in 1970 geraamd op \$25 tot \$35 per ton afhankelijk van de hectareopbrengst.

In de Prefecture Dachuan van de provincie Sichuan (China) worden de noten met een stok uit de bomen getikt. De gevallen noten worden vervolgens geraapt. Het komt ook voor dat de noten worden geplukt afhankelijk van de grootte van de boom. Het plukken van de noten op een te vroeg tijdstip leidt tot een lagere oliegehalte en oliekwiteit.

Mechanisch oogsten

Mechanisch oogsten werd in de VS geïntroduceerd tegen het einde van de jaren zestig. Men streefde naar een snelle oogstmethode waarbij de weersinvloeden op de noten geminimaliseerd worden. Daarnaast werd een kostenreductie behaald van \$10 per ton/hectare. De kosten van machinaal oogsten komen uit op \$20 tot \$25 per ton/hectare en is afhankelijk van de hectareopbrengst en de conditie van de boomgaard.

2.5.5 Ziekten en plagen

A. fordii- en *A. montana*-bomen zijn gevoelig voor een reeks van ziekten en plagen. Het voorkomen hiervan verschilt per productieland en productieregio. Een grove tweedeling kan gemaakt worden in fysiologische ziekten en andere ziekten. De gerapporteerde gegevens hebben betrekking op een viertal productiegebieden: VS (Florida), Nyassaland, Indonesië en China.

Ziekten en plagen vormen geen noemenswaardige schadebron voor de *A. fordii*-plantages in de VS en China. Beschadigingen van de bomen door ziekten en insecten hebben nauwelijks commerciële gevolgen (Hadsell, 1959; Shijun, 1997). Incidenteel worden boomgaarden bedreigd door sprinkhanen, graanklanders en schildluis, zelden raakt de boom geïnfecteerd door noot- en wortelrotting en kanker. Door het uitvoeren van controles zijn geen van de genoemde ziekten en plagen een regelmatig verschijnsel, of vormen een serieus verlies. Gerapporteerde fysiologische ziekten zijn: "bronzing" (bronskleur van de bladeren) en "frenching" (nekrose van de bladeren). Deze deficiënties zijn eenvoudig op te lossen door toevoegingen tijdens het bemesten. "Bronzing" wordt voorkomen door toediening van zinksulfaat, "frenching" door mangaansulfaat.

De meest voorkomende ziekten in Nyassaland staan in bijlage 6. Van de gebrekziekten was Chlorosis de meest voorkomende. De genoemde ziekten werden ook aangetroffen in jonge culturen van *A. montana* in Indonesië (Maas, 1947). Over de verspreiding van Aleuritesziekten in China is weinig bekend.

In de literatuur wordt alleen melding gemaakt van een "gering" aantal ziekten zonder economische consequenties.

2.5.6 "Meerjarige opbrengstcycli"

De tungnotenopbrengst wordt door een meerjarige opbrengstcyclus bepaald. Vanuit de productielanden wordt melding gemaakt van twee cycli: een twee- en een driejarige cyclus. De "tweejaarlijkse opbrengstcyclus", die wordt gemeld in de Zuid-Amerikaanse landen, geeft afwisselend een hoge en een lage opbrengst van een plantage. Door ontwikkeling van de vertakkingen is de opbrengst het ene jaar altijd lager dan het daaropvolgende jaar. Deze periodieke fluctuatie is op een vroeg tijdstip in het voorjaar herkenbaar aan het aantal bloemen. Een jaar met een hoge opbrengst wordt gevolgd door een jaar met een lagere bloemzetting. De amplitudo van deze golfbeweging is per jaar verschillend. Bovendien kan door een late vorstperiode deze golfbeweging verstoord raken. Hierdoor is in de opbrengststatistieken de karakteristieke curve niet altijd herkenbaar.

De driejarige cyclus verloopt grilliger. Een jaar met een hoge opbrengst wordt gevolgd met een lage en die weer gevolgd met een middelmatig jaar. Het verschil tussen de laagste opbrengst en hoogste is maximaal 30% opbrengst. Een driejarige cyclus wordt herkend in China. Elke cyclus kent zelf weer variaties.

2.5.7 Olieopbrengst

De berekening van de olieopbrengst is afhankelijk van het uitgangsmateriaal: de vrucht (de noot inclusief omhulsel, wel/niet gedroogd), de noot of het zaad ("kernel" inclusief schil) en de "kernel". Vaak worden in de literatuur opbrengsten beschreven zonder dat het uitgangsmateriaal goed gedefinieerd is. Gegevens over de vrucht (bijlage 7) geven inzicht in de relatie uitgangsmateriaal en olieopbrengst. Uit deze tabel kan worden afgeleid dat het oliegehalte van de vrucht ongeveer 30% zal zijn. Het oliegehalte van het zaad ligt tussen 55 en 60 gewichtsprocent die van de kernels ligt nog hoger (Uit oven gedroogde kernels bleek een variatie van 59,0 tot 68,9 gewichtsprocent.) De gehalten hebben betrekking op een meting in China ergens in de jaren dertig. Deze waarden zijn niet representatief voor andere jaren en alle productielocaties.

Tabel 2.2 Olieopbrengst uit de tungvrucht per land

Land	Yield (%)
China	18-25
Paraguay	16,3
Argentinië	16-17,5
VS	16-25

Bron: Oil World, 1973; Departement van Economische Zaken 1937; Villanueva, 1996; Eckey, 1954; Shijun 1997.

Zo heeft in de US een meting van lucht gedroogde vruchten een gemiddeld oliegehalte van 20% opgeleverd (Planck, 1952). Een ander oliegehalte van "de kernel" is genoemd: 64% van het drooggewicht.

De gerapporteerde oliegehalten in de verschillende productielanden staan in tabel 2.2. Het opbrengstpercentage van de VS is uit de jaren vijftig. Recente gegevens uit de VS wijken daar niet van af. Duidelijk is ook hier dat er grote verschillen onderling zijn. De waarden zijn te herleiden tot verschillende uitgangspunten: vochtgehalte en additionele voorbewerkingen

2.5.8 Luchtverontreiniging

Tungplantages zijn gevoelig voor specifieke luchtverontreiniging. In de regio Jiangyou van de provincie Sichuan (China) heeft een milieuonderzoek uitgewezen dat de regionale industriële ontwikkeling invloed heeft op de aanwezige tungplantages. De bouw van een dertigtal fabrieken heeft geleid tot een verhoogde uitstoot van SO_2 en HF. Deze stoffen spelen een rol in processen die uiteindelijk de schade aan de bomen veroorzaken. De groei en de productiviteit van de tungbomen zijn ernstig aangetast. Het bladoppervlak, bladdrooggewicht, zaaddrooggewicht en zaadoliegehalte bleken significant lager (Liao, 1988).

3. MONDIALE TUNGPRODUCTIE

Beschrijving tungproductielanden: China;
Paraguay;
Argentinië;
Brazilië;
Verenigde Staten.

Kort: De mondiale tungproductie wordt gedomineerd door China en de Zuid-Amerikaanse landen: Paraguay, Argentinië en Brazilië. Zoomt men in op deze landen dan blijkt de tungproductie sterk geconcentreerd. De Zuid-Amerikaanse tunggordel bevindt zich in de aangrenzende provincies Itapúa (Paraguay) en Missoines (Argentinië). In China bevindt het belangrijkste gebied zich in het Noordoosten van de provincie Sichuan. Worden deze gebieden getroffen door een of meerdere in hoofdstuk 2 beschreven factoren, dan heeft dat direct gevolgen voor de mondiale beschikbaarheid van tungolie.

De invloed van deze factoren is per land verschillend. In dit hoofdstuk wordt per land aangegeven welke factoren een rol van betekenis spelen en de mate waarin. De Verenigde Staten wordt in de beschrijving meegenomen. Hoewel de tungproductie in 1977 is gestopt, spreekt men op dit moment van een "revival" van de teelt. De landen beschrijving kent de volgende opbouw; verleden: historisch overzicht van de tungcultuur; heden: karakterisering van de tungplantages en productiebepalende factoren; toekomst: perspectief tungplantages, belichten van de activiteiten gericht op het terugdringen van negatieve effecten van productiebepalende factoren.

3.1 Mondiale tungproductie algemeen

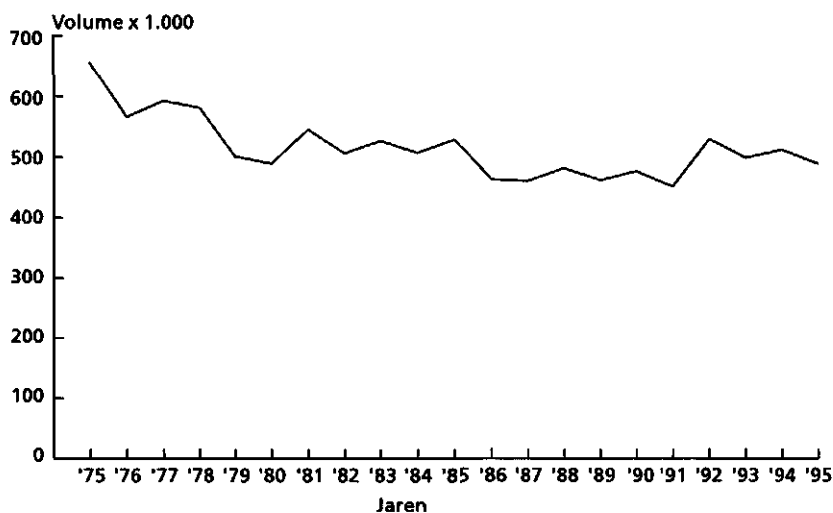
De productie van tungnoten heeft deze eeuw een enorme verandering doorgemaakt. Historisch gezien was voor de twintigste eeuw alleen sprake van een Aleurites cultuur in het land van oorsprong: China. In het eerste decennium van deze eeuw wierp de VS zich op als producent. In de jaren twintig en dertig volgen de Latijns-Amerikaanse landen. Een klein aantal landen ontwikkelde zich zeer sterk en werd in een kort tijdsbestek van enkele tientallen jaren een belangrijk productieland naast China. In 1995 zijn er wereldwijd in totaal 7 productielanden van betekenis: China, Paraguay, Argentinië, Madagaskar, Malawi, Brazilië en de VS (tabel 3.1).

De wereldproductie (figuur 3.1), de totale productie door de 7 landen, is aan grote schommelingen onderhevig. Sinds de jaren zeventig schommelt het geproduceerde volume rond 585 kton noten. Het grillige verloop is karakteristiek voor de tungproductie. Het geeft aan de mate waarin externe factoren invloed uitoefenen op de tungcultuur. De grote golfbewegingen zijn niet te voorspellen. Wel kunnen ze worden begrepen door analyse van de producties op regionaal niveau. Bepalende factoren op regionaal niveau zijn voor elk land weer verschillend. Daarom zal in deze rapportage veel aandacht worden besteed aan de bespreking per productieland.

Tabel 3.1 Productielanden van tungnoten in 1995

Land	Volume (kton)
China	450
Paraguay	43
Argentinië	40
Madagaskar	2,2
Malawi	1,8
Brazilië	1,0
VS	0
Totaal	538

Bron: FAO.



Figuur 3.1 Wereldproductie van tungnoten (ton)

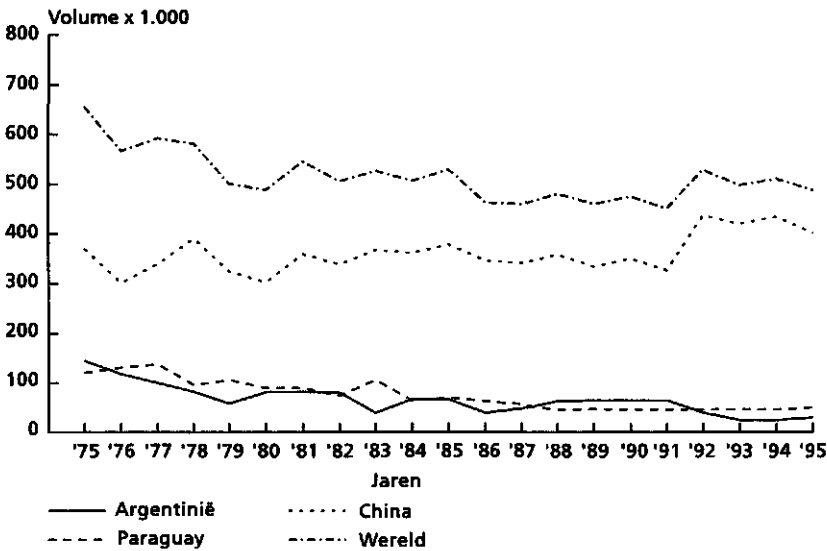
Bron: FAO.

In figuur 3.1 en 3.2 zijn de genoemde korte en lange productieschommelingen te onderscheiden. In de eerste figuur worden de verschillen enigszins versterkt weergegeven door de schaalkeuze. Hierin komt duidelijk naar voren de wisselende beschikbaarheid van tung. De belangrijkste oorzaak van de grote prijsfluctuaties van tung. De schommelingen zijn een ongewenste factor voor de afnemers van tungolie (zie hoofdstuk 4).

De oorzaak van deze schommelingen is verschillend. De korte schommelingen zijn het resultaat van plotselinge sterk afwijkende kortdurende lokale situaties en in mindere mate van de "meerjarige opbrengstcycli" van de plantages. Een belangrijke rol spelen niet alleen vorst tijdens de bloei en overvloedige regenval, maar ook droogte in het groeiseizoen.

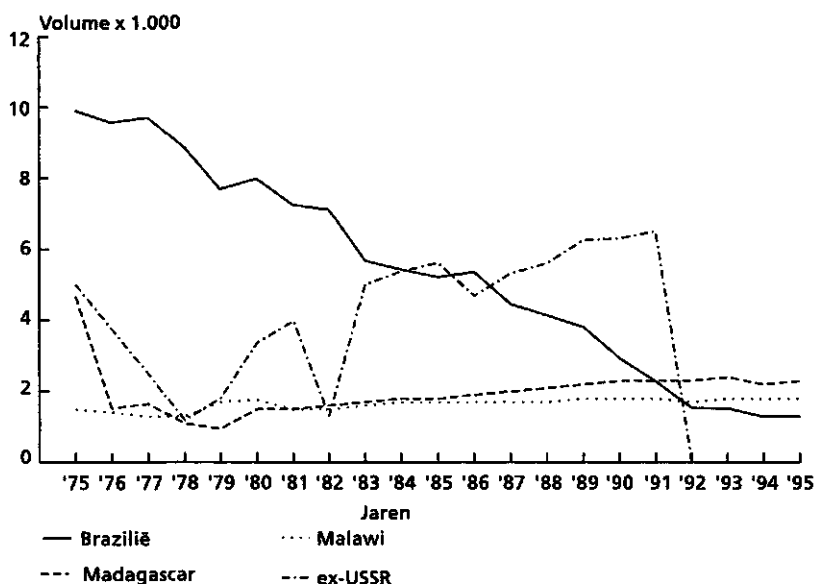
De grotere golfbeweging wordt veroorzaakt door langetermijneffecten. Ontwikkelingen en gebeurtenissen met een langetermijneffect zijn: een geleidelijke en voortdurende afname van de notenopbrengst door veroudering van de boomgaarden, een afname van het beschikbare areaal door vervanging van tung door een hoger renderend gewas (soja), desastreuze klimatologische verschijnselen met langetermijneffecten zoals een tropische storm en de invloed van politieke besluitvorming.

De "top 3"-productielanden zijn China, Paraguay en Argentinië (tabel 3.1). Land van origine, China, beschikt over het grootste productieareaal en opbrengstenniveau. Op enige afstand gevolgd door Paraguay als tweede productieland. Opvallend is een bijzondere stabiele Paraguayaanse productie. De betekenis van Argentinië neemt nog steeds af.



Figuur 3.2 Belangrijkste productielanden van tungnoten (ton)
Bron: FAO.

Naast de top-drie is er nog een groep overige landen met een aanzienlijke lagere productie van rond de duizend ton: Brazilië, Madagaskar, Malawi en ex-USSR (figuur 3.3). De Braziliaanse opbrengsten zijn drastisch teruggelopen tot 10% van de waarde in 1975. De productie in de ex-USSR rond het Kaukasische kustgebied van de Zwarte Zee neemt plotseling af tot nul. De reden hiervan is onbekend. De VS was tot de jaren zeventig een belangrijk tungland. Op dit moment is de VS-productie door lokale initiatieven weer in opkomst. Daar wordt gestreefd naar een areaalgrootte van enkele duizenden hectaren in de komende jaren.



Figuur 3.3 Overige productielanden van tungnoten (ton)
 Bron: FAO.

3.2 China

3.2.1 Ontwikkeling tungteelt in China

Overzicht tungproductie in China

2000vc	Eerste commerciële tungplantage in China
1896	Eerste tungolie-export van China naar de VS
1936	Totale export van tung gestegen tot 86.740 ton
1936	Stichting van de "China Vegetable Corporation" ter verbetering van de productie en kwaliteit van tung
1938	Instellen van 5-jaren plan in de provincie Guangxi ter verhoging van tungproductie
1940	Terugval van de productie tot 23.000 ton olie door de gedeeltelijke Japanse bezetting
1947	Geschatte productie 50.000 ton
1985	Einde geleide economie, ontstaan van markteconomie
1995	Productie: 90.000 ton

Bron: Departement van Economische Zaken, 1937; Maas, 1947; FAO 1995; Shijun, 1997.

3.2.2 Integratie landbouw, bosbouw en veeteelt

China's economie is voornamelijk landbouwgeoriënteerd. De voedselproductie werd voor 1949 bedreigd door het optreden van calamiteiten ten ge-

volge van eroderende gronden, zandstormen, overstromingen, duinvorming, windschade aan de gewassen enzovoort. Deze effecten hebben geleid tot een versnelde verarming van de landbouwgronden. Deze situatie was voor de overheid aanleiding hierin veranderingen te brengen door integratie van landbouw, bosbouw, visserij en veeteelt.

De integratie had een effect in alle lagen van China. Er werden geïntegreerde plannen geïmplementeerd gericht op de volgende aandachtsgebieden: berggebieden, rivieren, landbouwgronden, bossen, wegen en communicatiesystemen. De voordelen van deze aanpak zijn:

- Rationele benadering van het grondgebruik in China;
- "Onderkruipung" in cultuurbossen;
- Telen van voedergewassen en gebruik van bosgebieden voor begrazing;
- De teelt van voedsel- en voedergewassen, medicinale en olieboom als onderdeel van de bosbouw en de ontwikkeling van houtproductiebossen;
- Totale benutting van de bossen als hout, brandstof, houtskool of meststof;
- Het levert additionele inkomsten op bestemd voor investeringen en het vergoten van de reserves;
- Stabiliseren van de gronden en het creëren van een betere leefomgeving.

De belangrijkste elementen van de bosbouwkundige bijdrage aan de landbouwkundige ontwikkeling zijn: "Four sides plantation", beschuttingsgordels, zandduinstabilisatie, bescherming kustgebieden, management waterhuishouding, bebossing van kale heuvels (Guangdong: *A. moluccana*; Hunan: *A. fordii* en *montana*; Sichuan: *A. fordii*), plantage van snelgroeiend hout, en bosbouw voor voedsel en nonwood-producten.

In het "Bosbouw Besluit van de Volksrepubliek China" wordt bosbouw geclassificeerd in 5 categorieën:

1. "Protection forests" (water- en grondbeschermings-, windbeschuttings-, rivieroever- en landbouwbeschermingsbossen);
2. Houtproductiebossen (hout- en bamboeproductie);
3. Economische bossen (fruitbomen, bomen voor de productie van eetbare olie, medicinale en industriële grondstoffen);
4. Brandhout en houtskoolbossen;
5. Bossen voor speciaal gebruik (beschermde dieren, landschappelijke en historische waarden enzovoort).

De bossen kunnen aldus om verschillende redenen worden aangeplant. Maar op wiens schouders rust het eigendomsrecht? In China rust dit recht op alle mogelijke niveaus van Staats- tot privé-eigendom. Als stelregel wordt gehanteerd dat diegene die zorg draagt voor het onderhoud en beheer van de bomen ook daadwerkelijk mag beschikken over het eigendom. Zo staan beschermende (natuur)gebieden onder staatsbosbeheer, plantages langs spoorwegen onder beheer van het "Departement van Spoorwegen", combinatie bos- en landbouwplantages onder beheer van lokale communes en beplantingen langs binnenwegen en rondom woonhuizen die privé-eigendom zijn.

"Four sides planting" betreft het beplanten van vier locaties: de wegbermen (onder andere *A. fordii*), rivier- en kanaaloeverbeplanting (onder andere wilg en populier) en beplanting rond de individuele woning en dorpen. De

beplanting verschilt per locatie in het aantal rijen. Soms wordt een enkele rij geplant maar ook worden gordels aangelegd van zes tot tien rijen. Het heeft naast een stabiliserende werking op rivier- en kanaaloevers, verlaging van verdamping en bieden van enige schaduw, direct geleid tot een versterking van de collectieve economie van de communes. Hout, brandstof, fruit en andere producten van de bomen zijn niet alleen belangrijk voor de eigen behoefte maar dragen bij tot een belangrijke bron van externe inkomsten. Stal-, stromest en bladeren voor het maken van organische mest en veevoeder zijn additionele voordelen van betekenis.



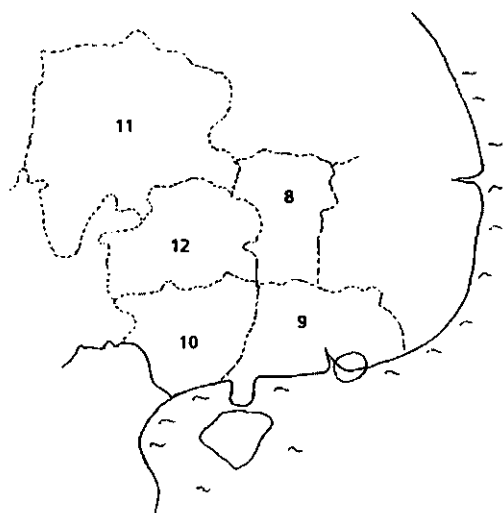
A. fordii wordt tussen naaldbomen geplant als een tussengewas ("intercrop") voor een periode van acht tot tien jaren. Als de naaldbomen voldoende dicht zijn geworden voor de bedekking van de grond tegen erosie worden de *A. fordii*-bomen gekapt. In afgelegen landbouw gebieden waar nog geen elektriciteit beschikbaar is, wordt de *A. fordii*-(tung)olie gebruikt voor verlichting.

De hierboven beschreven ontwikkeling in China zal ook de komende jaren nog worden voortgezet. De regering streeft naar een bosbouwareaal ter grootte van ~200 miljoen hectare (20% van het totale landoppervlak) in het jaar 2000. In 1977 was het bosareaal al toegenomen van 50 (in 1949) tot 100 miljoen hectare.

3.2.3 Huidige tungproductie

De Chinese tungproductie en de beleidsvoornemens hierop zijn erg afhankelijk van de administratieve structuurindeling: een provincie bestaat uit Prefecturen, een Prefecture uit districten, een district uit communes en dorps-

gemeenschappen, een commune uit dorpen, een dorp uit werkteams. In de huidige situatie (na 1985) hebben verschillende onderdelen een eigen beleidsinbreng gekregen. Per district van een Prefecture kunnen hierdoor verschillen optreden in het uitvoerend beleid. Een bespreking van de twee belangrijke productiegebieden in de Prefecture Dachuan van de provincie Sichuan geeft een beeld van welke krachten rondom de teelt werkzaam zijn. Twee districten, Daxian en Xuanhan (bijlage 8), zullen in de beschrijving dan ook een centrale plaats innemen.



Figuur 3.4 Belangrijkste tungproductieregio's in China
(De nummers corresponderen met die in tabel 3.2.)

Tungbomen maken deel uit van de bosbouwactiviteiten in het gehele land. De teelt valt hiermee onder de verantwoordelijkheid van de verschillende bosbouwafdelingen. Tot bosbouwactiviteiten behoren ook het planten van bomen langs de kleine akkertjes van de boeren. De productie van de tungnoten vindt alleen plaats waar deze boom het beste gedijt. Dit zijn klimatologische gezien de mildere gebieden van Centraal-China (tungproductiekenarakteristiek bijlage 9). Het concentratiegebied omvat de provincies Sichuan (tungproductiekenarakteristiek bijlage 10), Guizhou (tungproductiekenarakteristiek bijlage 11), Hunan en Guangxi. Van de vier provincies is Sichuan de belangrijkste (tabel 3.2). *A. fordii* is de belangrijkste soort. Vijf variëteiten zijn bekend. De belangrijkste variëteit in Sichuan is Xiao Mi.

Van de genoemde provincies behoort Sichuan tot de belangrijkste productielanden van rijst, raapzaad, zijde, citrusvruchten, vlees en tungnoten. Het is ook de dichtstbevolkte provincie van het land: 108 miljoen inwoners op een oppervlakte van 570.000 km² (1991). Vooral het noordoosten van de provincie Sichuan in de regio's van Daxian, Xuanhan en Wanxian nabij de oever van de

Yangtze rivier, zijn belangrijke tungproductiegebieden. Het is er bergachtig met arme gronden. De bomen groeien vooral in "four sides around" plantages. De noten worden op eenvoudige wijze geoogst (geplukt en geraapt door de boeren) en verwerkt (geperst in lokale (dorp) oliemolens).

Tabel 3.2 Regionale productie van tungnoten (ton)

Provincie	Productie 1992	Productie 1994
1. Jiangsu	32	13
2. Zhejiang	1.618	1.682
3. Anhui	1.955	1.641
4. Fujian	8.129	11.163
5. Jiangxi	9.210	10.328
6. Henan	12.227	17.911
7. Hubei	27.044	23.102
8. Hunan	59.974	45.867
9. Guangdong	9.692	6.723
10. Guangxi	45.218	49.505
11. Sichuan	131.962	134.679
12. Guizhou	92.102	92.404
13. Yunnan	8.212	18.310
14. Shaanxi	19.290	18.785
15. Gansu	489	626
Totaal	437.154	432.739

Bron: "China Statistical Yearbook" 1993 en "China Agriculture Yearbook", 1995.

Regionale productie: Dachuan Prefecture

Dachuan Prefecture in het noordoosten van Sichuan is een van de grootste tungproductiecentra van China. In deze Prefecture, oppervlakte 16.600 km² en een populatie van 6,6 miljoen mensen waarvan 0,8 miljoen niet werkzaam in de landbouw, bedroeg het tungareaal op het hoogtepunt 21.000 ha exclusief "four sides around"-plantages. Het totaal aantal bomen bedroeg 100 miljoen inclusief beplanting langs wegen en huizen. De klimatologische omstandigheden zijn goed. Met een neerslaghoeveelheid van 1.200 mm per jaar, een gemiddelde dagtemperatuur van 16°C en een gegarandeerde vorstperiode (300 dagen per jaar geen vorst) worden jaarlijks hoge opbrengsten gehaald van gemiddeld 15.360 ton noten inclusief "four sides around".

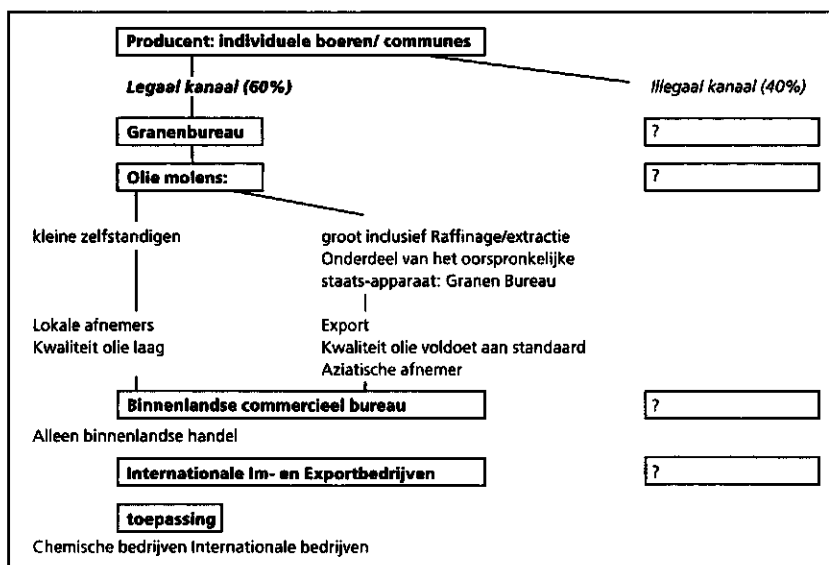
De plantages zijn ingericht op een willekeurige wijze. "Wide"- en "Close"-plantages wisselen elkaar af. "Four sides planting", langs de weg en rondom huizen, komt erg veel voor. "Cover cropping" wordt bijna altijd toegepast vanwege de primaire noodzaak van voedselproductie. Naast tung bestaat zijderupsproductie als belangrijk "cash crop". Tung zou onder bepaalde omstandigheden terrein kunnen gaan afstaan aan de zijderupsproductie.

De Chinese landbouwers richten zich voornamelijk op de korte termijn. Dit geldt voor houtproductie, bomen kappen zodra ze iets opbrengen, maar ook voor tung. Blijft de tungmarkt een bepaalde tijd te laag, dan neigen de boeren naar kappen van de bomen. Zijn de prijzen voor de tungnoten hoog, dan worden de noten vaak te vroeg geplukt.

District-productie: Daxian en Xuanhan

Daxian en Xuanhan zijn de twee belangrijkste tungproductiedistricten in Dachuan Prefecture. Elk district kent een overeenkomstige ketenstructuur binnen de totale productiekolom van tungolie (figuur 3.5). De kolom start bij de individuele producenten. Dit kunnen zowel individuele boeren als communes zijn. De noten worden door het granenbureau aangekocht en weer direct doorverkocht aan district oliemolens binnen of buiten het district. Een deel van de noten wordt ook door de boeren of communes zelf verwerkt in de talrijke kleine oliemolens. De grote oliemolen verkoopt de olie vervolgens via de binnenlandse commerciële bureaus en de internationale im- en exportbedrijven. Beide laatstgenoemde schakels zijn afzonderlijk opererende eenheden. De olie wordt afgezet in het binnenland maar vooral ook aan Japan.

Elk district heeft een vorm van zelfstandig bestuur. De tungplantages worden in de regio's begeleid door bosbouwkundige afdelingen van provinciaal tot lokaal niveau. De aankoop van de noten en verwerking is tot de liberalisatie van de economie in handen geweest van de landbouwkundige afdelin-



Figuur 3.5 Huidige productiekolom van tungolie

gen (granenbureau). Momenteel is het tunghandelsbelang van de overheid in de regio Daxian afgenomen tot 60%. De andere 40% gaat via onafhankelijke kanalen, het zogenaamde "illegale kanaal". In de beide districten is geen buitenlandse invloed via zelfstandige ondernemingen. De granenbureaus kunnen via de commerciële bureaus vrijelijk exporteren naar de andere regio's. Direct exporteren naar het buitenland behoort tot de bevoegdheid van grote internationale im- en exportbedrijven.

Huidig	Toekomstig
Commercieel bureau (binnenlandse handel)	
Granenbureau	Commerciële onderneming
Communes	
Individuele producenten; boeren	Boeren

Figuur 3.6 Organisatiestructuur van de tungketen in de districten

Vanuit de bezochte districten wordt voorgesteld de bestaande organisatiestructuur te reorganiseren. De bestaande structuur waarvan de drie afzonderlijke niveaus Commercieel Bureau, Granenbureau en de commune deel uitmaken wordt in de toekomst vervangen door een commerciële onderneming. De nieuwe structuur is effectiever en vereenvoudigt de samenwerking met buitenlandse bedrijven. Indien een "joint-venture" tussen een buitenlandse onderneming en eerdergenoemde commerciële onderneming wordt gesticht heeft het recht op vrije export naar het buitenland. Ook voor de betrokkenen is het onduidelijk hoe deze commerciële onderneming er precies uit zal gaan zien. Studies moeten uitwijzen hoe dit het beste kan geschieden.

"Illegale kanaal"

Opvallend is de bijdrage van het illegale kanaal aan de totale keten. In dit kanaal worden de tungnoten opgekocht en getransporteerd naar locaties buiten de regio. Daar vindt de verwerking plaats en mogelijk export naar het buitenland. De motor achter dit kanaal is het ontlopen van bosbouwleges door de "illegale" opkopers en ontduiken van de landbouwbelasting voor speciale producten van de boeren. Over welke bedragen het precies gaan weet niemand met zekerheid te zeggen. Vanuit het legale kanaal, de oorspronkelijke staatsbedrijven, zal er alles aan gedaan gaan worden om dit fenomeen te bestrijden.

Producenten: boeren

Economische bossen spelen in de ontwikkeling van de in het algemeen arme landbouwgebieden een bijzonder belangrijke rol. De individuele boeren en communes beschikken slechts over een beperkt aantal gewassen waarmee "cash"-geld te verdienen is. De opbrengsten van deze gewassen geven de boeren de mogelijkheid te investeren in machines en andere hulpmiddelen. Bovendien hebben de lokale en regionale overheden baat bij deze ontwikkeling. Door meer belasting opbrengsten kunnen zij investeren in de hoog nodige verbeteringen van de infrastructuur. Naast het binnenhalen van grote ontwikkelingsprojecten proberen de lokale instanties er alles aan te doen ook via de economische structuurontwikkeling een betere ontsluiting via spoorwegen en autowegen te bewerkstelligen.

De boeren worden afhankelijk van de wereldmarktprijs beloond voor de tungnoten. Een lage marktprijs is voor de boeren aanleiding, tijdens de oogst-

periode, geen aandacht te besteden aan dit gewas. De materiaalstroom door de totale tungketen wordt hierdoor gestopt. De opvolgende schakels krijgen geen voeding meer waardoor de gespecialiseerde installaties lange tijd (een aantal jaren) niet meer worden ingezet. De rol van het granenbureau hierin is onduidelijk. Actief inspelen op de wisselende beschikbaarheid van tungolie door gebruik te maken van voorhanden zijnde mogelijkheden zoals opslag-tanks wordt niet overwogen.



De regionale overheden binnen de districten verschillen van mening of deze situatie ook in de toekomst nog zo zal zijn. Een systeem invoeren met een garantieprijs en bonusuitbetaling is nu nog niet aan de orde. De enige vorm van prijsgarantie zal voorlopig moeten komen uit een stabiele vraag- en aanbodsituatie. Toename van de invloed van grote marktpartijen wordt gezien als een mogelijkheid tegemoet te komen aan de wensen van de arme boeren in de productiegebieden. De huidige situatie kan wel dramatische gevolgen hebben voor de tungteelt in de regio's. De boeren hebben in het verleden al getoond, dat lage prijzen over een langere periode hen noodzaakt de bomen te rooien en over te stappen op andere economische gewassen.

Granenbureau

Het granenbureau neemt in de kolom een sleutelpositie in. Zij koopt de tungnoten, raapzaad, rijst enzovoorts op van de boeren en levert zaden en andere producten aan de boeren. Voor 1985 was zij de enige schakel naar de binnenlandse markt. Als onderdeel van het Staatsapparaat was het granenbureau vooral een instrument van de overheid. Een directe contact met de internationale markt bestond niet. Dit contact werd gelegd door een ander Staats-

bedrijf: de gespecialiseerde internationale im- en exportbedrijven. De structuur van voor 1985 bestaat op dit moment nog. Onder druk van het "illegale kanaal" poogt het granenbureau haar afbrokkelende kolompositie te herstellen.

Tabel 3.3 Invloed Xuanhan granenbureau op tungnotenverwerking

Jaar	Productie tungnoten totaal (ton)	Verwerking granenbureau (ton)
1980	11.250	10.540
1990	25.000	15.000
1992	20.990	11.000

Het monopoly van het granenbureau in de verwerking van de noten neemt zeer snel af (tabel 3.3) van 100% voor 1985 tot ongeveer 50% in 1992. Het verschil van de volumina in 1980 komt door de tungverwerking van de boeren in eigen beheer. Tijdens deze periode was het geoorloofd buiten het "geleide" circuit een eigen tungverwerking te hanteren mits de olie geheel voor eigen gebruik was. Na 1985 wijzigt zich de situatie voor de boeren drastisch. Vanaf 1985 wordt de invloed van andere binnenlandse opkopers steeds sterker merkbaar.

Oliemolens

Er kan een onderscheid worden gemaakt in verwerkingseenheden van de tungnoten: kleine (enkele tonnen zaad per jaar) en grote eenheden (duizenden tonnen).

In Daxian zijn vele kleine zelfstandige oliemolens. Elke dorpsgemeenschap beschikt over een eenvoudige sterk verouderde verwerkingseenheid. Deze molens verwerken in de zomer raapzaad, in de winter tungnoten. De noten worden verhit en vermalen waarna het materiaal in de persvoeding loopt. De olie wordt in drums opgeslagen, het schroot (3 gewichtsprocent olie) wordt getransporteerd naar een grotere fabriek waar men beschikt over extractie apparatuur. Tenslotte wordt van het resulterende schroot mest gemaakt dat weer wordt toegepast in de regio. De laatste stap sluit de nutriëntencyclus. De internationale kwaliteitsnormen kunnen worden gehaald mits de aangeleverde notenkwaliteit goed is. Een kwaliteitscontrole tijdens het verwerkingsproces is niet gebruikelijk. Door kolomoptimalisatie via regelgeving (noten oogsten na de eerste vorst) en vernieuwing van de eenvoudige oliemolens kan een redelijke constante kwaliteit verkregen worden.

Het granenbureau in Xuanhan beschikt over een grote verwerkingsinstallatie genaamd Li Deqin. De installatie heeft een totale capaciteit van 80.000 ton zaden per jaar. Twee gescheiden parallelle productielijnen verwerken voedings- en niet-voedingszaden. Tungolie wordt in de niet-voedingslijn geproduceerd en verwerkt. De apparatuur is ook hier verouderd maar wordt goed onderhouden. De productielijnen omvatten de volgende stappen: aanvoer, persluchttransport naar de verkleiner (twee stuks), persen (zes stuks), oliecontainer, filter-, raffinage-eenheid. De geproduceerde olie is bedoeld voor export. De export-voedingsolie moet voldoen aan voorgeschreven CCIB-

specificaties (categorie I-specificatie: verplicht kwaliteitsonderzoek). Indien een oliemolen hieraan voldoet krijgt het een certificaat uitgereikt. Er bestaat niet zoiets als een kwaliteitscertificaat voor niet-voedingsolie (categorie II-specificatie: alleen op verzoek wordt een kwaliteitstest afgenomen en certificaat afgegeven). In deze keten wordt door de afnemers vaak op vertrouwen de olie aangekocht. De olie wordt zonder verdere kwalificaties geëxporteerd naar Aziatische landen.

In de Xuanhan-oliemolen ondervindt men sinds enige jaren de competitie van het "illegale kanaal". Via dit kanaal worden tungnoten getransporteerd en verwerkt. Inzicht in dit kanaal heeft men niet. Wel is bekend dat de tungolie een hoger watergehalte heeft en het hierdoor zelfs melkachtig uitziet. Er worden maatregelen genomen om dit verschijnsel te bestrijden.

Internationale im- en exportbedrijven

Deze bedrijven zijn de belangrijkste schakel naar de internationale markt. De Sichuan Native Produce Imp. and Exp. Corporation (SNPIEC) is een van de tungolie-exporteurs van het land. Dit Staatsbedrijf heeft de officiële bevoegdheid te mogen exporteren naar het buitenland. Er bestaat geen samenwerkingsverband tussen de verschillende Staats-exportbedrijven. Er is geen gemeenschappelijk beleid noch een coördinerend orgaan gericht op tungolieproductie en -ontwikkeling. Deze bedrijven hebben slechts een dienstverlenende taak en vormen een soort brugfunctie tussen de binnenlandse Staatsbedrijven en de internationale markt.

Fluctuaties in kwaliteit worden alleen veroorzaakt in de primaire schakel. Volgens het SNPIEC zijn het lokale weer en de marktprijs de belangrijkste oorzaken. Door een droogteperiode oogsten de boeren een lage kwaliteit noot met een laag oliegehalte. Een hoge marktprijs prikkelt het kortetermijndenken en samen met het angstgevoel, dat de noten gestolen kunnen worden of prijsdaling, spoort de boer aan de noten vroegtijdig te plukken. Afhankelijk van het tijdstip van oogst treden er grote schommelingen op in de nootkwaliteit. Te vroeg oogsten betekent een lage kwaliteit, later oogsten een hogere kwaliteit (afhankelijk van de vullingsgraad van de noot, zie hoofdstuk 2). Deze kwaliteitsschommelingen kunnen niet worden gecorrigeerd in volgende schakels.

3.2.4 Invloed productiebepalende factoren

Figuur 3.7 geeft de factoren die van invloed zijn op de tungproductie in China. Hieronder zal een korte toelichting worden gegeven op deze matrix door in te gaan op de genoemde factoren.

In de bovenstaande matrix accentueert de arcering nogmaals het belang van de bepalende factoren. (Een donkere kleuring betekent een grote invloed op de tungteelt.)

Neerslag: droogte

De tungproductie wordt sterk beïnvloed door externe factoren. Een aantal factoren heeft een dramatische uitwerking op de tungteelt in China. In tegenstelling tot bijvoorbeeld in de Noord- en Zuid-Amerikaanse landen ondervinden de telers in China geen risico's met betrekking tot de temperatuur.

Effect op opbrengst	Hoog	Droogte tijdens vruchtvorming I Overstroming	
	Laag	Driejarige opbrengstcyclus Natte oogstperiode II Ziekten	Luchtverontreiniging Bemesting Grondsoort Oogstmethode IV
		Kort (een seizoen)	Lang (meerdere seizoenen)
		Termijn	

Figuur 3.7 Opbrengst-termijmatrix China

Een verlate vorst of het uitblijven van vorst komt niet voor. De invloed van regen wordt wel opgemerkt. Speciale aandacht betreft de periode waarin de vrucht zich ontwikkelt. Tekort aan neerslag heeft een enorme invloed. De olieopbrengst is soms tot nul gereduceerd. Irrigatiemogelijkheden zijn er niet in het overwegend bergachtige gebied van de belangrijkste tungregio van de provincie Sichuan. De bomen in de "four sides around"-plantage (zie pagina 34) blijven wel op productie vanwege irrigatie, die van de plantages op de berghellingen lijden het sterkst onder droogteperiodes.

Onderhoud van de bomen

Tot voor kort werd er nauwelijks onderhoud gepleegd aan de bomen. De economische vooruitgang brengt hierin verandering. Steeds vaker gaan bedrijven over tot het onderhouden van de tungproductielocaties (Liu, 1997). "Cover crops" spelen indirect een belangrijke rol. Door het onderhouden van deze jaarlijkse gewassen genieten de bomen vaak tegelijkertijd de nodige aandacht.

Bemesting

Het tungschroot wordt gebruikt voor de productie van een soort mest. Deze mest is bestemd voor de landbouwgewassen. Niet in eerste plaats voor de bomen. Soms worden zelfs de bladeren onder de bomen verwijderd voor het branden van de kachels. Toch komen de bomen rondom de akkertjes niets tekort, "cover crop" pakt gunstig uit voor de bomen.

Vorst

De tunggebieden hebben over het algemeen geen problemen met vorst. Rustinitiatie treedt altijd op. Een verlate vorstperiode tijdens de bloei komt in China niet of nauwelijks voor.

Ziekten

Ziekten zijn geen groot probleem in de bezochte regio's Daxian en Xuanhan van de provincie Sichuan. Alleen een enkele boom wordt aangetast en sterft. Vindt niet plaats op grote schaal.

Meerjarige opbrengstcyclus

In China wordt een driejarige opbrengstcyclus herkend in de nootopbrengsten. Over een periode van drie jaren zijn drie opbrengsten te onderscheiden. Het eerste jaar is opbrengst het hoogst, het tweede jaar het laagst en het derde jaar gemiddeld. De schommelingen verschillen per cyclus. De opbrengst in het minste jaar wordt geschat op gemiddeld 30% lager dan het beste jaar.

Oogstmethode

Twee methoden worden gehanteerd: plukken en rapen. Afhankelijk van de grootte van de boom worden de noten met een stok uit de boom getikt. Aangezien de meeste bomen worden gehouden tot een struik kunnen ze makkelijk worden geplukt. Op gepubliceerde foto's is wel te zien dat de oogste noten erg groen zijn. In de literatuur wordt juist beschreven dat een rijpe noot bruin behoort te zijn. Door te plukken komt de oliekwaliteit in gevaar.

Mechanisatie van aanplant en oogst is niet mogelijk omdat de telers te arm zijn om zich deze luxe aan te schaffen. Bovendien staan de tunglocaties in bergachtige gebieden en rondom de kleine akkertjes mechanisatie niet toe vanwege de steile berghellingen en smalle paden en er is natuurlijk de in ruime mate beschikbare factor arbeid.

3.2.5 Perspectief

Uit figuur 3.8 blijkt dat de hoogste impact de droogte heeft tijdens de vruchtontwikkeling. Dit treft vooral de grote plantages omdat irrigatie hier niet mogelijk is. De "four sides around"-plantages zijn hier minder gevoelig voor vanwege irrigatie van de "cover crop"-systemen.

Het perspectief voor tung in China blijft goed. Het aantal "cash crops" van de boeren is gering. Naast houtolie wordt ook zijdeproductie genoemd. De boeren kunnen hier zelf over beslissen. De bosbouwafdeling in de regio Daxian heeft het voornemen de tungaanplant verder uit te breiden met 1.500 hectare tot het jaar 2000. De hele productie blijft redelijk eenvoudig en arbeid-sintensief maar er is voldoende arbeidskracht aanwezig om het werktijdens de oogst te klaren. In Xuanhan zal er geen uitbreiding van het aantal bomen plaatsvinden. Het beleid is hier gericht op onderhoud en vervanging van oude bomen door verbeterde variëteiten.

Beleidsvoornemens ter optimalisatie van de productieketen op regionaal niveau

1. *Instellen van "joint ventures" tussen bedrijven en de toekomstige commerciële onderneming (samenwerkingsverband tussen commune, binnenlandse firma en granenbureau).*
2. *Toepassen van goede tungvariëteiten*

Productiebepalende factoren	Impact:						Genomen maatregelen reductie-effect
	0	1	2	3	4	5	
<i>I</i>							
Verlate vorstperiode	--						--
Uitblijven vorstperiode	--						--
Droogte tijdens vruchtontwikkeling						*	geen
Overstroming	*						geen
<i>II</i>							
Tropische storm	--						--
<i>III</i>							
Driejarige opbrengstcyclus			*				geen
Natte oogstperiode		*					geen
<i>IV</i>							
Luchtverontreiniging		*					geen
Bemesting	*						gedeeltelijk
Grondsoort	*						geen
Oogstmethode			*				handmatig
Ziekten	*						gewasbeschermings- delen zelden

Figuur 3.8 Bepalende factoren China

Er zijn vijf variëteiten ontwikkeld met een goede opbrengst: Xiao-mi, Da-mi, Shi-bing, Grape en Cai-tong.

De nodige aandacht zal uitgaan naar de acceptatie door de boeren. Zij zullen dode of oude bomen moeten gaan vervangen met deze nieuwe variëteiten. Gewascompetitie is denkbaar, afhankelijk van de marktsituatie zal inplanten van tung worden afgewogen tegen de zijderupsproductie. Vanuit de overheid wil men graag een integraal management gaan implementeren om de kwaliteit van de tungproductie te verhogen. Opleiding en propaganda zullen bijdragen aan deze ontwikkeling.

3. *Toename van de oliekwaliteit*

Een aandachtspunt ter verbetering van de oliekwaliteit is toename van de nootkwaliteit. Heel belangrijk is de noten aan de bomen te laten rijpen en op een bepaald tijdstip te oogsten: na de eerste vorst.

Een andere mogelijkheid is het pellen door de boeren laten uitvoeren.

4. *Verbetering van de verwerking van de noten*

De kwaliteit van de oliemolens is relatief laag. Niet zozeer de verwerkingseenheid is het probleem maar het grote aantal van deze eenheden in de regio. Elke oliemolen kent een eigen bedrijfsvoering dat onherroepelijk leidt tot verschillende productkwaliteiten. Een punt van aandacht is het zuiveren van de olie van ongewenste substanties. De overheid streeft erna de kwaliteitsstandaard van de molens te verhogen. Economische en inhoudelijke ondersteuning vanuit het westen wordt noodzakelijk geacht.

5. *Verandering huidige organisatiestructuur in de productiekolom*

Zie pagina 39

Beleidsmaatregelen op nationaal niveau

Het nationale bosbouwbeleid is gericht op de bescherming van kwetsbare gebieden in het land. Dit zijn de projecten genoemd in de bespreking van

China paragraaf 3.2.1. Om buitenlandse investeerders een toegang te bieden tot het land zijn speciale wetten van kracht ter bescherming van deze ondernemingen. Voor bosbouwdoeleinden, waaronder de aanleg van plantages valt, zijn nationale fondsen beschikbaar.

3.3 Zuid-Amerika

3.3.1 Ontwikkeling tungteelt in Zuid-Amerika

De productie van tungnoten in de Latijns-Amerikaanse landen is van een nog recentere datum dan die van de Verenigde Staten. De tungolie-industrie dateert van 1928. Al snel bevonden zich A. fordii-aanplantingen in Costa Rica, Cuba, Dominicaanse Republiek, Guatamala, Haïti, Honduras, Uruguay, Paraguay, Brazilië en Argentinië. Paraguay, Argentinië en Brazilië ontwikkelden zich het sterkst en behoren momenteel tot de belangrijkste productie- en exportregio's.

Sinds de jaren zeventig hebben Argentinië en Paraguay "stuivertje gewisseld" in de ranglijst van de top drie. Hoewel Argentinië lange tijd het tweede productieland na China was, is de productie, weliswaar geleidelijk, steeds verder afgenomen. De Paraguyaanse tungnotenproductie is toegenomen tot op een gestabiliseerd niveau van 46 kton (vijfjarig gemiddelde 1990-1995). Momenteel strekt het belangrijkste tungproductiegebied, de "Latijns - Amerikaanse tunggordel" (figuur 3.9a), uit van de provincies Itapúa (Paraguay) via Misiones (Argentinië) tot aan Rio Grande do Sul (Brazilië). In de loop van de afgelopen decennia heeft de tungproductie in deze Latijns-Amerikaanse tunggordel zich verder gecentraliseerd in het Paraguaanse gebied.

De ontwikkeling van de tungteelt in de Zuid-Amerikaanse landen werd sterk beïnvloed door interne en externe politieke besluitvorming in de Verenigde Staten. Factoren zoals het handelsembargo tegen China, Findley's "termination Bill" en de US "1985 Farm Bill" hebben zowel invloed gehad op de initiatie van de tungteelt als een gestage interessedaling op dit moment. Deze aspecten zullen verder uitgewerkt worden in hoofdstuk 4.



Figuur 3.9a De Latijns-Amerikaanse "tunggordel"

3.3.2 Paraguay

De Paraguaanse tungteelt is geconcentreerd in Itapúa, een provincie in de zuidoosthoek van het land (tabel 3.5). Dit gebied grenst aan de Argentijnse provincie Misiones, het belangrijkste Argentijnse tungproductiegebied. Paraguay is een belangrijk tungexportland en behoeft waarschijnlijk een goede en snelle verbinding met een belangrijk havengebied (Sao Paulo, Brazilië).

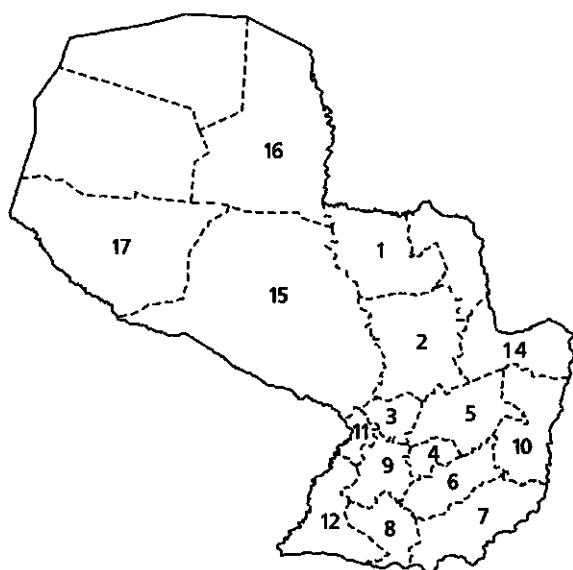
Tabel 3.5 Tungproductie regio's Paraguay

Provincie	Productie 1992 (ton)	Oppervlakte (ha)
1. Concepción	60	2
2. San Pedro	10	5
3. Cordillera	1	-
4. Guairá	30	6
5. Caaguazú	40	5
6. Caazapá	40	30
7. Itapúa	45.990	10.920
8. Misiones	10	5
9. Paraguari	10	-
10. Alto Paraná	-	30
11. Central	10	2
12. Ñeembucú	-	-
13. Amambay	1	-
14. Canindeyú	9	1
16. Presidente Hayes	-	-
17. Alto Paraguay	-	-
18. Boqueron	-	-
Totaal	46.211	11.006

Bron: Anuario estadístico del Paraguay 1992.

Sinds de jaren zeventig wordt er in Paraguay en Argentinië met regelmaat gesproken over een interessedaling in tung. Dit blijkt niet uit de statistieken van Paraguay, wel uit die van Argentinië. De landbouwers willen de oudere boomgaarden vervangen door hoger renderende gewassen zoals soja. In Paraguay wordt vooral gebruikgemaakt van "close planting": het bereiken van het productieoptimum in de kortst mogelijke tijd. Hierbij hoort tevens een korte plantagecyclus van 15-20 jaar.

De invloed van het weer op de tungproductie blijkt uit figuur 3.15. De tungcultuur werd in 1972 zwaar getroffen door een vorstperiode juist in het bloeiseizoen. Tevens is in deze figuur de tweejaarlijkse cyclus herkenbaar. In de jaren zestig en zeventig werd ook nog over een drie jaarlijkse cyclus gesproken (Oil World, 1972). Elke periode van drie jaren kent een hoge, een lage en een gemiddelde opbrengst jaar. Per definitie moet de hoogste opbrengst worden gevolgd door een laagste en die weer door een gemiddelde opbrengst. Na 1975 is deze cyclus niet meer zo duidelijk te herkennen (figuur 3.2).



*Figuur 3.9b Tungproductie regio's Paraguay
(De nummers in de figuur corresponderen met de provincienamen in tabel 3.5)*

Ook in Paraguay wordt de productie sterk door externe factoren waaronder het klimaat bepaald. Vooral rondom het moment dat de bomen in bloei geraken is kritiek. Dit moment ligt in de maand augustus. De oogst vindt het daarop volgende jaar plaats in de maanden april en mei. De belangrijkste tungplantage karakteristieken staan in bijlage 12. De gegevens geven een gemiddeld beeld van de situatie in Paraguay. Lokaal treden grote verschillen op.

3.3.3 Argentinië

Overzicht tungcultuur

1928	Eerste aanplant in Latijns-Amerika
1947	Argentinië beplant 40.000 ha. Het aantal bomen bedraagt 1.8 miljoen.
1965	5 Coöperaties en 2 private ondernemingen produceren 25.000 ton tungolie in Misiones
1994	1 Coöperatie produceert tungnoten

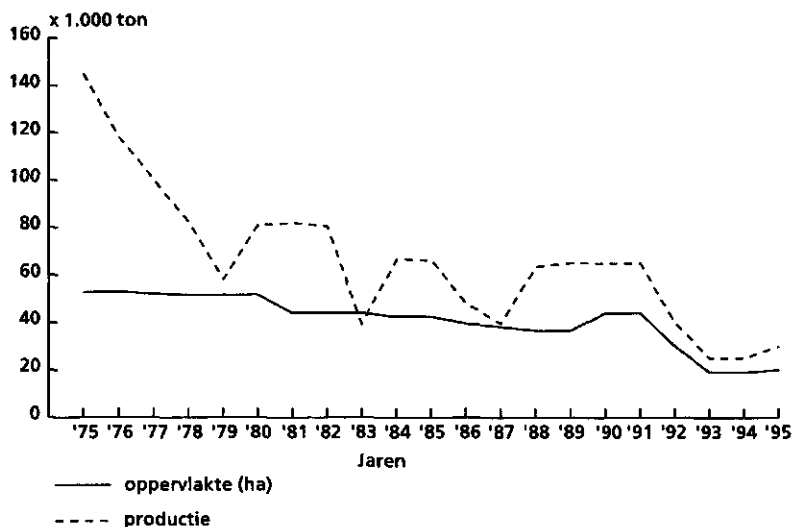
Bron: Departement van Economische Zaken, 1937; Maas, 1947; Planck, 1952; Haerberle, 1996.

Argentinië was in de jaren zestig en zeventig een van de toonaangevende productielanden van tungnoten (figuur 3.10). De tungproductie concentreert zich in de provincie Misiones. Deze provincie ligt in de noordoosthoek

en wordt omgeven door de provincie Corrientes en de landen Brazilië en Paraguay. De belangrijkste gewassen met de jaarlijkse opbrengsten over de periode 1994/1995 zijn: maté (226.000 ton), thee (172.000 ton) en tabak (20.500 ton). Deze producten maken respectievelijk 87, 95 en 26% uit van de nationale opbrengst. Andere belangrijkste producten zijn: citrusvruchten, suikerriet en natuurlijk tung.

De jaarlijkse tungopbrengsten worden vooral bepaald door de weersomstandigheden rondom de bloeiperiode in september. Het gebied kent verder een heel mild subtropisch klimaat, zonder een droogteperiode, met een gemiddelde jaarlijkse regenval van 1.700 mm en een gemiddelde temperatuur van 20 graden Celsius.

Over de afgelopen twintig jaren is de tungproductie in Argentinië sterk teruggelopen (figuur 3.10). Over dezelfde periode laat de areaalgrootte slechts een lichte daling zien. In tegenstelling tot de FAO-statistieken is volgens lokale berichtgeving (Villanueva, 1996) ook het areaal sterk teruggelopen. Daarnaast is de gemiddelde plantage leeftijd hoog en bevindt zich aan het einde van de plantagecyclus. Bij de Argentijnse landbouwers bestaat al sinds de jaren zeventig behoefte de oude plantages te vervangen door hoger renderende gewassen zoals maté. Momenteel is nog een van de vijf oorspronkelijke cooperaties actief: Cooperative Agrícola Limitada de Picada Libertad. Belangrijkste tungplantage karakteristieken staan in bijlage 13. Ook voor deze gegevens geldt dat zij per locatie sterk kunnen afwijken. De gegevens komen goed overeen met die voor Paraguay.



Figuur 3.10 Tungproductie Argentinië
Bron: FAO.

3.3.4 Brazilië

Overzicht tungcultuur

1930 Start van de tungcultuur

1942 Het aantal geplante bomen wordt geschat op 2 miljoen

1947 Brazilië verdubbelt haar aantal bomen sinds 1942

Bron: Planck, 1952.

De Braziliaanse tungproductie is sinds de jaren zeventig sterk teruggelopen. Het belangrijkste productiegebied ligt in de provincie Rio Grande do Sul. Het spreidt zich uit over de gemeenten Veranópolis, Vila Flores, Antônio Prado, Caxias do Sul en Fagundes Varela. Een coöperatie "Cooperativa dos Plantadores de Tungue" te Caxias do Sul is nog actief bestaande uit 550 leden. De huidige interesse daalt nog steeds, wat blijkt uit het dalende productieoppervlak (tabel 3.6). Er worden geen nieuwe plantages aangelegd. Onder optimale omstandigheden wordt een opbrengst gehaald van 2.000 tot 2.500 ton tungnoten. Al te vaak wordt door externe factoren dit optimum niet gehaald. Uit een optimale opbrengst wordt ongeveer 450 ton olie geperst. Het schroot wordt toegepast in de regionale bloementeel in de plaatsen Vale do Rio Cai en Grande Porto Alegre (Schirmer, 1996).

Tabel 3.6 Tungproductie regio Brazilië

Provincie	Productie 1991 ton	Oppervlakte hectare	Productie 1992 ton	Oppervlakte hectare
Rio Grande do Sul	2.278	1.357	1.536	1.099

Bron: Annuário estatístico do Brasil 1994.

De Braziliaanse tungproductie wordt sterk beïnvloed door weersinvloeden. Evenals in de andere productielanden is de meest kritische fase van de jaarlijkse groeicyclus een flinke koude tijdens de bloeifase in het voorjaar rond augustus. Weersinvloeden tijdens de oogst zijn van minder groot belang. De oogstperiode ligt in de maanden april en mei waarin de noten luchtgedroogd worden. Een droog weertype heeft op dat moment een gunstiger effect op de opbrengst.

3.3.5 Invloed productiebepalende factoren in Zuid-Amerika

In de onderstaande figuur accentueert de arcering nogmaals het belang van de bepalende factoren. Een donkere kleuring betekent een grote invloed op de tungteelt.

Effect op opbrengst	Hoog	Kort tijdens Bloei Uitblijven nachtvorst Niet te lang op de grond Niet te vroeg op de grond	
	Laag	Tweejarige opbrengstcyclus Natte oogstperiode II Ziekten	Luchtverontreiniging Bemesting Grondsoort Oogstmethode IV
		Kort (een seizoen)	Lang (meerdere seizoenen)
		Termijn	

Figuur 3.11 Opbrengst-termijnmatrix Paraguay, Argentinië en Brazilië

Oogstmethode

De factor arbeid speelt een rol tijdens de oogstperiode. Het blijkt steeds moeilijker arbeiders te vinden voor het rapen van de noten. Indien de noten te lang op de grond blijven daalt de kwaliteit van de olie sterk. Vanwege dit specifieke oogstprobleem bestaat er bij Europese bedrijven behoefte andere oogstmethoden te gebruiken. Mechanisatie van de oogst kan alleen indien de plantages hierop zijn ingericht. Dit is momenteel niet het geval.

Vorst

De invloed van de bepalende factoren op de tungplantages wordt integraal besproken voor de drie tunggebieden.

De klimatologische factoren bepalen voor een belangrijk deel de jaarlijkse opbrengst. Vorst is hierin de onberekenbare factor. Zowel het uitblijven van vorst als het optreden van een verlate vorstperiode tijdens de bloei veroorzaken de grote fluctuaties in de Zuid-Amerikaanse tungproductie.

Andere factoren

De invloed van de Blok II- en IV-factoren op de opbrengst is beperkt. Bemesting wordt nauwelijks toegepast. Ook recycling van meststoffen is geen item. Nootresten worden in de open lucht verbrand. Ziekten en plagen treden wel op. De economische impact is echter gering.

3.3.6 Perspectief tungteelt in Zuid-Amerika

In figuur 3.12 staan de factoren nogmaals genoemd met daarbij de impact en de genomen maatregelen ter reductie van de invloed.

Productiebepalende factoren	Impact:						Genomen maatregelen	reductie-effect
	0	1	2	3	4	5		
I								
Verlate vorstperiode					*		geen	
Uitblijven vorstperiode					*		geen	
Overstroming	--						--	
II								
Tropische storm	--						--	
III								
Tweejarige opbrengstcyclus	*						geen	
Natte oogstperiode			*				geen: handmatige oogst	
IV								
Luchtverontreiniging	--						--	
Bemesting		*					gedeeltelijk	
Grondsoort		*					optimaal	
Oogstmethode			*				handmatig	
Ziekten			*				geen gewasbeschermingsdelen zelden	

Figuur 3.12 Bepalende factoren Paraguay, Argentinië en Brazilië

Het blijkt dat in de Zuid-Amerikaanse landen momenteel geen maatregelen worden genomen ter minimalisering van de effecten van de factoren. In deze landen vindt geen vernieuwing plaats. Hoewel informatie over oogstmechanisatie reeds uit begin jaren zeventig bestaat (Jezek, 1971) is over een periode van twintig jaar nauwelijks enige verandering opgetreden in het teeltmanagement. Het gebruik van meststoffen is gering. Kunstmest wordt spaarzaam toegepast en zelfs recycling van de noot resten wordt niet toegepast. Deze resten worden veelal aan de open lucht verbrand.

3.4 Verenigde Staten

3.4.1 Ontwikkeling tungteelt

Overzicht tungcultuur in de VS

1904	Eerste aanplant <i>A. fordii</i> Californië
1906	Eerste aanplant in Florida
1923	Eerste extractie plant operationeel in Florida: Alachua Tungoil Corp.
1934	40.000 ha. beplant
1939	70.000 ha. beplant, 3/4 van de tungopbrengst gaat door vorst ten gronde
1949	Instellen van de "National Agricultural Act"
1969	Tropische storm "Camille" vernietigt grootste deel tungcultuur
1972	Findley presenteert zijn "termination bill"
1977	Beëindiging van het tungnoten programma.
1995	Initiatief van de "American Tungoil Corporation of Mississippi" om 2.000 ha in Mississippi aan te planten

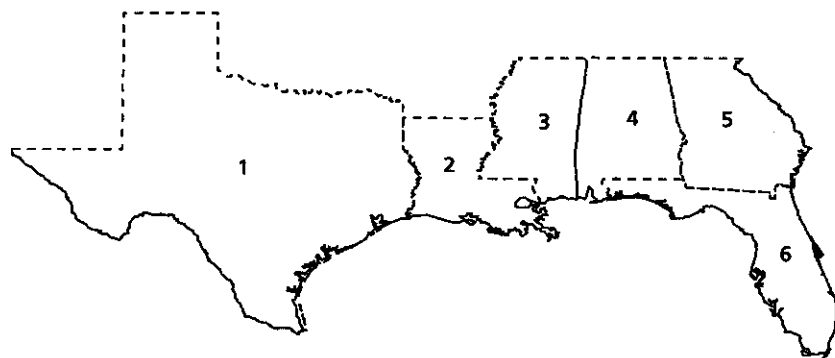
Bron: Planck, 1952; Departement van Economische zaken, 1937; CMR, 1995.

De tungproductie heeft in de VS grote schommelingen doorgemaakt. Van één van de belangrijkste tungproductielanden van voor de jaren zeventig tot een totale beëindiging van de teelt in 1977. In de jaren negentig wordt opnieuw aandacht besteed aan de inrichting van plantages. Deze revival zal niet leiden tot de productie omvang van weleer. Een uitgebreidere historische behandeling van de tungteelt in de VS werpt wel enig licht op de goede productiemogelijkheden rond de Golf van Mexico ook buiten de staat Mississippi.

De tungproductie in de VS is in vergelijking met China pas van recente datum. De eerste aanplant van *A. fordii* dateert van 1904 in Californië. Later werd de productie uitgebreid tot de staten rond de golf van Mexico, vormend de "VS-tunggordel" (figuur 3.13):

1. Texas;
2. Louisiana;
3. Mississippi;
4. Alabama
5. Georgia en in 1906 Tallahassee;
6. Florida.

De belangrijkste "districten" in Florida vormen de "Florida-tunggordel": Jefferson, Leon, Jackson, Alachua, Walton, Levy, Bradford, Calhoun en Gadsden (figuur 3.14).

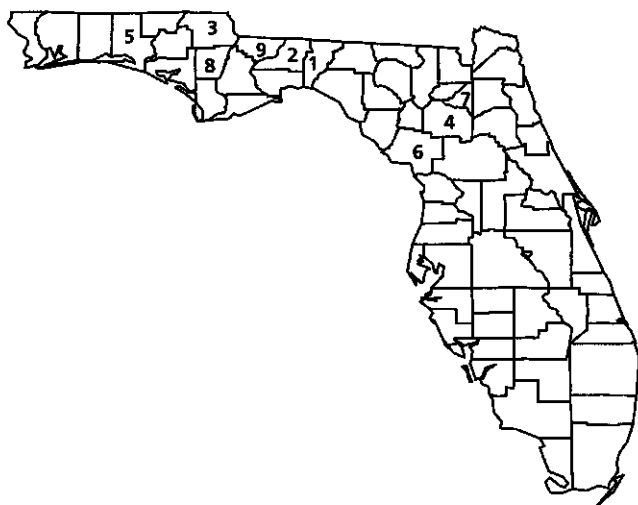


Figuur 3.13 Tungproductieregio's Verenigde Staten

(De nummers in de figuur corresponderen met de provincienamen in bovenstaande tekst)

De groei was enorm (tabel 3.7): in 1934 waren 40.000 ha beplant, in 1939 was dit toegenomen tot 70.000 ha. De opbrengsten werden sterk bepaald door externe factoren: misoogsten ten gevolge van plaatselijke weersomstandigheden. Zo ging in 1939 driekwart van de opbrengst door vorst ten gronde waardoor slechts 2% van de interne vraag kon worden gedekt. Optimalisatie van de opbrengst door het benutten van vorstresistente soorten, het kiezen van de beste grondsoorten en bemesting van de cultuur had grote invloed. Hierdoor kon op een vergelijkbaar areaal de productie flink toenemen. De opbrengsten van de cultuur namen toe van 27 ton noot in 1944 tot 47,5 ton in 1946. In 1969 was het areaaloppervlak toegenomen tot 81.000 ha

voordat de tropische storm Camille toesloeg. Deze storm was een genadeslag voor de tungcultuur dat toch al grote productiemoeilijkheden kende (figuur 3.15). Het was ook het moment dat besloten werd de beschermde tungproductie ("National Agricultural Act") in de VS te stoppen. Hiertoe werd een wetsvoorstel ingediend door de republiein Findley, dat werd gesteund door de USDA. In dit voorstel werd als deadline het jaar 1977 gesteld. Door federale ondersteuning van de tungproductie werd de import uit China lange tijd afgeschermd. Door deze beschermende maatregel werd de onvoldoende binnenlandse productie aangevuld met import uit Latijns-Amerikaanse landen waaronder Argentinië en Paraguay. In het begin van de jaren negentig is het initiatief genomen om opnieuw een Aleurites-cultuur te starten in de staat Mississippi (CMR, 1995).



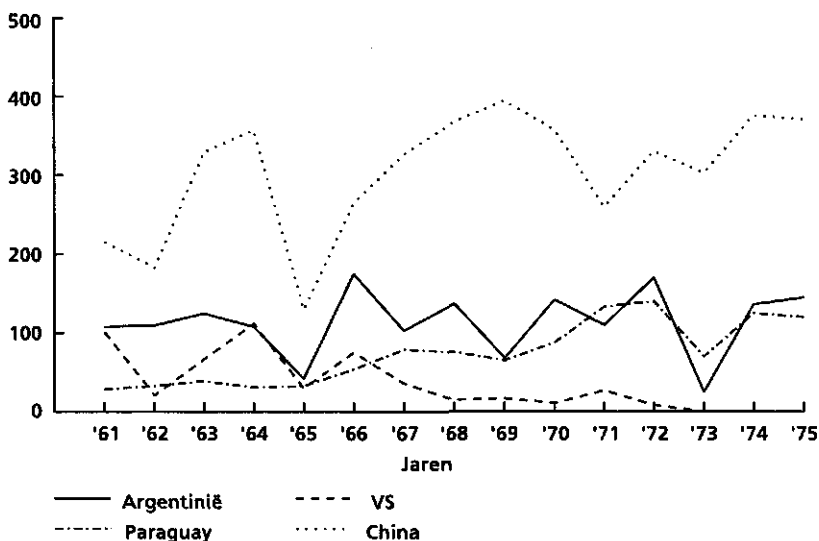
Figuur 3.14 Tungproductieregio's Florida in de jaren zestig

(1. Jefferson, 2. Leon, 3. Jackson, 4. Alachua, 5. Walton, 6. Levy, 7. Bradford, 8. Calhoun en 9. Gadsden)

Tabel 3.7 De tungcultuur in de VS: 1930 en 1935

Staten	Bedrijven 1935	Bedrijven 1930	Hectare 1935	Aantal bomen allerlei 1935	Aantal bomen allerlei 1930
Alabama	104	23	794	63.364	8.687
Florida	174	85	13.478	1.064.511	300.834
Georgia	101	7	3.076	215.898	3.162
Louisiana	41	8	2.659	123.000	4.644
Mississippi	192	20	20.078	2.068.119	33.451
Texas	15	1	81	7.460	15
VS totaal	627	144	40.166	3.632.361	350.793

Bron: Departement van economische zaken, 1937.



Figuur 3.15 Ondergang tungproductie in de VS (ton)
Bron: FAO.

3.4.2 Huidige tungproductie

In Mississippi is in 1993 gestart met de aanleg van nieuwe plantages door de "American Tungoil Corporation Inc." (ATO), een dochtermaatschappij van "Industrial Oil Products" (IOP) uit Woodbury, NY. Dit bedrijf, dat sterk gericht is op de landbouwkundige kant van de productie van tungnoten, streeft naar een areaalgrootte van 5.000 ha, te verwezenlijken in het jaar 2002. De aanleiding van dit initiatief is de onbetrouwbaarheid van de levering van de Chinese tungolie, de Amerikaanse wetgeving op het gebied van het gebruik van in Amerika geproduceerde plantaardige oliën in drukinkten (voor zover van toepassing) en de aangescherpte milieuwetgeving (Clean Air Act). Deze wet is van toepassing op onder andere het oplosmiddelengebruik in specifieke verven, vernissen en inktten. Het huidige verbruik van tungolie in de VS is (1996) 12.000 pond.

De ATO is gestart met een kleine plantageareaal van 12.000 acre (bijlage 14). Een deel hiervan is op gronden van het bedrijf; het merendeel op basis van contractteelt bij boeren in de wijde omgeving. De belangrijkste reden voor de bescheiden start van het bedrijf is gelegen in de onvoldoende beschikbaarheid van uitgangsmateriaal. De ATO heeft een tweetal variëteiten in het aanbod (de zogenaamde L-2 en F-99).

Om de verwachte schommelingen in het aanbod (ten gevolge van vorst en stormen) het hoofd te kunnen bieden wordt er voor een zeker percentage (ongeveer 5%) meer contracten aangegaan dan de te verwachten afzet.



Tabel 3.8 Tungolie importvolume en prijs

Jaar	Volume (ton)	Prijs (\$cent/pound=0,4536kg)
1989	6.474	41,0
1990	4.045	55,1
1991	5.645	62,8
1992	4.996	106,8
1993	4.270	128,9
1997	--	100,0

Bron: USDA en ATO Inc.

De ATO fungeert tevens als kennisinstituut voor de tungnoten teelt, in samenwerking met de Amerikaanse telersassociatie.

De tungolie wordt na persing (de installatie hiervoor is vanaf maart 1997 beschikbaar) in zogenaamde "mild-steel"-vaten opgeslagen (eventueel met een stikstofbuffer) waarna de moedermaatschappij voor verdere distributie naar de klanten zorgt.

In de VS wordt tungolie gebruikt voor verven en coatings (40%), drukinkten (40%) en voor bouwmaterialen (20%). Tungolie wordt binnen deze laatste toepassing gebruikt voor de behandeling van beton dat beschadigd is door lekkage van zuren (binding agent) en/of om beton een vochtwerende laag te geven (waterrepellant).

Het moederbedrijf IOP heeft ongeveer 65% van de totale binnenlandse markt in handen (inclusief de domestic production).

3.4.3 Invloed productiebepalende factoren

Oogstmechanisatie

De hernieuwde opzet van de tungplantages in Mississippi maakte de implementatie van nieuwe technieken mogelijk. Mechanisatie van de oogst werd reeds in de jaren zeventig doorgevoerd. De recentelijke "tungrevival" werd ingezet met de ontwikkeling en ingebruikname van een tungplant-machine. Daarnaast is bij de aanleg tevens rekening gehouden met "cover crops". Dit alles maakt van de tungteelt in de VS de meest innovatieve van de wereld.

Vorst

De invloed van een verlate nachtvorst werd bestudeerd en een oplossing gevonden. Het gebruik van een bloeivertragendmiddel stelt de bloemontwikkeling een aantal weken uit.

Tropische storm

De tropische storm Camille betekende het einde van de tungteelt in de Verenigde Staten. Een herhaling van een vergelijkbare stroom is niet geheel uitgesloten, al is de kans hierop echter klein.

Andere factoren

De invloed van Blok II- en IV- factoren is nihil. De teelt is zeer efficiënt opgezet. Er is gebruikgemaakt van historisch informatie. De plantages zijn ingeplant op gronden waar een aantal decennia geleden tungbomen zeer goed gedijden.

De invloed van ziekten en plagen is gering en oogstmechanisatie heeft de invloed van de natte oogstperiode geminimaliseerd.

Effect op opbrengst	Termijn	
	Kort (een seizoen)	Lang (meerdere seizoenen)
Hoog	Vorst tijdens bloei I	Tropische storm
Laag	Tweejarige opbrengstcyclus Natte oogstperiode II Ziekten	Grondsoort IV

Figuur 3.16 Opbrengst-termijnmatrix Mississippi

3.4.4 Perspectief

Figuur 3.17 geeft de bepalende factoren, de impact en de genomen maatregelen voor Mississippi. Het management is erop gericht een zo hoog mogelijk resultaat te bewerkstelligen. Het gebruik van machines, nieuwe plantvariëteiten, mesttoediening zijn methoden de opbrengst te optimaliseren. In de VS blijft het niet bij theorie maar wordt de bestaande kennis ook toegepast.

Het grootste risico blijft het klimaat. Het verschil met de andere productielanden is het effect van een tropische storm. Hoewel de frequentie laag is, heeft zo'n storm dramatische gevolgen voor de teelt.

Reductie van de invloed van vorst wordt bewerkstelligd door toepassing van bloeivertragende middelen. De invloed van de meerjarige opbrengstcyclus is gering. Het is vergelijkbaar met de andere productielanden. Het gebruik van oogstmachines beperkt de schade aan de bomen die kan optreden door plukken of stoten van de noten zoals in China. Ziekten en plagen treden wel op maar het effect is ook gering.

3.5 Discussie

De beschrijving van de tungolieproductie is gestoeld op verschillende statistische bronnen: FAO, Oil World, Nationale statistieken en informatie uit de productieregio's. Een vergelijking van deze bronnen levert een inconsistent beeld op van de productievolumes in de productieregio's. Vooral de productie-statistieken over Paraguay lopen sterk uiteen. De FAO geeft een beeld van de tungproductie over een periode van 20 jaren. Volgens FAO ligt de tungproductie op een stabiel niveau van 46 duizend ton noten jaarlijks. De Nationale statistieken in de "Anuario estadístico del Paraguay" geven een vrij gedetail-

Productiebepalende factoren	Impact:						Genomen maatregelen reductie-effect
	0	1	2	3	4	5	
I							
Verlate vorstperiode					*		beperkt: niet op laaggelegen gronden
Uitblijven vorstperiode	--						--
Overstroming	--						--
II							
Tropische storm					*		geen
III							
Tweejarige opbrengstcyclus		*					geen
Natte oogstperiode		*					mechanisatie: oogst
IV							
Luchtverontreiniging	--						--
Bemesting		*					kunstmest
Grondsoort		*					optimaal
Oogstmethode		*					machinaal
Ziekten		*					gewasbeschermingsdelen

Figuur 3.17 Bepalende factoren Mississippi

leerd beeld van de tungproductie uitgesplitst over de verschillende provincies. De productie van tungnoten over 1992 blijkt hier niet meer te bedragen dan 46.211 ton. Echter, op basis van het beschikbare areaal kan een schatting worden gemaakt over productiemaxima. Het totale productieoppervlak bedroeg in 1992 ongeveer 11.000 ha. Lokale bedrijven komen tot een optimaal productievolume van 3 ton/ha resulterend in een maximale opbrengst van 33.000 ton noten nationaal. Dit getal is veel lager dan de Nationale statistieken en de FAO statistieken opgeven.

3.6 Conclusie

De productie van tungnoten in de belangrijkste productielanden geeft het volgende beeld te zien (tabel 3.9). De ontwikkelingen in de zuid-Amerikaanse landen geven een dalende tendens te zien. Vervanging van de bestaande plantages door andere jaarlijkse gewassen zet zich door. In de Verenigde Staten is sprake van een "tungrevival". De tungteelt zal worden uitgebouwd tot ongeveer 5.000 ha. De Chinese tungolieproductie zal de komende jaren gelijk blijven door de intentie veel meer aandacht te besteden aan het onderhoud van de bomen dan uitbreiding van het aantal bomen.

Tabel 3.9 Notenopbrengsten per hectare verschillen per productie regio (1995)

Productieland	Totale opbrengst (ton)	Opbrengst per hectare (kg)	Productie trend (teelt interesse)
China	450.000	450-2.250	neutraal
Paraguay	46.000	2.000-3.000	dalend
Argentinië	40.000	1.500-6.000	dalend
Brazilië	1.000	2.000-2.500	dalend
VS	..	5.000	stijgend

Daarnaast spelen de productiebepalende factoren een rol (figuur 3.18). Deze factoren zullen allen een rol blijven vervullen in de toekomst. De onvermijdelijkheid van klimatologische factoren, vorst, uitblijven van vorst, droogte en stormen, is een belangrijke oorzaak. De invloed van de andere factoren kan alleen worden vermeden indien de teelt dit toelaat. In China is mechanisatie van de planten en oogsten uitgesloten in de bergachtige gebieden. Wel kan hier via een beter management van de teelt een productieoptimalisatie bereikt worden.

Factoren	Impact					Mogelijkheid tot oplossing in productielanden
	1	2	3	4	5	
Vorst tijdens bloei					*	geen
Uitblijven vorst					*	geen
Droogte tijdens vruchtontwikkeling				*		geen
Natte periode tijdens oogst		*				geen, maatregelen alleen in de VS
Bemesting	*					zelden, maatregelen alleen in de VS
Ziekten en plagen	*					zelden
Grondsoort			*			geen
Oogstmethode			*			geen maatregelen alleen in de VS
Meerjaarlijkse cyclus	*					geen

Figuur 3.18 Kwalitatieve beoordeling van de bepalende factoren in de tungproductie

4. TUNGOLIEHANDEL

Kort: De US-politiek heeft via haar nationale en internationale beleidsmaatregelen een beslissende rol gespeeld in de tungteelt van de Zuid-Amerikaanse landen: Paraguay, Argentinië en Brazilië. US handelsembargo's tegen China, en nationale wetgeving ter bescherming van de binnenlandse productie zijn een sterke stimulans geweest voor de tungontwikkeling. De soja-embargo en later totale embargo's tegen de Sovjet Unie in combinatie met nationale wetgeving resulteerde in een sterke ontwikkeling van de Zuid-Amerikaanse sojateelt wat indirect leidde tot gewassubstitutie. De huidige ontwikkeling van een hernieuwde tungteelt in Mississippi, als reactie op de "Clean Air Act", kan grote gevolgen hebben voor de resterende Zuid-Amerikaanse tungteelt.

De economische veranderingen in China maken van dit land een belangrijke speler op de tungwereldmarkt. Nu is de olie vaak nog wisselend van kwaliteit, meestal van lagere kwaliteit dan de Zuid-Amerikaanse olie, in de toekomst gaat dit zeker veranderen. Er bestaat een grote bereidheid tot samenwerking met internationale marktpartijen.

4.1 Algemeen

Het volumeniveau van de wereldtunghandel ligt sedert een aantal decennia op een gemiddelde omvang van 40 kton per jaar (FAO). Dit betekent niet dat er geen grote veranderingen plaatsvinden in de handel van de olie. In de eerste vijftig jaren van deze eeuw was de handel vooral gericht op Westerse landen, momenteel verschuift het zwaartepunt meer in de richting van sterk groeiende economiën van Azië (Japan, Zuid-Korea, Taiwan en Hong Kong). Momenteel zijn deze landen goed voor een gezamenlijke tungimport van 62% met een stijgende tendens. De belangrijkste Westerse import (VS en EU-15) bedroeg in 1995 25% en heeft een dalende tendens.

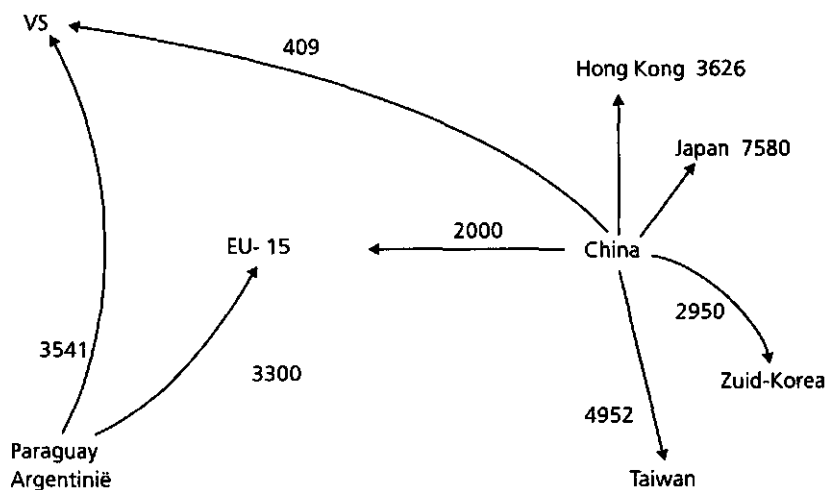
De wereldhandel wordt door een reeks van factoren beïnvloed. De belangrijkste kunnen worden ondergebracht in twee blokken: Factoren die politiek bepaald zijn en andere factoren. Hieronder zal de bespreking ook op deze wijze geschieden:

- Politieke factoren: internationale en nationale politiek (handelsembargo's, instelling vrijhandelsgebieden en nationale landbouw stimuleringsmaatregelen).
- Factoren die niet politiek bepaald zijn: het gangbare aanbod en de vraagfactoren (beschikbaarheid en consumptie).

4.2 Mondiale tungexport

De grootste productielanden zijn tevens de grootste exportlanden. China is de 's werelds grootste tungolie-exporteur. De beide Zuid-Amerikaanse lan-

den hebben een beduidend kleiner exportvolume. De export uit de rest van de wereld wordt voor een belangrijk deel ingevuld door Hong Kong. Het wordt naast China gezien als belangrijkste doorgeefluik van Chinese houtolie naar Aziatische en Westerse landen.



Figuur 4.1 Fysieke stromen tungolie (ton) 1995
Bron: Oil World.

Tabel 4.1 Wereld export tungolie (ton)

	1995	1994	1993	1992	1991	1990
China	22.500	30.000	16.990	20.867	14.485	16.069
Paraguay	3.400	4.603	2.295	4.221	9.039	8.347
Argentinië	4.319	2.415	2.497	5.808	8.522	8.557
Rest wereld	5.292	7.582	7.411	9.357	8.554	5.527
Totaal	35.511	44.600	29.193	40.253	40.600	38.500

Bron: Oil World.

De cijfers geven geen goed beeld van de fysieke stromen over de wereld. Hoewel China dominant aanwezig is op de wereldmarkt, is de export momenteel primair gericht op de Aziatische landen. Belangrijkste importerende naties zijn de sterk groeiende economiën van Japan, Zuid-Korea en Taiwan. De Zuid-Amerikaanse landen hebben vooral een exportbelang in de tungolie handel gericht op de Westerse landen: de VS en EU.

4.3 Import EU en Nederland

De import van tungolie neemt langzaam af van 5.659 ton in 1985 tot 4.330 ton in 1995. Hoewel na 1993 er sprake is van een lichte stijging heerst er over het algemeen enig pessimisme rondom de EU-tungconsumptie.

In Europese tunghandel neemt Nederland een belangrijke plaats in als handelscentrum. Ongeveer de helft van de in de EU-15 geïmporteerde tungolie werd via Nederland ingevoerd in 1995 (zie tabel 4.2).

Tabel 4.2 Tungolie import EU-15 (ton)

	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1985
België/Luxemburg	110	148	10	54	2	25	52
Denemarken	56	58	46	44	47	115	303
Duitsland	825	912	720	1.036	1.138	1.078	1.502
Finland	5	4	2	17	17	32	62
Frankrijk	117	160	112	235	259	848	479
Italië	288	273	164	178	109	149	409
Nederland	2.174	1.663	1.351	782	543	1.095	1.201
Oostenrijk	55	139	130	118	84	182	139
Portugal	15	15	-	105	79	89	112
Spanje	100	164	145	198	340	207	235
UK	490	495	608	893	862	924	1.043
Zweden	95	71	44	43	329	93	122
Totaal	4.330	4.102	3.332	3.703	3.809	4.837	5.659

Bron: Oil World.

4.4 Politieke factoren: Internationaal

4.4.1 Vrijhandelsgebieden: Mercosur

Met betrekking tot de internationale handel is Latijns-Amerika een vaag begrip. Het gebied ten zuiden van de VS kan worden opgedeeld in een vijftal internationale samenwerkingsverbanden:

1. "NAFTA", waartoe Mexico behoort;
2. Midden Amerika "Central American Common Market" (CACM) (met als leden: Costa Rica El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua en Panama
3. Caribisch gebied "Caribbean Common Market" (Caricom), Bahama's, Barbados, Cuba, Dominicaanse Republiek, Haïti, Jamaica, Trinidad, Frans Guyana, Guyana, Nederlandse Antillen en Suriname;
4. Andesgebied (Andes-pact), Colombia, Ecuador, Peru, Bolivia en Venezuela
5. Mercosur (waartoe de landen Brazilië, Argentinië, Uruguay en Paraguay behoren). Chili wordt om economische en geografische redenen aan het laatste blok gekoppeld.

Tabel 4.3 Kerngegevens Latijns-Amerika en subregio's in Latijns-Amerika

	L.A.	Mexico	CACM	Caricom	Andes	Mercosur
BNP (mld. US\$)	970	230	30	40	140	530
Bevolking (miljoen)	450	85	35	30	95	205
Urbane bevolking (%)	73	85	49	57	72	80
Inkomen per capita (US\$)		2.700	800	1.400	1.500	2.600
Agrarische import (mld. US\$)		5,9	2,2	3,0	3,3	5,3
Agrarische export (mld. US\$)		3,6	2,3	1,5	4,0	19,2

Bron: Wereldbank 1992, FAO 1993.

Uit de tabel blijkt dat Mexico en de Mercosurlanden het hoogste inkomen per hoofd van de bevolking hebben, respectievelijk 2.700 en 2.600 US\$. In deze landen wonen ook de meeste mensen in stedelijke gebieden, respectievelijk 85 en 80%. Gelet op het relatief hoge inkomstenniveau van de omvangrijke stedelijke middenklasse - ongeveer op Westeuropes niveau - vormen Mexico en de Mercosur-landen in dit continent aantrekkelijke marktgebieden.

Het belangrijkste tungproductiegebied ligt in het vrijhandelsgebied Mercosur. De Mercosur, "de gemeenschappelijke markt van het Zuiden", vormt een vrijhandelsgebied met ruim 200 miljoen inwoners. In de Mercosur zijn afspraken gemaakt over het stapsgewijs opheffen van de douanetarieven en andere handelsbelemmeringen in het onderlinge handelsverkeer en de instelling van een gemeenschappelijk buitentarief voor de handel met derde landen.

De landen van de Mercosur beslaan een gebied met een grote variëteit aan klimaattypen en grondsoorten. Voor de landbouwsector betekent dit dat een groot assortiment producten geproduceerd kan worden. Voor de toekomstige agrarische ontwikkeling van dit gebied is een aantal speerpunten geformuleerd:

Diversificatie; onder andere door introductie van nieuwe agrarische exportproducten, verhoging van de toegevoegde waarde van de export middels be- en verwerking; modernisering van de verwerkende industrie en handel en kwaliteitsverbetering van de productie voor de buitenlandse markt. De ontwikkeling van dit vrijhandelsgebied is nog in volle gang. Op dit moment kan nog niet worden beoordeeld wat de invloed is op de tungproductie.

4.4.2 Liberalisatie Chinese economie

De Chinese geleide economie is sinds 1985 veranderd in een marktconomie. De overheden op provinciaal en regionaal niveau hebben hun leiding moeten loslaten en een stuk vrijheid moeten toestaan aan de lokale boeren. Tot 1985 bepaalde de landbouw- en bosbouwdepartementen de gehele productiekolom van tungolie. Het granenbureau was en voelt zich nog steeds verantwoordelijk voor de aankoop van de noten, de verwerking tot olie en de verkoop van de olie. De productiviteit van de plantages en onderzoek aan de plantages was en is nog steeds de verantwoordelijkheid van de bosbouwdepartementen. In de Daxian-regio (Dachuan Prefecture) van de provincie Sichuan is de invloed van het landbouwkundige departement op de opbrengst

teruggelopen tot 60%. De resterende 40% van de tungnotenopbrengst wordt verhandeld via andere kanalen (het "illegale kanaal") aan onder andere de chemische bedrijven.

Op dit moment hebben de regionale landbouwafdelingen nog steeds beperkte mogelijkheden. Export naar andere regio's mag, naar het buitenland is hen verboden. Hiervoor dienen zij beroep te doen op de im- en exportbedrijven (van de Staat). Zij beschikken over deze bevoegdheid.

De invloed van buitenlandse bedrijven zal worden geaccepteerd. Vooral in Daxian waar het overgrote deel van de mensen afhankelijk is van landbouw heeft men slechts een doel en dat is een afnamegarantie te krijgen, via contracten, voor de tungproducten.

4.5 Politieke factoren: Nationaal

4.5.1 Findley's Termination Bill

Onder invloed van het China-embargo beschikte de VS over een eigen tungproductie in de jaren zestig en zeventig. Deze teelt werd gestimuleerd door subsidieregelingen ingesteld ter bescherming van de telers. Deze regeling verzekerde de telers een minimumopbrengst en een verzekerde afname van de olie. Deze olie werd dan onder overheidstoezicht opgeslagen en verkocht op de nationale en wereldmarkt. Het systeem was kostbaar en eind jaren zestig niet langer verdedigbaar. De republiek Findley diende een voorstel in om de tungteelt te beëindigen. Deze beëindiging werd nog versneld door de tropische storm Camille. In 1977 viel uiteindelijk het "tungdoek".

De federale steun bood de Amerikaanse telers enige zekerheid. Daarnaast was het een uitgesproken kans voor de Zuid-Amerikaanse landen in het "China-gat" van de markt te springen. De VS-regering was genooddaakt het productietekort in Zuid-Amerika in te kopen. Hierdoor groeide de Zuid-Amerikaanse tungproductie enorm. Findley's wet bood een perspectief voor de telers in Paraguay, Argentinië en Brazilië.

4.5.2 "1985 Farm Bill"

Ondersteuningsmaatregelen zijn noodzakelijk om de gevolgen van embargo's te reduceren. Om in het verlies dat geleden wordt door de US-telers tegemoet te komen, worden prijsondersteunende voorzieningen geregeld. Dit gold zo voor de tungtelers ten tijde van het China-embargo, maar geldt nog steeds voor de rijst-, graan- en oliezadenproducties. In hoeverre heeft de nationale wet US "1985 Farm Bill" invloed op de tunghandel in de wereld? Deze wet, als ondersteuningsmaatregel, heeft invloed op de sojateelt zowel nationaal als internationaal.

De "1985 Farm Bill" werd gehanteerd als reactie op een eerdere "Farm Bill" die was ingesteld ter bescherming van een aantal "commodity"-gewassen. Door beschermende maatregelen van de teelt van voedergewassen, graan en katoen en het buiten sluiten van soja dwongen de telers van soja een overstap te maken naar deze "beschermde" gewassen. De maatregelen hadden een sterke uitstraling naar de Zuid-Amerikaanse landen. Door de regelingen groei-

de de sojateelt in deze landen van 5 tot 30% van de wereldproductie (Dixon, 1994).

De inkomsten van de tungplantages zijn marginaal. Opbrengsten van US\$ 250,- per hectare zijn mogelijk bij een optimale opbrengst (ATO). Vaak ontvangen de telers minder (Paraguay: US\$ 115,-). De invloed van productiebepalende factoren (hoofdstuk 2) zijn een constante dreiging voor de plantages en hebben in het verleden een sterke gereduceerde jaaropbrengst tot gevolg gehad zowel in de VS als in de andere productielanden. In de Zuid-Amerikaanse landen, waar de opbrengsten lager liggen dan in de VS, werd de telersstem steeds luider hoorbaar over te willen stappen op hoger renderende eenjarige gewassen. De VS-regelgeving in de "Farm Bills" van de jaren tachtig was aanleiding de overstap te maken van tung naar soja.

4.5.3 "Clean Air Act"

De US "Clean Air Act" (CAA) heeft zich uitgesproken over toelaatbare emissies, die van invloed zijn op het oplosmiddelengebruik in verven en coatings. De maatregel heeft een belangrijke impuls gegeven aan de ontwikkelingen van nieuwe grondstoffen. Het was de aanleiding voor de American Tung-oil Corporation (ATO) de tungteelt opnieuw te starten in de staat Mississippi. De Pearl River District is aangewezen als het belangrijkste tunggebied waar de komende jaren 2.000 ha zullen worden uitgeplant. De bedoeling is de tungproductie af te stemmen op de US-import en deze volledig te substitueren. De CAA is een impuls voor de herinstallering van de tungteelt in de US.

De tungexport vanuit Paraguay en Argentinië (figuur 4.1) krijgt door de CAA een gevoelige klap. De huidige export bedraagt ongeveer 3.500 ton tungolie per jaar. Door de initiatieven van de ATO zal de export op termijn volledig worden gesubstitueerd. Gezien de plantagekarakteristieken is te verwachten dat rond de eeuwwisseling import vanuit Zuid-Amerika zal zijn afgenomen tot nul.

4.6 Prijsstelling

De prijsstelling vindt plaats langs twee verschillende marktprincipes: via de vrije markteconomieën van Zuid-Amerika en de geliberaliseerde geleide economie van China. In de Zuid-Amerikaanse productiegebieden zijn Westerse marktpartijen actief die vaak zelf een aandeel hebben in de productie van de noten en olie. Deze partijen oefenen een grote invloed uit op de prijsvorming.

Daartegenover staat de nog steeds redelijk gesloten Chinese markt. Het was voor 1985 een typische overschotmarkt. In de periode voor 1985 werd de uitsluitend gouvernementele afhandeling van de export gestuurd vanuit de binnenlandse behoefte. Door de structurele invloed van de ministeries via koppeling van de binnenlandse behoefte en de jaarlijkse sterk fluctuerende productie, bestond er elk jaar opnieuw onzekerheid over het exportvolume van tung. Na 1985 bestaat deze koppeling niet meer voor tungolie. De binnenlandse behoefte aan tungolie is niet langer het uitgangspunt, wel de inkomens van de boeren.

De handel in tungolie verschilt op een aantal punten van de termijnhandel in commodity oliën zoals soja-, canola- en zonnebloemolie. Het aantal kopers is veel minder en naar verhouding groot. Niet zelden wordt de aankoop van Zuid-Amerikaanse olie door een enkele opkoper gedomineerd. De olie-aankoop wordt altijd een jaar voorafgaande aan de oogst besloten. De prijzen liggen daarom al vroegtijdig voor de producenten/coöperaties vast. Als reactie op informatie over de productiebepalende factoren, het oogstvolume en de actuele marktvraag worden de prijzen voor de afnemers, de uiteindelijke toepasser, over het productiejaar bijgesteld (ex-tank Rotterdam).

De tungolieprijs varieert over een periode van januari tot december. Daarnaast fluctueert de prijs over de jaren heen (tabel 4.4). Deze veranderingen worden door verschillende factoren beïnvloed. Globaal kunnen de factoren worden onderverdeeld in: oliesubstitutie, vraagverandering, opbrengstverwachtingen, oliekwiteit, technologieontwikkeling.

Tabel 4.4 Tungolieprijs (\$US/ton) ex-tank Rotterdam

	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990
Jan.	1.265	1.200	1.575	2.788	1.528	1.461	905
Feb.	1.275	1.200	1.575	2.588	1.599	1.415	1.018
Maart	1.289	1.225	1.495	2.688	1.669	1.336	1.099
April	1.283	1.213	1.438	2.720	2.158	1.361	1.218
Mei	1.300	1.263	1.400	2.513	2.825	1.354	1.246
Juni	1.300	1.270	1.286	2.526	2.981	1.336	1.237
Juli	1.323	1.275	1.250	2.240	2.955	1.306	1.213
Aug.	1.332	1.284	1.261	2.100	2.960	1.275	1.168
Sept.	1.406	1.300	1.236	1.940	2.950	1.289	1.124
Okt.	1.615	1.300	1.195	1.769	3.010	1.408	1.190
Nov.	1.888	1.285	1.198	1.638	3.050	1.585	1.542
Dec.	2.008	1.250	1.200	1.563	3.100	1.650	1.515
Jan.-dec.	1.440	1.255	1.342	2.256	2.574	1.398	1.206

Bron: Oil World.

De bovengenoemde prijzen zijn geen exacte afspiegeling van de werkelijkheid. Het zijn gemiddelde waarde genomen van verschillende herkomstgebieden. Uit goed ingelichte bronnen wordt verklaard dat de getoonde prijzen enigszins gemanipuleerd zijn en hoger liggen dan de werkelijke.

De relatie tussen productie en prijs blijkt uit de vergelijking van tabellen 4.1 en 4.4. Door lagere tungopbrengsten in de Zuid-Amerikaanse landen en een verwacht tekort op de wereldmarkt neemt de prijs in de loop van 1992 sterk toe. Een normale oogst in China stabiliseert de prijs enigszins aan het einde van het jaar. Door negatieve opbrengst prognoses en de lage opbrengsten in 1993 blijven de prijzen eerst hoog. Positieve berichtgeving over het productiejaar 1994 en de goede opbrengsten hebben een scherpe prijsdaling tot gevolg aan het einde van 1993 en deze ontwikkeling zet zich voort in 1994.

Grondstofsubstitutie

Directe substitutie van een plantaardige olie, door een plantaardige olie met gelijke performance, kan een stabiliserende werking hebben op de prijs. Een voorwaarde is dat deze olie in voldoende mate geleverd kan worden. Tung kan direct worden gesubstitueerd door Oiticica-olie. De productie van Oiticica-olie vindt alleen plaats in het noorden van Brazilië. De omvang van de totale (wereld)productie is gering, ongeveer 500 ton per jaar. De prijsbeschikbaarheidsrelatie werkt naar een kant: tungolieschaarste heeft direct een stijgende invloed op de Oiticica-prijs, Oiticica-schaarste heeft geen invloed op de tungmarkt.

Verwachting notenopbrengst

De prijs wordt mede gesteld door oogstverwachtingen in de verschillende productielanden. Indien zich in het groeiseizoen problemen voordoen, wordt hier sterk op gereageerd. Bepalende factoren zijn die, welke mogelijk een opbrengst verlagend effect sorteren. Deze factoren zijn bijvoorbeeld de zaadontwikkeling tijdens en na de bloei (China: april/mei; Zuid-Amerika: augustus) en slechte weersomstandigheden tijdens groei en oogst (China: oktober-november; Zuid-Amerika: april/mei). Door deze factoren treedt een buitengewone sterke prijsfluctuatie op die van f2,50 per kilo kan oplopen tot f8,-, onafhankelijk van de kwaliteit.

Kwaliteitsverschillen

De lijst van oliespecificaties wordt in het handelsverkeer als een belangrijk handvat gehanteerd. Op basis van deze specificaties kunnen verschillende kwaliteiten olie worden aangeleverd. Globaal genomen bestaan er twee specificaties: Zuid-Amerikaanse houtolie en Chinese houtolie. De kwaliteit van de Zuid-Amerikaanse houtolie verschilt op een aantal punten met die van de Chinese houtolie (zie bijlage 16). De kwaliteit van de Chinese houtolie is sterk wisselend. Het is een grotere onzekerheidsfactor dan voor de Zuid-Amerikaanse olie. Kwaliteitsfluctuaties worden in het handelsverkeer geaccepteerd, mits binnen de gestelde eisen. Hierdoor treden wel kleine prijsverschillen op die kunnen oplopen van f0,50 tot f1,00 per kilo.

In China worden maatregelen getroffen ter verhoging en stabilisering van de kwaliteit van tungolie. In het verleden plukten de boeren de onrijpe vruchten vroegtijdig van de bomen om snel geld te kunnen verdienen (en angst voor diefstal). Daarnaast speelt droogte tijdens de nootrijping (vulling) een belangrijke rol. Deze vruchten leverden slechts een zeer arme olie waarvan de kwaliteit sterk per regio verschilde. Dit is de verklaring voor het verschijnsel dat lang onbegrepen is gebleven. De bosbouw- en landbouwafdelingen per regio hebben het probleem jaren geleden onderkent en een verbod uitgevaardigd de noten te oogsten voor de eerste vorst. Beperking van de telersvrijheid zal op termijn de kwaliteit van de olie verhogen en stabiliseren.

Technologische ontwikkeling

Technologische ontwikkelingen in verschillende marktsegmenten hebben geleid tot een interessedaling in houtolie. Deze daling is onafhankelijk van de beschikbaarheid en prijs van olie. Bijvoorbeeld: het drukproces heeft een

zodanige ontwikkeling doorgemaakt dat door de hoge druksnelheden trager drogende plantaardige oliën niet meer passend zijn.

Het uitblijven van innovatieve ontwikkeling rondom tungolie dient hier tevens genoemd te worden. Plantaardige oliën maken gedurende een bepaalde periode een technische ontwikkeling door, die leidt tot een toename van applicatiemogelijkheden. Dit geldt voor een hele reeks van plantaardige oliën waaronder bijvoorbeeld castor- en sojaolie (recentelijk: drukinkten). Deze toename is te wijten aan een zich steeds dieper ontwikkelende (chemische) kennis over de plantaardige olie. Voor houtolie is de meest recente innovatieve ontwikkeling de productie van een methylester (tungsoolv2000). De kennisontwikkeling van houtolie heeft in het verleden enigszins tot nieuwe toepassingen geleid maar vindt op dit moment nauwelijks meer plaats.

4.7 Conclusie

Het initiatief van de American Tungoil Corporation (ATO) zal de komende jaren worden verwezenlijkt. De 2.000 ha tungplantage zal gestalte krijgen onder druk van een steeds verder afzwakkende positie van Zuid-Amerikaanse tung op de markt. Door de "US tungrevival" kan op termijn de levering van een hoge kwaliteit tungolie aan de Noord-Amerikaanse markt gegarandeerd worden. Hiermee wordt de import van mindere kwaliteit Chinese olie afgesneden.

De Zuid-Amerikaanse productielanden vertonen een duidelijke neerwaartse interesselijijn met betrekking tot tungproductie. Houtolieplantages worden gesubstitueerd door eenjarige gewassen zoals soja, katoen en maté. Deze tendens zal zich naar de toekomst verder doorzetten. Het belangrijkste afzetgebied van Zuid-Amerikaanse houtolie, de Verenigde Staten, bouwt een tungteelt op die naar verwachting de huidige import uit deze landen zal substitueren. Vervanging van tungbomen door de eenjarige gewassen wordt versterkt door hun streven naar opbrengstoptimalisatie.

De US import is onder de huidige situatie, zonder een binnenlandse tungopbrengst, een importland dat een neutraal beeld geeft over de afgelopen jaren. De toekomstige opbrengst van 2.000 ha zal een deel van deze import substitueren.

Tabel 4.5 Export uit productielanden

Productieland	Totale olie-opbrengst (ton)	Exportvolume 1995 (ton)	Exporttrend over periode 1990-1995
China	90.000	25.251	fluctuerend
Paraguay	34.000	3.508	dalend
Argentinië	8.000	3.519	dalend
Brazilië	200	3	fluctuerend/dalend
US	in 1996 nihil	0	geen

Tabel 4.6 *Belangrijkste importlanden (1995)*

Importland	Volume (ton)	Importtrend over periode 1990-1995
Japan	8.429	dalend
Korea republiek	7.327	stijgend
Maleisië	1.115	stijgend
VS	4.427	neutraal
Nederland	2.293	neutraal

De vrije marktsituatie in China zal ook van grote invloed zijn op de tung-productie in de toekomst. In Daxian zijn plannen gemaakt ter optimalisatie van de productiekolom. Belangrijke aandachtspunten zijn verbetering van noten-productie en verhoging van de oliekwiteit. De hoogste internationale standaarden worden als uitgangspunt genomen. De verwachting vanuit deze gebieden is, dat het proces van kwaliteitsverbetering zal worden versneld indien buitenlandse ondernemingen zich gaan richten op deze gebieden.

De export vanuit China is op dit moment sterk gericht op de Aziatische landen. De verwachting is dat dit ook in de toekomst zo zal blijven. De olie-import in de Verenigde Staten en Europa is sterk eenzijdig gekoppeld aan de Zuid-Amerikaanse landen. De beschikbaarheid van tungolie voor de Europese markt zal in de toekomst nog niet in gevaar komen. De teruglopende Zuid-Amerikaanse productie wordt deels gecompenseerd door de productietoename in de Verenigde Staten.

De handel in houtolie zal naar de toekomst steeds meer door China gedomineerd worden. Dit heeft een belangrijke invloed op de beschikbare oliekwiteit in de wereld. De betere Zuid-Amerikaanse houtolie zal op korte termijn vervangen worden door de mindere Chinese kwaliteit. Op een langere termijn (tientallen jaren) kan het bestaande kwaliteitsverschil minder worden door implementatie van huidige beleidsvoornemens op lokaal niveau.

5. TOEPASSINGEN VAN TUNGOLIE

Toepassingen van tungolie zijn sterk gekoppeld aan de unieke prestaties van de olie. Na de introductie van de olie in de Westerse wereld ongeveer een eeuw geleden kende de hernieuwbare grondstof een ongekend succes tot aan het einde van de jaren veertig. Daarna nam de interesse gestadig af door een tweetal factoren; substitutie van de grondstof en technologische ontwikkeling.

In dit hoofdstuk worden de toepassingen beschreven die verspreid over de wereld voorkomen. De karakteristieken van tungolie en -schroot zijn het uitgangspunt van de beschrijving. Op basis van deze karakteristieken worden de toepassingen beschreven. De twee belangrijkste toepassingen zijn gekoppeld aan de drogende eigenschap van de olie: verf en inkt.

5.1 Algemeen

Tungolie wordt al sinds 2000 jaar in China toegepast. Sinds 1900 vindt een verspreiding plaats over alle belangrijke westerse landen in de wereld. Productontwikkeling van tungolie vindt zijn intrede en binnen een dertigtal jaren, tot de jaren vijftig, wordt een indrukwekkende reeks aan toepassingen gepatenteerd. Na de jaren vijftig neemt deze ontwikkeling gestadig af. Momenteel wordt nog slechts incidenteel tungolie toegepast in nieuwe producten. Een hernieuwde interesse is gewekt door een toenemende zorg voor het milieu en daaruit voortvloeiend de ontwikkeling van een duurzame samenleving. Hier zal een overzicht worden gegeven van de belangrijkste applicaties op dit moment. Voor een totaaloverzicht van de tungtoepassingen tot en met de jaren vijftig wordt verwezen naar Planck (1952).

5.2 De tungoliekarakteristieken

Tungolie bevat ongeveer 90% meervoudig onverzadigde vetzuren: gemiddeld genomen 80% α -eleostearine- en 10% linolzuur (tabel 5.1). Daarmee behoort het tot de groep van de drogende oliën waartoe de volgende oliën behoren: de linol- en linoleenzuurrijke oliën (perilla-, hevea-, soja-, papaver-, saffloer- en zonnebloemolie) en de oliën met een hoog gehalte aan geconjugeerde di- en trienen waarvan 9,11-linolzuur (Ricineen), α -eleostearine-(tung), Calendula- (goudsbloem) en couepinezuur (Oiticica) de bekendste zijn (Sengers, 1994).

Al deze oliën hebben een gemeenschappelijke kwalitatieve eigenschap: bij blootstelling aan de lucht vormt zich na korte of langere tijd een droge film.

5.2.1 Chemische en fysische eigenschappen

De chemische en fysische eigenschappen van de olie worden bepaald door de vetzuuropbouw van de triglyceriden. Deze moleculen zijn opgebouwd uit een mengsel van vetzuren waarin α -eleostearinezuur de belangrijkste component is (zie tabel 5.1). Het α -eleostearinezuurgehalte in de olie verschilt per herkomst. Over het algemeen ligt het rond de 80%. De chemische eigenschappen van dit vetzuur bepalen de sterke drogende eigenschap van de tungolie.

Tabel 5.1 Vetzuurgehalte tungolie

Vetzuur		Gehalte (%)			
		a)	b)	c)	d)
Laurinezuur	(12:0)	2,6	0,3	-	-
Palmitinezuur	(16:0)	-	6,1	5,5	3-4
Stearinezuur	(18:0)	2,1	1,4	-	1-3
Oliezuur	(18:1, n-9)	6,6	4,7	4	4-9
Linolzuur	(18:2, n-6)	7,0	11,4	8,5	8-10
Arachidonzuur	(18:4)	-	0,5	-	-
α -eleostearinezuur	(18:3, n-5, ctt)	67,7	75,8	82	77-86
β -eleostearinezuur	(18:3, n-5, ttt)	11,2	-	-	-

Bron: a) Khurtsilava, D.I., 1971; b) Toru Takagi, 1981; c) Eckey, 1954; d) Unichema Int., Fatty acid data book.

α -eleostearinezuur heeft haar hoge reactiviteit te danken aan het trieen geconjugeerde onverzadigde systeem. De reactiviteit van onverzadigde systemen wordt inzichtelijk gemaakt door de bepaling van de relatieve thermische polymerisatiesnelheden (tabel 5.2). De relatieve snelheid van onverzadigde systemen neemt toe met het aantal onverzadigde groepen, de positie en de configuratie. Een schakeling van onverzadigde groepen aan de koolstofketen met dezelfde configuratie levert de hoogste reactiviteit. De reactiviteit van het α -eleostearaat-isomeer, β -eleostearaat, ligt daarom hoger.

Isomerisatie van α -eleostearaat tot β -eleostearaat is een typische chemische eigenschap van het vetzuur. Het wordt geïnduceerd door licht en katalytische stoffen zoals zwavel en jood die als verontreiniging aanwezig kunnen zijn in de olie. Vanwege de trans-trans-trans configuratie is het molecuul minder beweeglijk en redelijk recht. Kristallisatie van deze lineaire structuren fixeert het isomerisatie-evenwicht en is verantwoordelijk voor het optreden van solidificatie van de olie. In het verleden heeft dit verschijnsel tot problemen geleid tijdens transport.

Hoog reactieve oliën emitteren geurstoffen tijdens droging. De geurenmissie is evenredig met de onverzadigheidsgraad. Het neemt dus toe van oliezuurrijke oliën naar sterk drogende oliën zoals houtolie met een hoog gehalte aan α -eleostearinezuur.

De eigenschappen van houtolie verschillen per land van herkomst. Deze verschillen komen tot uiting in de gehanteerde productspecificaties (bijlage 16). Zuid-Amerikaanse houtolie heeft over het algemeen een lichtere kleur dan de veel donkere Chinese houtolie. Beide oliën drogen langzaam tot een zachte, gerimpelde, glanzende film. De ruwe olie heeft een typische hamgeur.

Tabel 5.2 *Relatieve thermische polymerisatiesnelheden van di-een en tri-een C-18 methylesters*

Verbinding	Conjugatie	Configuratie	Relatieve snelheid
9,12-linolaat	nee	cis, trans	0,74
9,12-linolaat	nee	cis, cis	1,0
9,12-linolaat	nee	trans, trans	1,2
9,12,15-linolenaat	nee	cis, cis, cis	2,4
9, 11- en 10, 12-linolaat	ja	cis, trans	5,8
10, 12-linolaat	ja	trans, trans	26,0
9, 11, 13- α -eleostearaat	ja	cis, trans, trans	170,0
9, 11, 13- β -eleostearaat	ja	trans, trans, trans	340,0

Bron: Leonard, 1975.

Tabel 5.3 *Fysische en chemische karakteristieken van tungolie*

	AOCS
Verzepingswaarde	189-195
Joodgetal, Wijs	160-175 a)
Thiocyanogen-waarde	81
Onverzeepbaar (%)	<1
Brekingsindex, nD, 25°C	1,516-1,520
Specifieke zwaartekracht, 25/25°C of 15,5/15,5°C	0,938-0,943
Titer	36-37

a) De gemodificeerde Hanus-methode geeft een realistischer waarde van 250.

Bron: Eckey, 1954.

5.2.2 Oliekwaliteit

De oliekwaliiteit wordt bepaald door het gehalte aan verontreinigingen, de zuurgraad, en de aanwezigheid van β -eleostearinezuur. Verontreinigingen kunnen een ongewenste verkleuring geven van de olie. De oorzaak van deze verkleuring kan liggen bij de oogst. Indien de noten te lang aan de grond blijven, ontstaan er (onder andere microbiële) processen die de oliekwaliiteit sterk verminderen. Een ander gevolg hiervan is een toename in de zuurgraad. Een te hoge zuurgraad is ongewenst.

Het optreden van isomerisatie is een gevolg van de katalytische werking van verontreinigingen.

De aanwezigheid van β -eleostearinezuur kan een ongewenste solidificatie geven tijdens transport.

5.3 Schrootkarakteristieken en -toepassing

Het schroot van de tungnoten is toxisch. De toxiciteit beperkt in hoge mate de toepasbaarheid. "Kringloop"-gebruik van de reststof is de meest gangbare applicatie. Het terugbrengen van de meststoffen naar de plantages beperkt het gebruik van de veel duurdere kunstmest.

Daarnaast zijn pogingen ondernomen om het schroot toe te passen als kippenvoer. Een hele reeks van handelingen zijn nodig om het schroot geschikt te maken. Detoxificatie en uiteindelijk het toevoegen van lysine beperken in hoge mate de aantrekkelijkheid. Het is een lange en kostbare weg om te komen tot een voedergrondstof. Juist in de tungproductielanden waar al grote hoeveelheden sojaschroot van goede kwaliteit op de markt worden afgezet is sojasubstitutie weinig realistisch.

Tabel 5.4 Aminozuurcompositie (% van ruwe proteïne) van tungschroot

Arg	Cys	Gly	His	Ils	Leu	Lys	Met	Phe	Thr	Try	Tyr	Val
10,6	-	-	2,2	4,8	7,4	4,1	2,1	7,1	4,4	-	-	8,1

Bron: USDA.

5.4 Toepassingen

In de literatuur van voor 1960 wordt uitvoerig ingegaan op toepassingen van tungolie (Eckey, 1954). Een indrukwekkende reeks aan toepassingen is gepatenteerd. Productontwikkeling vond plaats van de jaren dertig tot en met vijftig toen de tungproductie op een hoog niveau lag in Noord- en Zuid-Amerika. Sinds de jaren vijftig zijn er relatief gezien nauwelijks nieuwe toepassingen gepubliceerd. Eerder is er sprake van een gestadige substitutie van de toepassingen door andere grondstoffen in combinatie van nieuwe productietechnologieën. In deze paragraaf wordt een beschrijving gegeven van de bestaande toepassingen. Tevens wordt het toekomstperspectief van tung aangegeven. De applicaties zullen worden besproken onder de desbetreffende marktsegmenten.

De belangrijkste marktsegmenten zijn:

1. verven en coatings;
2. drukinkten;
3. printplaten productie;
4. bescherming kunststoffen: soort "cockpit spray";
5. vloerbedekking;
6. textiel;
7. brandstof voor verlichting (China);
8. houtvezelplaatconstructie;
9. leerconservering;
10. remblokjes.

5.4.1 Verven en coatings

De toepassingen in verven en coatings zijn zeer divers maar de totale marktomvang van verven en coatings is gering. De grootte van het totale segment zal hieronder worden beschreven. Uiteindelijk zullen de verschillende toepassingen worden onderscheiden. De Europese confederatie van de verf- en drukinktindustrie (CEPE; Cofederation Europeenne des Associations de Fabricants de Peintures, d'Encres d'Imprimerie et de Couleurs d'Art) geeft de volgende sectorindeling: decoratieve verven (50%), andere productielijnverven (14%), scheepsbouw- en scheepsonderhoudsverven (2%), anticorrosieverven (3%), poedercoatings (3%), can- (7%), coil- (6%), houtfinishers (7%), autorefinishers (4%), transportcoatings (4%). De CEPE publiceert elk jaar de verf- en drukinktproductiestatistieken. Het gebruik van deze statistieken is echter beperkt.

De verstrekte CEPE-data (tabel 5.5) geven slechts een grove indicatie van de productieomvang per land. Dit globale beeld wordt gevormd vanuit een organisatiestructuur die sterk door multinationals wordt gedomineerd. De onder de CEPE-koepel geschaarde dochterverenigingen uit de afzonderlijke productielanden hebben, op een na, allen de secretariaatzetel bij grote ondernemingen. De aangeleverd statistische data bevatten meestal gegevens van de grootste producenten in de landen. Productiegegevens van het midden- en kleinbedrijf (MKB) worden nauwelijks meegenomen, met uitzondering van de in Nederland gevestigde Vereniging van Verf en Drukinktfabrikanten (V.V.V.F.). De V.V.V.F. is een onafhankelijk organisatie met een groot aantal leden uit het MKB. De door de V.V.V.F. verstrekte statistieken hebben betrekking op ongeveer 95% van de markt.

Tabel 5.5 Verven en coatings totale productie-, import- en exportvolume (1.000 ton) in West-Europa 1993

Land	Productie	Import	Export	Consumptie	
				totaal	per hoofd (kg)
België		151,2	--	63,7	--
Denemarken	127	26,4	56,0	97,4	18,7
West-Duitsland	1.256,5	86,6	219,6	1.123,5	17,6
Engeland	--	--	--	--	--
Finland	65,8	16,6	15,7	66,7	13,0
Frankrijk	611	96	106	601	10,4
Italië	683	59	110	632	11,0
Nederland	340	77	147	270	17,6
Noorwegen	--	20	16	--	--
Oostenrijk	103,2	51,4	24,1	130,5	16,5
Portugal	--	--	--	--	--
Spanje	330	43,2	20,8	352,4	9,0
Zweden	146,4	36,1	54,0	128,5	14,7
Zwitserland	78,1	29,1	22,4	84,4	12,6

Bron: Gemodificeerde gegevens CEPE, 1995.

De totale verfproductie in Europa bedroeg 5,1 miljoen ton (1993). De helft van deze productie valt onder de decoratieve verven. Dit marktsegment is vervolgens weer opgedeeld in emulsieverven en de conventionele oplosmiddelveven en "high solids". De verfconsumptie per capita weerspiegelt de variatie in de karakteristieken van de verschillende nationale markten. Bijvoorbeeld, hoge consumptie in Duitsland (en Oostenrijk) is onder meer te wijten aan de populariteit van de emulsiedecoratieve verven bestemd voor onder andere de gepleisterde huizen (tabel 5.6).

Tabel 5.6 Relatief belang van emulsiedecoratieve verven 1980

Land	%
België	43
Denemarken	35
Frankrijk	42
West-Duitsland	83
Nederland	58
Portugal	65
Engeland	66
Alle West-Europese landen	64

Bron: Information Research Limited.

Tabel 5.7 Harsbehoefte in Europa 1980 en 1986

Harstype	Volume (1.000 ton)		(%)	
	1980	1986	1980	1986
Alkydharsen	525	500	45	33
(incl. polyester)				
Polyesterharsen		100		7
Vinylharsen	245	250	21	17
Acrylaatharsen	100	175	9	12
Epoxyharsen	60	100	5	7
Aminoharsen	65	50	5	3
Cellulose harsen	45	30	4	2
Polyurethaanharsen	20	25	2	2
Fenolharsen	35	20	3	1
Overig	80	250	7	17
Totaal	1.175	1.500		

Bron: Information Research Limited; Nelen, 1992.

De conventionele oplosmiddelveven en high solids bevatten alkydharsen. In tabel 5.7 staat de harsbehoefte in Europa over 1980 en 1986.

In bijlage 18 zijn twee typische composities opgenomen voor een glansverf en een emulsieverf.

Alkydharsen kunnen worden gemaakt uit een scala van natuurlijke oliën. Hiertoe behoren: lijnzaad-, saffloer-, soja-, castor-, vis- en tungolie. Daarnaast wordt ook gebruikgemaakt van vetzuren: tallolie vetzuren, synthetische vetzuren, kokos-, lijn-, soja- en talgvetzuren (zie tabel 5.8).

Tabel 5.8 Verbruik olie/vetzuur voor verven in West-Europa (ton/jaar) 1986

Olie	Volume	Vetzuur
Sojaboon	80.000	20.000
Zonnebloem	28.000	10.000
Ricinus	6.000	2.000
Lijnolie	45.000	5.000
Tall	-	45.000
Kokos/palmpit	10.000	15.000
Synthetisch	-	10.000
Tung	<3.000	-

Bron: Gemodificeerde gegevens Nelen, 1992.

Het tungolieverbruik in verven en coatings is zeer specifiek. Het volume aan verfproducten dat is samengesteld uit gemodificeerde tungolie is slechts een fractie daarvan. Schattingen geven aan dat minder dan een procent van het totale Europese volume betrekking heeft op deze verven. De twee belangrijkste sectoren waarin gemodificeerde houtolie wordt toegepast zijn: decoratieve verven en scheepslakken.

5.4.1.1 Nationale en Europese regelgeving Vluchtige Organische Stoffen (VOS) (Alblas, 1997)

De gegevens van tabel 5.9 hebben betrekking op de direct geleverde hulpmiddelen die op de Nederlandse markt worden afgezet. De gegevens zijn verkregen via een jaarlijkse enquête uitgevoerd door de Vereniging van verf- en drukinktfabrikanten (V.V.V.F.) onder haar leden.

Uit deze tabel blijkt dat sinds de operationering van het convenant de effecten per marktsegment verschillen. Het reductieproces stagneert voor de Bouw- en Doe-het-zelfsegmenten; de andere segmenten tonen een continue daling. De stagnatie in de bouw heeft te maken met het gebruik van minder milieubelastende verven dat al enige jaren op een niveau ligt van 10%. Groei van dit percentage is nauwelijks meer aanwezig. Het halen van de doelstellingen van KWS2000 1) voor de bouw zal daarom moeilijk zijn.

1) De Nederlandse verfindustrie heeft eind jaren tachtig een convenant gesloten met de overheid: Koolwaterstoffen2000(KWS2000). Het heeft tot doel de VOS-emissie te reduceren met 50% in 2000, uitgaande van de emissie-cijfers uit 1981. Door de CEPE is voorgesteld als VOS die oplosmiddelen aan te duiden, die bij 25°C een dampspanning van meer dan 13,3 Pa hebben.

Tabel 5.9 VOS-emissie in Nederland in kt

Markt	1990	1991	1992	1993	1994
Scheepsbouw	3,0	2,8	2,7	1,9	1,5
Bouw	16,5	13,7	10,6	12,5	15,7
Doe-het-zelf	10,5	9,2	8,0	7,7	9,4
Autoreparatie	5,7	5,0	4,9	4,7	3,0
Industrie	20,5	20,5	18,5	16,0	12,9
	56,2	51,2	44,7	42,8	42,5

Bron: V.V.V.F., 1994.

In het schildersbedrijf heeft men onderkend dat langdurig werken onder omstandigheden waarbij VOS's vrijkomen zoals het werken met aromatische en alifatische oplosmiddelrijke verven gezondheidsrisico's met zich mee brengt. Momenteel wordt de term Organo Psycho Syndroom (OPS) gehanteerd voor ziekte verschijnselen die verband houden met het langdurig werken onder VOS. De koppeling van gezondheidsaspecten aan de milieudoelstelling is een belangrijke stimulans voor de verwezenlijking ervan. De OPS-discussie heeft hierin mogelijk een positief effect. Sinds de opleving van deze discussie is sprake van een duidelijk meetbare reductie van het oplosmiddelengebruik in 1995 ten opzichte van 1993 (V.V.V.F.).

In 1994 is er door het Ministerie van VROM overwogen om een verbod op oplosmiddelenrijke verf af te kondigen. De wetgeving komt in 1996 met maatregelen die ongewenste blootstelling aan organische oplosmiddelen in lijm en verf moet tegengaan, maar van een algemeen verbod op het gebruik van oplosmiddelen in risicovolle producten is voorlopig geen sprake.

Inmiddels zijn wel regels opgenomen in de CAO voor het schildersbedrijf. Daarnaast bestaat er sinds 1990 de zogenaamde "Verfovereenkomst", een samenwerkingsovereenkomst inzake het tegengaan van het gebruik van onveilige en ongezonde verfproducten in de bouw tussen V.V.V.F., werkgevers- en werknemersorganisaties in de bouw en de stichting Arbouw.

5.4.1.2 Ontwikkelingen verftechnologie (Kolk, 1997)

De verftechnologische ontwikkeling gaat in een snel tempo door. Een viertal "technology drives" zijn te onderscheiden: Milieu- en ARBO-wetgeving, het streven van de verfgebruiker naar efficiëntie en kostenbeheersing en het prestatiebestek.

Milieu- en ARBO-elementen hebben hetzelfde effect op de verftechnologie: terugdringen van het gebruik van bepaalde verfgroenstoffen waaronder aromatische en alifatische oplosmiddelen en loodhoudende groenstoffen. Kostenbeheersing en efficiëntie zal tot gevolg hebben een reductie van de factor arbeid per bewerkt oppervlak (aanbrengen minder lagen, rol- en spuitapplicatie), verlenging van het schildersseizoen (langer buiten doorwerken: doorwerkverven) en het gebruik van alternatieve voorbehandelingsvormen in combinatie met meer ondergrondtolerante primers en aflakken.

In de professionele schildersmarkt is het prestatiebestek een actueel thema. Dit betekent dat er behoefte is aan hoogwaardige verfproducten en -systemen met een langdurig en betrouwbaar prestatieperspectief. Om vragen over de prijs-kwaliteitsprestatie van soorten verfsystemen te kunnen beantwoorden is het Centrum voor Onderzoek en Technische Advies (COT) in 1994 een praktijkonderzoek gestart naar de prestaties van schilderwerk. Het doel van dit onderzoek is de duurzaamheid vast te stellen van schilderwerk op houten gevelelementen, waarbij de invloed wordt nagegaan van houtsoort, detaillering van het gevelement, voorbehandeling inclusief mogelijke houtreparatiesystemen, verfproduct, kleur, applicatiecondities en belastingssituatie. Het is een continu onderzoek dat jaarlijks rapporteert aan alle deelnemers (Verf-kroniek, 1997).

5.4.1.3 "High solids"

High solids alkydharsverven worden gemaakt van luchtdrogende alkydharsen die zowel een vrij nauwe molecuulgewichtsverdeling als een relatief laag gemiddeld molecuulgewicht hebben. Zij zijn niet opgelost in organische oplosmiddelen (zoals de traditionele alkydharsen) maar in reactieve verdunningsmiddelen. Het totale aandeel van de oplosmiddelen/verdunningsmiddelen is ongeveer 20 gewichtsprocent.

5.4.1.4 Jachtlak

Phenolharsen verstuikt met houtolie levert uiterst watervaste bindmiddelen, die hun toepassing vinden in hoogwaardige lakken en verven voor hout (laminaat) en staal, zoals bijvoorbeeld de klassieke jachtlak. Deze kwaliteitsvernis wordt niet alleen op schepen gebruikt, maar ook op blank houten deuren, kozijnen, enzovoort. Een alkylphenol gemodificeerde gomhars met houtolie bezit een goede UV-bestendigheid en heeft tevens een goede bestendigheid tegen zout water en zure regen. (VOS-gebruik: 35%.)

5.4.1.5 Bootverf

De tungtoepassing in China is sterk gekoppeld aan oude tradities. De visserij in de binnenwateren wordt uitgeoefend met kleine bootjes. De doorgaans houten boten worden op eenvoudige wijze geconserveerd en beschermd tegen invloeden van vocht. Voor de bescherming van deze boten wordt gebruikgemaakt van grondstoffen die direct aangewend kunnen worden. Tungnoten worden op vele plaatsen langs de grote rivieren, bijvoorbeeld langs de Yangtze, geraapt en op eenvoudige wijze geperst. Conservering van vissersboten door middel van tungolie is een van de bekende toepassingen in dit land.

5.4.1.6 Betonverf

De olie wordt gebruikt als "finish" of "sealer" voor beton. Dit product bestaat uit een mengsel van kerosine en houtolie.

Het wordt in de Verenigde Staten aangebracht op de betonvloer van warenhuizen. Eenmaal aangebracht voorkomt het de vorming van betonstof.

5.4.1.7 Roestpreventiecoating

Roestpreventiecoating heeft als functie metaal en constructiedelen te beschermen. Het wordt toegepast in de scheepsbouw en in de auto-industrie. Voor auto's wordt het zowel extern als intern toegepast. De producten worden in diverse verpakkingen aangeleverd: in vaten en als aerosols. In sprays is de werkzame stofgehalte slechts gering. De roestpreventieve coatings zijn fysisch drogend. Ondanks het feit, dat momenteel vergelijkbare coatings op basis van aardolieproducten worden aangeboden, neemt ongemodificeerde houtolie in specifieke formuleringen een unieke plaats in.

5.4.1.8 Reactief verdunner

Tungolie kan niet gebruikt worden als vervanger van bestaande aromatische en alifatische oplosmiddelen in alle verven en coatings. De olieviscositeit is voor een brede toepassing in verfformuleringen te hoog. Tungsoolv2000 voldoet wel aan deze specificatie. Tungsoolv2000 is een reactieproduct van tungolie en methanol. De combinatie van droogkracht en verbeterde vloeieigenschap maakt tungsoolv2000 een waardevol materiaal voor oplosmiddelvervanging. Een belangrijk nadeel van deze vloeistof is de vertraging van de droogtijd. Ondanks dit nadeel wordt het in de VS gezien als een belangrijk alternatief voor de reductie van het VOS-gebruik.

5.4.1.9 Natuurverven

Houtolie wordt toegepast als bindmiddel in een reeks van natuurverven. Deze toepassingen kunnen worden onderverdeeld in impregneermiddelen, wassen, beitsen en lakken.

5.4.1.9.1 Impregneermiddelen

Impregneermiddelen hebben de functie de opname van vocht te voorkomen en daarmee het te behandelen oppervlak te verduurzamen. Een karakteristiek van de impregneermiddelen is dat ondanks de vochtafstotendheid de dampdiffusie in stand blijft. Binnen het marktsegment natuurverven worden de volgende drie middelen op basis van tungolie onderscheiden:

Natuurhars impregneerolie

Dit is een kleurloze impregneerolie voor het verminderen van de zuigende werking van de ondergrond: hout, kurk en ongeglaazuurde aarden vloerplavuizen.

Impregneerolie aqua

Een oplosmiddelvrije kleurloze impregneerolie voor het verminderen van de zuigende werking van de ondergrond: hout en minerale ondergrond.

Vloerolie

Kleurloze impregneerolie voor het verminderen van de zuigende werking van zwaar belaste en absorberende ondergronden: hout, kurk en ongeglaazuurde tegels. Vloerolie maakt in het bijzonder zachte houtsoorten en kurk bestendig tegen druk-, wrijf- en stootbelasting door zijn verstijvende werking en zijn desondanks elastische structuur. De kleur van de ondergrond krijgt een diepere tint, de houtnerf wordt geaccentueerd.

5.4.1.9.2 Wassen

Bijenwasbalsem

Een balsem bestemd voor het in de was zetten van onbehandeld hout binnenshuis: meubels, deuren en speelgoed zowel als voor vloeren van hout (planken, parket), kurk en ongeglaazuurde plavuizen.

5.4.1.9.3 Beitsen

Een heldere verf op basis van water of vluchtig organisch oplosmiddel. Het bevat geen onoplosbare delen en is in staat in de poriën van het hout te dringen.

Bijenwasbeits

Is een beits bestemd voor het beitsen van onbehandeld hout binnenshuis: profielhout, sierbalken, deuren, kasten en speelgoed.

Houtbeits aqua voor binnen

Is een oplosmiddelvrij product voor het beitsen van hout binnenshuis.

Houtlazuur voor buiten

Product is bestemd voor het beitsen van hout buitenshuis.

5.4.1.9.4 Lakken

Bij een lak spelen de filmvormende eigenschappen een grote rol.

Jacht- en vloerlak

Transparante lak voor waterdicht aflakken binnen en buiten.

Lijnolie grondverf

Grondverf bestemd voor het gronden van hout en metaal.

Lijnolie glansverf

Product is bestemd voor het dekkend aflakken van gegronde ondergronden.

Natuurhars radiatorlak

Deze radiatorlak is bestemd voor het dekkend lakken van verwarmings-elementen.

5.4.2 Drukinkten

Drukinkten worden gecategoriseerd naar de processen waar ze voor dienen. De CEPE splitst de markt voor drukinkten op naar de volgende processen: Offset-druk, met uitzondering van newsprint (25%), Flexoprint/ rotogravure (25%), Publication gravure (20%), Newsprint (15%) en Screen inks, intaglio en andere (15%). Per categorie kan weer een onderscheid worden gemaakt naar kleur en kwaliteit. Daarnaast worden drukinkten ook nog onderverdeeld naar de wijze van droging. Droogsnelheid wordt beschouwd als een van de belangrijkste inkteigenschappen.

Offset-druk	catalogussen, posters, magazines
Flexo/rotogravure	verpakking, behang
Publicatie gravure	periodieken, magazines, catalogussen, advertenties
Newsprint	dagbladen, weekbladen
Screen inks, intaglio e.a.	posters, bankpapier, silk screen, printed circuits

Figuur 5.1 Toepassingen drukinktprocessen

Bron: CEPE.

Tabel 5.10 Totale productievolume (1.000 ton) drukinkten Europa 1993

Land	Productie	Import	Export	Consumptie
België	30,3	-	12,8	-
Denemarken	10,0	4,4	3,1	11,3
Duitsland	276,1	12,9	84,9	204,1
Engeland	113,8	10,9	12,9	111,8
Finland	9,6	4,4	0,8	13,2
Frankrijk	70,1	27,0	15,3	81,8
Italië	71,9	6,9	11,5	67,3
Nederland	29,6	11,8	16,1	25,3
Noorwegen	6,6	2,5	1,4	7,7
Oostenrijk	13,8	10,1	6,5	17,4
Portugal	-	-	-	-
Spanje	22,4	5,0	1,1	26,3
Zweden	12,8	7,7	5,4	15,1
Zwitserland	18,7	5,5	10,7	13,5

Bron: CEPE, 1993.

Per proces worden verschillende typen drukinkten geformuleerd. De belangrijkste zijn de drukinktformuleringen voor offsetdruk. Drukinkten op basis van plantaardige oliën worden momenteel afgedund met hoogkokende minerale oliën. In de VS is de trend deze minerale oliën te vervangen door sojaolie. De grote gangmaker in de VS is de "Soybean Association" die succesvol

de petrochemische vloeistoffen heeft gesubstitueerd door sojaolie (Tordoir, 1996).

Tungolie, vooral de Chinese, heeft de afgelopen decennia ingeboet aan populariteit. Hoewel deze olie vroeger voorkwam in drukinktformuleringen heeft het deels zijn plaats af moeten staan. De hoge prijs en de kwaliteit van olie voldeden niet meer aan de gestelde eisen. De prijsfluctuaties en technologische ontwikkelingen noodzaakten fabrikanten tot het zoeken naar alternatieve grondstoffen.

Huidige toepassingen van tungolie hangen samen met ongeëvenaarde prestaties van deze olie. Na droging wordt een film verkregen die voldoende weerstand biedt tegen water en alkalisch milieu. De olie is door deze eigenschap uitermate geschikt in lithografische inktformuleringen voor zeep- en detergentverpakkingen. Andere toepassingen zijn in hoogglans overdrukvernis en metallische inktten.

Het heeft niet toegestaan de op tungolie gebaseerde inktten toe te passen voor "omslagen" van voedselproducten vanwege de geurafscheiding tijdens het droogproces. Het produceren van geurcomponenten tijdens oxidatieve droging is een karakteristieke eigenschap van onverzadigde plantaardige oliën. De geurintensiteit wordt bepaald door de onverzadigdheid. In de reeks tung-, lijn- en sojaolie neemt de onverzadigdheid en daarmee de geurvorming af.



Figuur 5.2 Structuurformule licaanzuur

Een andere olie die wordt gebruikt in drukinkten is Oiticica-olie. Deze olie lijkt in een aantal opzichten op tungolie. De olie is eveneens afkomstig uit noten van een boom: *Licania rigida*. Het bevat een hoog gehalte aan een geconjugeerd trieen vetzuur: Licaanzuur (figuur 5.2). De olie droogt snel tot een sterk gerimpelde matte film en vormt een gel na verwarming tot 275 °C. Het is net als tung ook geschikt in lithografische inktten die hard opdrogen op niet-absorberende substraten.

Nationale en Europese regelgeving VOS grafische industrie

Voor inktten geldt dezelfde Nationale en Europese regelgeving met betrekking tot VOS als van verven en coatings.

5.4.2.1 Lithografische inkt voor zeep- en detergentverpakkingen

Voor de bescherming van het verpakkingsmateriaal en kwaliteitsbehoud van de inhoud werd tungolie toegepast in lithografische inktten voor zeep en detergentverpakkingen (Leach, 1993). In deze inktten wordt optimaal gebruikgemaakt van de water- en alkalische weerstand van een tungfilm aan de binnenkant van de verpakking. Deze toepassing was in de jaren zestig en zeventig gebruikelijk.

5.4.2.2 Overdrukvernissen

Het deelsegment "off set hoogglans overdrukvernissen" is onder te verdelen in:

1. *acrylaatdispersies;*
2. *UV-systemen en*
3. *op minerale olie gebaseerde vernissen met 10-20% tungolie.*

De belangrijkste toepassing van tungolie binnen het drukproces is als hoogglans overdrukvernis. Het succes van tungolie is te danken aan de twee karakteristieken: glans en bestandbaarheid. De glanseigenschap wordt nog steeds gewaardeerd bij de "finishing" van specifieke toepassingen zoals folders en dergelijke. Daarnaast is bestandbaarheid de eigenschap die vereist wordt in "laser print". Onder "laser print" wordt verstaan het drukwerk dat nage-drukt wordt in laser printers en kopieermachines. Twee typen "laser prints" zijn bekend: de op minerale en sojaolie (soytex "LZR") gebaseerde inkten (Hanson, 1993). In beide inkten wordt tungolie toegepast voor de droogkracht. Beide inkten weerstaan in voldoende mate, zonder te verzachten, de temperatuur van de rollen in laserprinters en kopieermachines.

5.4.2.3 Metallische inkten

Metallische inkten geven een metaalkleur aan het gedrukte oppervlak. Ze bevatten aluminium, koper, en zink metaalpigmenten. Het zijn decoratieve inkten bestemd voor verpakkingsmaterialen. Het gebruikte inktvolume is zeer klein in verhouding met de inmiddels bekende op sojaolie gebaseerde coldset-inkten. De hoeveelheid tungolie in deze toepassingen is verwaarloosbaar.

5.4.3 Laminaat

Tungolie wordt toegepast bij de productie van printplaten (Japan). De functie van de olie hierin is als weekmaker voor thermosetting resins. Het is een van de grootste toepassingen van tungolie in Japan.

5.4.4 Bescherming kunststoffen

Kunststoffen toegepast bij automobielen kunnen worden onderhouden door het aanbrengen van een beschermende laag. In principe zijn er twee onderhoudssystemen bekend. Een systeem is gebaseerd op een siliconenachtige oplossing. Dit systeem heeft als eigenschap dat het niet waterbestendig is. Voor buitentoepassing is dit product dan ook minder geschikt. Het tweede systeem wordt geformuleerd op basis van tungolie. De belangrijkste eigenschap hiervan is de waterbestendigheid. Tevens is de houdbaarheid onder omstandigheden die zich voordoen in wasstraten beter. Overigens is het tungoliegehalte in deze producten laag. Het toegepaste volume ligt op 1 ton tungolie per jaar.

5.4.5 Vloerbedekking

De fabricage van linoleum vloerbedekking is gebaseerd op een receptuur dat onder meer een drogende olie bevat. Dit recept verschilt per bedrijf en per land. Linoleum wordt in sommige landen nog vervaardigd op tung gebaseerde receptuur. In Nederland is het gebaseerd op lijnolie. De receptuur levert een product op met een hele specifieke kwaliteit. Kennis over de eigenschappen van het product zijn na jaren van praktische ervaring opgebouwd. Opnemen van een andere olie stuit op bezwaren. Het belangrijkste betreft het eindproduct: er bestaat een te grote onzekerheid over de kwaliteitsafwijking tussen het eindproduct gebaseerd op bestaande grondstof en nieuwe.

5.4.6 Textiel

Textiel kan waterafsluitend worden gemaakt indien het wordt geïmpregneerd met tungolie. In China bestaat een aantal toepassingen voor deze techniek. De geïmpregneerde textiel wordt toegepast (in het verleden) als paraplustof en op dit moment voor regenkleding, gedragen door de boeren. Deze toepassing lijkt veel op een appreteermiddel dat wordt gebruikt in Nederlandse stomerijen. Hoewel mechanistische overeenkomsten bestaan met betrekking tot het droogproces wordt houtolie, welke drogende olie dan ook, hier niet voor ingezet.

5.4.7 Verlichting

Het uitgestrekte platteland van China is op vele plaatsen verstoken van elektriciteit. Voor verlichtingsdoeleinden worden methoden toegepast die al eeuwen gangbaar zijn: het verbranden van plantaardige oliën in speciale olielampen. De olie wordt geperst uit plantenzaden afkomstig van gewassen en bomen uit de directe leefomgeving van de mensen. Deze zaden zijn sesam, lijnzaad, hennep en tung.

Deze toepassing raakt steeds meer op de achtergrond. De Chinese overheid wil het gehele land voorzien van elektriciteit. Deze ontwikkeling vordert gestaag. In de toekomst zal deze toepassing volledig verdwijnen.

5.4.8 Constructie van houtvezelplaat

Tungolie wordt toegepast in de productie van houtvezelplaat. In de VS heeft deze toepassing opnieuw de aandacht gekregen. De functie van houtolie in deze toepassing is onduidelijk.

5.4.9 Leerconservering

Tungolie wordt niet meer toegepast in de leerconservering. Huiden worden tegenwoordig tijdens het looiproces bewerkt met onder andere een vettingsmiddel om het bestanddeel van natuurlijk vet, wat in het voorproces is verwijderd, aan te vullen. De huid wordt hierdoor weer soepeler. Het hoofdbestanddeel van deze vettingsmiddelen is visolie. Ook raapzaadolie wordt hiervoor ingezet. De toepassing van houtolie zou negatieve effecten aan het

leer geven: door het hoge joodgetal kan het leer in natte toestand gaan broeien; in droge vorm kan het leer gaan oxideren, waardoor verharding en verkleuring kunnen optreden.

Vroeger werd tungolie toegepast voor de bewerking van Oost-Indiase geitenhuid. Tungolie werd gebruikt om het geitenleer te versoepelen en te stabiliseren. Deze toepassing bestaat niet meer vanwege de betere eigenschappen van andere plantaardige oliën en visolie.

5.4.10 Remblokjes

Tungolie wordt toegepast in remblokjes. De ontwikkeling van de blokjes werd noodzakelijk geacht ter verbetering van de afzetmogelijkheden van de tungolie in China. Innovatief onderzoek leidde tot de vondst van deze toepassing dat de tungtelers een nieuw perspectief biedt.

5.5 Conclusie

Van de vier drives voor technologieontwikkeling is het nog onduidelijk welke de belangrijkste push zal zijn met betrekking tot nieuwe oplosmiddel-arme verven. Zowel ARBO als milieu spelen hierbij een belangrijke rol. Gelet op de mogelijkheid tot claims is het aannemelijk dat ARBO-regelingen vooruit zullen lopen op afspraken in het kader van KWS2000 of via Europese wetgeving.

Het aantal tungolietoepassingen is de afgelopen decennia teruggelopen. Deels is dit te wijten aan aangescherpte kwaliteitseisen bij de toepassingen anderzijds door substitutie vanwege de wissellende beschikbaarheid van olie. Daarbij kan nog worden gesteld dat het innovatief toegepast onderzoek lange tijd heeft stilgestaan. Onder druk van een tweetal belangrijke factoren, de veranderende milieuwetgeving in de VS en verbetering van de afzetmogelijkheden van tungolie in China (inkomensverbetering boeren) komt hierin enige verandering.

LITERATUUR

- Alblas, B.P. (1997)
Minder milieubelastende bouwverven (deel 1); Verfkroniek, nummer 3
maart 1997
- Blydesteyn, I.D.(1997)
Nidera; Mondelinge mededeling
- Cai, B.L.; en S.L. Liu (1993)
A new species of Phobaeticus from China; Department of Biology, Nankai
University, Tianjin, CAB Abstracts 1993-1994
- Chakravarti, D. (1964)
Chemical Examination of the Seeds of Prunus undulata; Indian Journal of
Applied Chemistry, 27 (1), 1-3
- Chen, B.Z. (1983)
*A study on the techniques of interplanting Aleurites fordii with other
crops in low hill red soil;* Subtropical Forest Research Institute, Chinese
Academy of forestry Sciences, Fuyang, Zhejiang; CAB Abstracts 1984-1986
- Chengzhong, Y. (1997)
Sichuan Research Institute of Forestry, Chengdu; Mondelinge mededeling
- CMR (1997)
Looming El Niño Weather Pattern Holds Mixed Impact for US Oils; Chemi-
cal Market Reporter (CMR), June 23, p. 8
- Comes, F., M. Farines, A. Aumelas, J. Soulier (1992)
Fatty acids and Triacylglycerols of Cherry Seed Oil; Journal of the Ameri-
can Oil Chemist's Society, 69, 12, 1224-1227
- Corley, J. (1997)
American Tungoil Corporation, Lumberton, Mississippi, schriftelijk en
mondelinge mededeling
- Departement van Economische Zaken (1937)
Tungolie en Hare Betekenis voor de Nederlandsch-Indie; Augustus 1937
- Dixon, P. (1994)
Food and Agricultural Markets: the quiet revelution; Economic Research
Service, Food and Agricultural Committee, US Department of Agriculture,
National Planning Association; Chapter 8

- Eckey, E.W. en L.P. Miller (1954)
Vegetable Fats and Oils; American Chemical Society Monograph Series no. 123, Reinhold, NY
- Ehrenreich, J.H. (1982)
Forestry in China; Rome, FAO; Forestry Paper no. 35
- FAO (1978)
China: forestry support for agriculture; Rome, FAO; Forestry Paper no. 12,
- Gaydou, E.M., J. Miralles en V. Rasoazanokolona (1987)
Analysis of Conjugated Octadecatrienoic Acids in Momordica balsamina Seed Oil by GLC and ¹³C NMR Spectroscopy; J.A.O.C.S., 64, 7, 997-1000
- Gunstone, F.D. en R. Subbarao (1967)
New Tropical Seed Oils. Part 1. Conjugated Trienoic and Tetraenoic Acids and their Oxo Derivatives in the Seed Oils of Chrysobalanus Icaco and Parinarium Laurinum; Chem. Fys. Lipids, 1, 349-359
- Hadsell, D.W. (1959)
Tungoil Industry in Florida; Tallahassee, State of Florida Department of Agriculture, Bulletin no. 11
- Hanson, B. (1993)
Tungoil; Kerley News, summer 1993
- Hua, S.L. (1984)
A discussion on the cause of large scale shrivelling of fruits of Aleurites fordii; China, Research Institute for Forestry Science, CAB Abstracts 1984-1986
- Information Research Limited (1983)
A profile of the European Paint Industry; vijfde editie
- Jezek, R.E., W.W. Kiley, J.L. Butler (1971)
Windrower and harvester for tungfruit; Production Research Report, United State Department of Agriculture, number 123
- Khurtsilava, D.I. (1971)
Fatty Acid Composition of Tungoil; Maslo-Zhir. Prom., 37, 7, 7-8
- Kolk, C.E.M. van der (1997)
Niets blijft hetzelfde, alles verandert; Verfkroniek, nummer 3, maart 1997
- Konii et al., US patent 4229330
- Leach, R.H. en R.J. Pierce (1993)
The Printing Ink Manual; Society of British Printing Ink Manufacturers Ltd, fifth edition

- Leonard, E.C. (1975)
The Dimer Acids; Connecticut; Humko Sheffield Operation of Kraftco Corporation p. 10
- Liao, Z.Q. (1988)
An investigation on damage of tungoil tree (Aleurites fordii) caused by air pollution around the Zhongba region; Jiangyou District Sichuan Province, Sichuan Forestry Institute, Chengdu, CAB Abstracts 1990-1991
- Liu, K (1997)
 Universiteit van Saskatchewan in Manitoba Canada Schriftelijke mededeling
- Lower, E.S. (1992)
Oleochemical Monographs (No. 70) - part 1; A review of Eleostearic Acid - (Octadeca-9, 11, 13-trienoic acid) C₁₈H₃₀O₂ (18:3, n 9, 11, 13); Pigment and Resin Technology, november, 12-16
- Maas, J.A. (1947)
De Cultuur van Aleurites; Voordracht gehouden op 18 december 1947 voor de 22-ste Indische week te Wageningen
- Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
 Directoraat-Generaal Milieubeheer, KWS2000 Strategie 1992-2000, projectorganisatie KWS2000
- Nakagawa, T. en R. Asanuma, US Patent 3429762
- Nelen, P.J.C. (1992)
 Presentatie tijdens de KNCV vergadering sectie; *Lipiden*
- Phiri, I.M.G. (1985)
Effects of Nitrogen and Hedge Row Systems on the Yield and Quality of TungNuts; Acta Horti, Wageningen, International Society for Horticultural Science, May, issue 158, 265-271
- Planck, R.W., F.C. Pack en D.B. Skau (1952)
Tung, Chemistry and Technology of tungproducts; Abstract bibliography of the chemistry and technology of tungproducts, 1875 - 1950, United State Department of Agriculture, Agricultural Research Administration, Bureau of Agricultural and Industrial Chemistry, Vol I t/m IV
- Rease, J.T. (1971)
A further report on blossom delay of tungtrees with succinic acid 2,2-dimethylhydrazide in spray oil; USDA, Monticello, Florida, CAB Abstracts 1972-1975

- Sengers, H.H.W.J.M. (1994)
Positionering van plantaardige industriële oliën; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO) rapportage Nationaal Oliën Programma,
- Schirmer, C. (1996)
Estado do Rio Grande Do Sul; Secretaria da Agricultura e Abastecimento; Schriftelijke mededeling
- Shijun, Y. (1997)
 China Sichuan Forestry Department, Chengdu, Sichuan provincie, Mondelinge en schriftelijke mededeling
- Spitzer, V., F. Marx, J.G.S. Maia en K. Pfeilsticker (1992)
*Occurrence of α -Eleostearic Acid in the Seed Oil of *Parinari montana* (Chrysobalanaceae)*; Fat Sci. Technol., 94, 2, 58-60
- Spitzer, V., F. Marx, J.G.S. Maia en K. Pfeilsticker (1991)
*Identification of conjugated Fatty Acids in the Seed Oil of *Acioa edulis* (Prance) syn. *Couepia edulis* (Chrysobalanaceae)*; J.A.O.C.S., 68, 3, 183-189
- Spitzer, V., F. Marx, J.G.S. Maia en K. Pfeilsticker (1991)
*Occurrence of Conjugated Fatty Acids in the Seed Oil of *Couepia longipendula* (Chrysobalanaceae)*; J.A.O.C.S., 68, 6, 440-442
- Stock, E. (1949)
Rezepttaschenbuch für die Farben- und Lackindustrie; Rezepte und Vorschriften
- Sundar Rao, K., C. Kaluwin, G.P. Jones, D.E. Rivett en D.J. Tucker (1991)
*New Source of -Eleostearic Acid: *Ricinocarpus bowmanii* and *Ricinocarpus tuberculatus* Seed Oils*; J. Sci. Food Agri., 57, 427-429
- Tang Fang You (1996)
 Guizhou Forestry Department; Schriftelijke mededeling
- Tavdumadze, K.R., A.K. Dzhindzholiya (1987)
Productivity of tung with different methods of interrow management; VNII Chaya i Subtropicheskikh Kul'tur, Makharadze, Georgian SSR, CAB abstracts 1987-1989
- Tischler, L. (1996)
 Cooperativa Colonias Unidas Agrícola Ltda, Obligado, Itapúa, Paraguay; Schriftelijke mededeling
- Tordoir, F.J.M. (1996)
Drukinkt: van mineraal naar plantaardig; Verfkroniek, 1, 25-28

- Turo Takagi en Yutaka Itabashi (1981)
Occurrence of Mixtures of Geometrical Isomers of Conjugated Octadecatrienoic Acids in Some Seed Oils: Analysis by Open-Tubular Gas Liquid Chromatography; Lipids, 16, 7, 546-551
- Tulloch, A.P. (1979)
Analysis of the Conjugated Trienoic Acid Containing Oil from Fevillea trilobata by ¹³C Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy; Lipids, 14, 12, 996-1002
- Verfkronek (1997)
Prestatie-onderzoek schilderwerk, mededelingen: prijsuitreikingen, programma's, buitenlandse projecten; nummer 2, p. 28, februari
- Villanueva, H.M. (1996)
Verbonden aan de Cooperativa Agrícola Limitada De Picada Libertad te Misiones Argentinië; Schriftelijke mededeling
- Wang, W.X. (1984)
Bionomics and control of Selenothrips rubrocinctus; China, Central-South College of Forestry, CAB Abstracts 1984-1986
- Webster, C.C., P.O. Wiehe en Colin Smee (1950)
The Cultivation of the Tungoil Tree (Aleurites Montana) in Nyasaland, a practical guide for growers
- Wu, G.J. en X.Z. Lin (1982)
Study on the wilt of tungoil trees; China; North Eastern Forestry Institute, CAB Abstracts 1984-1986
- Xiao, Y.G. (1988)
Determination of esterase isoenzymes of the pathogen of tungroot rot; Chengdu, Sichuan Academy of Forestry; CAB Abstracts 1990-1991
- Xu, W.B., J.L. Yue, J.L. Wen, H. Hu, F.R. Yang en Z.G. Wu (1996)
Experiment on soil amelioration with lime in stands of Aleurites fordii; Guizhou, Forestry Department Agricultural College; CAB Abstracts 1987-1989
- Yao Xiaochua (1997)
China Research Institute of Subtropical Forestry, Fuyang, Zhejiang; Schriftelijke mededeling
- Yuan, R.L. (1985)
Studies on the control of tungoil tree geometrid Buzura suppressaria (Lep.: Geometridae) by Trichogramma dendrolimi (Hymen: Trichogrammatidae; Zhejiang; Zhejiang Forestry College, CAB Abstracts 1987-1989

- Zeng, L., G.H. Yang, L.G. Zhao en C.Y. Shu (1982)
A preliminary study on Eotetranychus sexmaculatus; Institute of Forest Sciences, Wanxan Prefecture; CAB Abstracts 1982-1983 Sichuan
- Zhou, X.M. en Q.H. Du (1986)
A study of the occurrence of Cercospora aleuritidis Miyake and its control; Guizhou, Institute Forestry; CAB Abstracts 1987-1989

BIJLAGEN

Bijlage 1 Botanische karakteristieken

Botanische kenmerken van *A. fordii* en *A. montana*

Kenmerken <i>A. fordii</i> b)	<i>A. montana</i> a)
<i>A. fordii</i> boom is kleiner.	Natuurlijke omgeving: tot 21 meter Plantage: tot 10 meter (na 8-10 jaren)
Bloemen zijn groter, wit gekleurd met duidelijke rode strepen	witte kroonbladeren, kleuren licht roze naar een aantal dagen
Bladeren volwassen boom:	
- groot, hartvormig, licht gelobd	3-5 lobbig en vrij klein
Vruchten:	
Idem	In trossen van 2 tot 11 stuks Bolvormig, 4-5 cm lang met drie overlangse groeven en sterk uitspringende ribben Onrijp: groenkleurig; rijp: bruin en springen bij rijping langs de groeven in drie delen open. Elke vrucht bevat 3 zaden soms 2 en 4. De zaadwand is zeer hard, en bestaat uit buitenste hoornachtig en binnenste steenachtige laag.

Bron: a) Maas, 1947; b) Hadsell, 1959.

Bijlage 2 Overzicht van de verspreiding van α -eleostearinezuur in de natuur in procenten (literatuur 1955-1994)

(zie voor nummers de legenda volgende pagina)

Bron\vetzuur	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
<i>Acioa edulis</i> a)	-	28,3	1,3	6,8	26,5	1,3	8,8	-	0,7	7,3	19
<i>Aleurites fordii</i> b)	0,3	6,1	-	1,4	4,7	-	11,4	-	0,5	75,8	-
<i>Tungolie</i> j)											
ttt: β -eleostearine	2,6	-	-	2,1	6,6	-	7,0	-	-	67,7	-
										ttt	
										11,2	
<i>Ricinocarpus bowmanii</i> c)	-	6,0	1,0	3,4	13,5	9,8	-	0,3	-	60,9	-
<i>Ricinocarpus tuberculatus</i> c)	-	7,8	0,5	4,7	17,5	15,7	-	0,3	-	46,8	-
<i>Parinari montana</i> d)	-	10,7	0,1	6,5	35,3	0,9	10,3	-	-	35,7	-
<i>Couepia longipendula</i> f)	-	25,2	0,9	6,2	26,5	0,4	7,4	-	0,3	11,3	21,8
<i>Prunus undulata</i> g)	-	-	-	-	52,6	-	19,4	0,6	-	22,4	-
<i>Prunus avium</i> k)											
Gemiddelde waarde 3 Soorten	-	~8	0,5	-	~2	~31	~44	-	-	~12	-
<i>Momordica balsamina</i> h)											
ctc: punicine zuur	-	13,6	-	7,5	5,1	-	6,5	-	-	13,1	-
										ctc	
										50,6	
<i>Fevilia trilobata</i> i)											
ctc: punicine zuur	-	31	-	12	11	-	7	-	-	9	-
									ctc		
									30		
<i>Momordica charantia</i> j)	-	1,5	-	17,4	14,6	-	8,6	-	-	56,2	-
<i>Trichosanthes anguina</i> j)											
ctc: punicine zuur	-	5,3	-	8,1	16,4	-	-	-	-	-	-
										ctc	
										48,5	
<i>Punica granatum</i> j)											
ctc: punicine zuur	-	2,3	-	1,8	4	-	4,2	-	-	ctc	-
										82,9	
<i>Catalpa ovata</i> j)											
ttc: catalpine zuur	-	2,7	-	2,6	7,7	0,9	39,9	-	-	ttc	-
										42,2	
<i>Chrysobalanus icaco</i> l)											
Parinarium zuur: 10%	-	4	-	18	11	-	6	-	-	22	10
4-oxoparinariumzuur: 18%											
<i>Parinarium laurinum</i> l)											
Parinariumzuur: 62%	-	4	-	7	2	-	2	-	-	22	-

a) Spitzer, V., 1991a; b) Khurtsilava, D.I., 1971; c) Sundar Rao, K., 1991; d) Spitzer, V., 1992; e) Lower, E.S., 1992 (globaal overzicht); f) Spitzer, V., 1991b; g) Chakravarti, D., 1964; h) Gaydou, E.M., 1987; i) Tulloch, A.P., 1979; j) Toru Takagi, 1981; k) Comes, F., 1992; l) Gunstone, F.D., 1967.

Legenda bijlage 2

Vetzuur:

1.	laurinezuur		(12:0)
2.	palmitinezuur		(16:0)
3.	palmitoleinezuur		(16:1, n-7)
4.	stearinezuur		(18:0)
5.	oliezuur		(18:1, n-9)
6.	vacceenzuur		(18:1, n-7)
7.	linolzuur		(18:2, n-6)
8.	linoleenzuur		(18:3, n-3)
9.	arachidonzuur		(20:4)
10.	α -eleostearinezuur	(ctt)	(18:3, n-5)
	punicinezuur	(ctc)	(18:3, n-5)
	catalpinezuur	(ttc)	(18:3, n-5)
	β -eleostearinezuur	(ttt)	(18:3, n-5)
11.	α -licaanzuur		(18:3, 4-O)

Bijlage 3 De tungcyclus

Leeftijd	Omschrijving
1	Planttijd: Januari, februari of maart (185-346 bomen per hectare) a) Beplanting met 185 bomen: "wide planting", boven 250: "close planting" Rij afstand: tussen 9 meter en 10.5 meter "Cover cropping": zomergewassen afhankelijk van bladerdek
2-4	Groei bomen tot aan eerste tungproductie
4-10	Opbrengst toename tot aan volwassenheid boom (opbrengst maximum 2.5 tot 7.4 ton per hectare (Florida))
10-?	"Cover cropping": wintergewassen De leeftijd van plantages is sterk variërend: In China tot boven de 100 jaar. Hoogste plantage-opbrengst met bomen van 25-30 jaren oud b). Optimale opbrengst tot een leeftijd van twintig jaar daarna minder c)

Bron: a) Jezek, 1971; b) Webster, 1950; c) Shijun, 1997.

Bijlage 4 Bemestingsanalyse plantage 247 bomen per hectare

Jaar groei	Stikstof N (%)	Fosfaat P2O5	Kalium K2) (%)	Per boom (kg) (%)	Per hectare (kg)
1	6	6	6	0,45	111,9
2	6	6	6	0,90	223,9
3	10	5	10	1,36	336,1
4	10	5	10	1,81	447,3
5	10	5	10	2,26	558,6
6	10	5	12	2,71	669,8
7	10	5	12	3,62	894,7
8	10	5	12	4,53	1.119,6
9-en verder	10	5	12	5,66	1.398,9

Bron: Hadsell, 1959.

**Bijlage 5 Invloed van N-gift op de opbrengst van luchtgedroogde
Aleurites montana (variëteit G. 69) noten voor hegrijensys-
teem en oliekwiteit**

systeem	N-gift 10j. gem. (kg/hectare)	Opbrengst kernels (kg/hectare)	Oliegehalte (%)	Brekings- index	f.f.a. (%)	Geleverings tijd (minuten)
1.	0	1.671	62,8	1,511	0,38	23,10
	35	1.700	63,9	1,511	0,38	22,45
	70	1.863	64,4	1,51	0,36	23,45
	105	1.906	64,9	1,50	0,38	22,45
	210	1.840	64,2	1,50	0,38	23,00
2.	0	1.499	63,6	1,50	0,38	23,05
	35	1.533	62,3	1,50	0,32	22,45
	70	1.727	63,9	1,50	0,38	24,00
	105	1.576	62,8	1,50	0,38	21,30
	210	1.565	63,1	1,50	0,32	23,00
3.	0	1.396	62,3	1,50	0,38	24,05
	35	1.610	63,2	1,50	0,32	23,35
	70	1.619	62,3	1,50	0,38	21,00
	105	1.662	62,5	1,50	0,38	21,50
	210	1.604	62,8	1,51	0,38	23,55

Bron: Phiri.

Systeemnummer: [1.]: enkele rij systeem: rij op 4,57m (956 bomen/hectare)
 [2.]: dubbele rij systeem; rijen op 2,29m onderling en 9,14m (785 bo-
 men/hectare)
 [3.]: drie rijen systeem onderling op 2,29 en 9,14m (964 bomen/hectare).

Bijlage 6 Meest voorkomende ziekten van *A. fordii* en *A. montana*

Fysiologische ziekten:

"Bronzing", Chlorosis, "Frenching"

Andere ziekten:

Armillaria melia ("colar crack")

Botryodiplodia theobromae, *Botryosphaeria*

Buzura suppressaria

Cercospora aleuritidis Miyake (ineen schrompelen van bladeren)

Corticium salmonicolor

Colletotrichum

Eotetranychus sexmaculatus

Fusarium oxysporum (verwelken), *Fusarium solani* (tungwortel rot)

Fomes lignosus ("witte wortel" schimmel), *Ganoderma pseudoferreum* ("rode wortel" schimmel)

Gloeosporium (*Glomerella*) *aleuriticum*

Macrophoma

Phytophthora palmivora ("voetrot")

Phobaeticus sichuanensis

Phomopsis

Pythium

Rhizoctonia solani, *Rhizoctonia bataticola*

Selenothrips rubrocinctus (*A. fordii*)

Sphaerostilbe repens ("stinking rootrot")

Ustilina maxima ("wortelkraagziekte")

Bron: Maas, 1947; Webster, 1950; Hadsell, 1959; Cai, 1993; Xiao, 1988; Zhou, 1986; R.L. Yuan, 1985; Hua, 1984; Wang, 1984; Wu, 1982.

Bijlage 7 Analyse tungvrucht in China (gewichtsprocent)

Soort	Schil	Noot	Drie componenten van de noot		
			(water	olie	schroot)
A. fordii	46	54	4,5	55,9	39,6
A. montana	45,5	54,5	5,2	58	36,8

Bron: Planck, 1952.

Bijlage 8 Beschrijving Daxian en Xuanhan districten

Daxian district bestaat uit 72 gemeenschappen waaronder; Shi-ti, Bao-zi die werden bezocht.

Shi-ti: Hoogte: 200-950m; geaccumuleerde temperatuur 5.500°C; regenval 1000mm; moeson klimaat: regenval vooral in de zomer maanden. El Niño's invloed is ook hier merkbaar door periodieke schommelingen in de normale klimatologische gang.

1972 start tungnoten productie. 1978-82 hoogste opbrengsten van: 150 ton noten. Dit komt overeen met 40 ton tungolie. In 1982 verandering in de economische structuur van het land. De boeren hebben nu zelf de macht over hun eigen land. Door dalende prijzen gaan vele boeren de bomen rooien. 1992 de prijs ging weer stijgen en de boeren startten opnieuw met het produceren van tung. Aantal bomen: 360.000 stuks in 1997. Vorig jaar 600 ton tungzaden en dus 180 ton olie.

Bao-zi: Hoogte: 265-1.016m; grondsoort: geel en paarse gronden; accumuleerde temperatuur 5.475°C: 300 dagen vorstvrij; regenval: 1.193mm; jaarlijkse gemiddelde temperatuur: 17.3°C. In 1982 530.000 bomen, 85% van de bomen droegen zaden. Totale productie 300 ton noten In 1990 aantal bomen 680.000 stuks. 1996 werd een aantal gehaald van 1,13 miljoen bomen. Productieniveau van 480 ton olie (28%) werd bereikt. 1997 jaar wordt beschouwd als een goed jaar. Voor de lokale boeren is tungolie-inkomen erg belangrijk. Het is naast bamboe het belangrijkste economische gewas.

Xuanhan district

Totale oppervlakte 4.266 km², bestaat uit 13 gemeenschappen, 74 comunnes, 769 dorpen, totale populatie: 1,1 miljoen mensen, met een totale bosbouw-oppervlakte 162.450 ha. dit komt overeen met 38,7% van het district oppervlak, 59.300 ha. is landbouwgrond. De door deze district geproduceerde tungolie is vrij van quarantinen- en kwaliteitsinspectie. Het wordt geëxporteerd via Shanghai. Totale productie (1992) 17.160 ton vruchten. Gemiddeld oliegehalte noten 30,3%.

Bijlage 9 Karakteristieken van de tungteelt in China

Het Research Institute of Subtropical Forestry in de provincie Zhejiang voert (als enige) nog steeds tungonderzoeksprojecten uit in China.

Tungproductiekenarakteristiek in China

- Aantal bomen per hectare: *Aleurites fordii* 450-900/ha; *A. montana* 200-300/ha
 - Plantage: rij-systeem
 - Grondsoort: de bomen voldoen het best op losse zandige leem
 - Bemesting gram/boom: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$: 100-400gram; CaPO_4 : 100-200gram; KCl: 100-300 gram
 - "Cover crops": zomervariëteiten: mais, sweet potato, soyabonen, pinda, sesam, enzovoort
 - Levensduur boomgaard: lang levende cultivars: meer dan 50-60 jaren oud; kort levende cultivars: 20-30 jaar oud.
 - Oogst: Handmatig rapen
 - Ziekten; Er zijn vele ziekten, vooral *Fusarium oxysporum* Schlecht is berucht.
 - Het verspreidingsgebied van de tungbomen wordt sterk bepaald door de temperatuur; het oliegehalte wordt bepaald door de regenval gedurende het droge seizoen
 - Productie gemiddelde: *Aleurites fordii*: 450-1.200 kg zaad/ha (afhankelijk van cultivar); *A. montana* 1.350-2.250 kg zaad/ha (afhankelijk van kloon)
 - Vochtgehalte van de vruchten: 60%
 - Oliegehalte van vrucht: 20-25%; oliegehalte zaad: 43-45%
 - Kosten per hectare: 300 US\$
 - Return per hectare: *A. fordii*: US\$ 600-1.500/ha
 A. montana: US\$ 1.400-2.400 US\$/ha
 - Tungolie kan in vele industrietakken worden toegepast.
 - Transport: door vrachtwagens of trekker: kosten: 1,2-1,5 RMB yuan/ton km
 - Verwerking van tungolie: vele bedrijfjes verwerken de tungzaden.
-

Bron: Tao Xiaohua, 1997.

Bijlage 10 Karakteristieken van de tungteelt in Sichuan

-
- Aantal bomen per hectare: tot 600 vaak minder
 - Plantage: In rijen systeem
 - Locatie: Langs de velden en in heuvelachtiggebied
 - Grondsoorten: neutrale of licht zure grondsoorten
 - Bemesting: N-, P- en K-kunstmest maar meestal organische mest
 - "Cover crops": zomervariëteiten: mais, bonen, pindaplant, meloen, textielhennepe
 - Levensduur boomgaard: tot 70 jaren
 - Oogst: Plukken, handmatig rapen, tijdstip: augustus/september
 - Ziekten komen weinig voor
 - Productie: 12.000 kg tungzaden per hectare (onder zeer goede omstandigheden). De opbrengst kan door gedegen technische assistentie op eenvoudige wijze worden verhoogd met 60%. (Bij de bepaling van de hectare opbrengst is uitgegaan van een optimale productie van een volwassen boom zonder de invloed van de bepalende factoren zoals de meerjarige cyclus.)
 - Olieopbrengst gemiddelde: 18%
-

Bron: Shijun, 1997.

Bijlage 11 Karakteristieken van de tungteelt in Guizhou

-
- Aantal bomen per hectare: 600
 - Plantage: rij-systeem
 - Locatie: In directe omgeving van boerderij of langs een weg. Sommige bomen vormen een puur bos, sommige zijn geplaatst tussen andere bomen in een houtproductiebos.
 - Grondsoorten: gele, geel-rode, kalksteen- en paarse grondsoorten
 - Bemesting: N- en P-kunstmest en organische mest, zelden K
 - "Cover crops": zomervariëteiten: mais, bonen en pindaplant
 - Levensduur boomgaard: 25-40 jaren. Een klein deel meer dan 40, zelden 100 jaren
 - Oogst: Handmatig rapen, tijdstip: augustus/september
 - Ziekten komen weinig voor alleen die welke verwelking en verslapping en veroorzaken; komt voor in kleine delen van de plantages.
 - Productiegemiddelde: 750 kg tungzaden per hectare
 - Vochtgehalte van de vruchten na luchtdroging: 15-20%
 - Oliegehalte van vrucht: 32-40%
 - Olieopbrengst gemiddelde: 27-35%
 - "Farmers profit": 150 US\$ per ton tungzaden
 - De vruchten worden voorbewerkt door individuele huishoudens
 - Vervolgens worden ze getransporteerd. De transportlengte varieert sterk en daarmee ook de kosten
 - Verwerking van tungolie: vele bedrijfjes: staatseigendom, collectief en prive.
-

Bron: Tang Fang You, 1996.

Bijlage 12 Karakteristieken van de tungteelt in Itapúa, Paraguay 1996

-
- Aantal bomen per hectare: 330 tot 700
 - Plantage: rij-systeem; afstand tussen rijen: 10 tot 12 meter; afstand tussen bomen: 3 tot 4 meter
 - Grondsoort: Volgens studies door de Interamerikaanse Technische Dienst voor Agrarische Coöperatie kan de bodem in de tungregio's in het algemeen gekarakteriseerd worden door een diep ionische vorming met een rode kleur of een bodem met een leemhoudende laag van 1 à 2 meter dik die ligt boven dieperliggende geel roodachtige of rode ondergrond van brokkelig leem, dat wil zeggen dat de ondergroen makkelijk te verbrokkelen is
Deze gronden hebben een goede interne drainage en een hoge indicatie voor het vasthouden van regenwater. Het zijn de beste landbouwgronden van Paraguay
 - Bemesting: Er worden geen bemestingpraktijken toegepast in de tungverbouw
 - "Cover crops": In de tunggewassen verbouwt men geen grondbedekkers, niet in de zomer nog in de winter
 - Levensduur boomgaard: De tungaanplant begint te produceren in het derde jaar. De productie groeit langzaam tot haar maximum na 8 tot 10 jaar. Normaliter bestaat een tungaanplant 15 tot 20 jaar indien de productie goed blijft
 - Oogst: handmatig rapen, er bestaan geen speciale oogstmachines
 - Ziekten: Het tunggewas wordt aangetast door schimmelziekten onder andere *Phomopsis citri* (Kanker van zwarte rot). Schade gevoeligheid: Er zijn nog geen (insecten)plagen van economische betekenis geïdentificeerd
 - Opbrengst: 3.000 kilo vruchten per hectare maximaal mogelijk, een normale opbrengst ligt rond de 2.000 en 2.200 kilo/ha
 - Vochtgehalte van de gehele vrucht: 17-18%; vochtgehalte pit/kern: 12-13%
 - Oliegehalte van de tungnoten: 32%
 - Op dit moment betaald men de producent 263 \$US per ton tungzaden
 - De productiekosten bedragen per ton zaden: \$US 148, de producent krijgt netto: \$US 115
 - Transport van de noten: De noten worden op twee manieren getransporteerd: onverpakt of in zakken
- | | | |
|-------------------------------|--------------|-------------------|
| De transport kosten bedragen: | Afstand (km) | Kosten (\$US/ton) |
| | 1 - 10 | 4,7 |
| | 11 - 20 | 5,7 - 7,17 |
| | 21 - 30 | 7,6 - 9,6 |
| | 30> | 9,6 |
- Verwerker van de noten: Cooperativa Colonias Unidas, Aceitera Tungoil, CAICISA
-

Bron: Tischler, 1996.

Bijlage 13 Karakteristieken van de tungteelt in Misiones, Argentinië 1996

Aantal bomen per hectare: 240

- Plantage: rij-systeem
 - Grondsoort: klei-achtig
 - Bemesting: geen gebruik van kunstmest
 - "Cover crops": geen
 - Levensduur boomgaard: 40 jaren
 - Oogst: handmatig rapen
 - Ziekten *alleen een probleem in de eerste twee jaren: mieren*
 - Schadegevoeligheid groot tijdens de bloei-periode: verlate vorstperiode in september
 - Opbrengst: 1.500 tot 6.000 kilo/ hectare per jaar per crop afhankelijk van de leeftijd van de bomen
 - Oliegehalte van de noten: 16% tot 17,5%
 - De opbrengst hangt af van de oogsthoeveelheden en de marktprijs welke sterk fluctueren
 - Twintig jaren geleden was de opbrengst van de totale cultuur 20.000 ton olie, geproduceerd door 7 bedrijven waarvan onderstaand bedrijf momenteel nog de enige is. De huidige cultuur is goed voor een opbrengst van 4.000 tot 4.500 ton. Dit jaar bedraagt de opbrengst ongeveer 1.000 ton
 - De noten worden getransporteerd per vrachtauto. De kosten bedragen: 10 US\$ per ton noten. Transport afstand 80 km
 - De productiekosten worden voor een groot deel bepaald door de "Credit Bank Cost", welke erg hoog zijn in Argentinië
 - De olie wordt getransporteerd van Misiones naar Buenos Aires in tankwagens (US\$ 30/40 per ton) en in tankers van Buenos Aires naar Rotterdam (300/500 tons)(US\$ 70/100 per ton)
 - Aan de Argentijnse tungkarakteristieken kan worden toegevoegd dat de perskosten inclusief transport naar de plant 40 US\$ per ton zaad bedraagt (Blydesteyn, 1996)
-

Bron: Villanueva, 1996.

Bijlage 14 Karakteristieken van de tungteelt in Mississippi, VS 1996

-	Aantal bomen:	125 bomen/acre
-	Bemesting:	plantage: rij-systeem tusen de bomen 10-12 feet met een rijafstand van 30 feet
		Afhankelijk van productiejaar:
		jaar 1: 13-13-13: 0,5 pounds/boom
		jaar 2: 14- 7-14: 0,85 pounds/boom
		jaar 3-verder: 25-10-20: 200 lbs/acre
-	"Cover crops":	Vooraf gras (veeteelt)
-	Levensduur boomgaard:	25 jaar; na 20 jaar 1/4 boomgaard gaan vervangen
-	Oogst:	machinaal
-	Ziekten:	Geen ziekten van belang
-	Herbiciden:	Simazine/Prowl, Gramoxon
-	Schadegevoeligheid:	met name vorst in bloeiperiode in maart/april
-	Opbrengst:	jaar 1 productie: 1000 pound/nuts/acre; jaar 2 productie: 1 long ton noten/acre; jaar 3 ev productie 2-3 long ton/noten/acre.
-	Oliegehalte van de vrucht:	18-22% olie.
-	Kostenkalkulatie	Jaar 1: Kosten bomen/aanplanten/acre \$ 43,75; kunstmest \$ 12,38/acre;
	(1 arbeidsuur \$5.50)	herbicides \$ 8,50/acre; arbeid-en machinekosten \$ 55,93/acre.
		Totaal jaar 1: \$ 120,56/acre
		Jaar 2: totaal \$ 45,50/acre
		Jaar 3: totaal ev \$ 70,47/acre
		Oogstkosten (vanaf jaar 3): \$ 65,00
-	Fysieke opbrengst	bij 15% vocht 374 pounds of oil/long ton noten
-	Geldelijke opbrengst:	garantie van \$125,00 per acre; boven olieprijs van \$0,70 winstverdeling tussen contractant en ATO Inc.
-	Verwerker van tungnoten:	Opslag en koude persing in eigen beheer

Bron: American Tungoil (ATO), 1997.

Bijlage 15 Overzicht contacten China

Sichuan Forestry Department (SFD)

Mr. Yuan Shi-jun, Deputy Chief, Division for International Cooperation, SFD
Ms. Wang Yu-lin, Deputy Chief, Division for Afforestation, SFD
Dr. Yin Cheng-zhong, Senior Engineer, Sichuan Academy of Forest Sciences and Research (SAFSR)
Dr. Li Xian-jin, Director of Institute of Economic Forest Research, SAFSR

Dachuan Prefecture

Mr. Yang Qing-rong, Vice Governor, Prefecture Administration
Mr. Li Feng, Secretary-General, Prefecture Administration
Mr. Su Shi-jun, Director, Prefecture Forest Bureau
Mr. Jiang Hong-lin, Section Chief, Prefecture Forest Bureau
Mr. Chen Ke-sheng, Deputy Director, Prefecture Grains Bureau
Mr. Liu Wen-ming, Project Officer, Dachuan Prefecture Foreign Affairs Office

Daxian District

Mr. Chen Zhi-quan, Head, Daxian District People's Government
Mr. Li Yu-quan, Deputy Head, idem
Mr. He Cheng-jun, Deputy Head, idem
Mr. Bai Zhan-hai, Secretary, idem
Mr. Li Zhong-quan, Director, Daxian District Forest Bureau
Mr. Gou Da-ming, Deputy Director, idem
Mr. Tian Cheng-gui, Deputy Director, idem
Mr. Gong Yong-rong, Deputy Director, idem
Mr. Xiao Jia-ming, Section Chief, idem
Mr. Gao Chuan-ming, Head of Shi-ti Town
Mr. Liu Xing-rong, Head of Shi-ti Forest Station
Mr. Wei Wen-quan, Head of Bao-zi Town
Mr. Huang Ping, Head of Bao-zi Forest Station

Xuan-han District

Mr. Zhang Zong-zhao, Deputy Head, Xuanhan District People's Government
Mr. Ze Chang-wei, Deputy Head, idem
Mr. Li Liang, Section Chief, idem
Mr. Zhang Xiao-ya, Chief, District Foreign Affairs Office
Mr. Xiang Ke-lang, Director, District Forest Bureau
Mr. Liang Zi-wen, Deputy Director, idem
Mr. Wang Guo-li & Mr. Ou -Yang Chao, Section Chief, idem
Mr. Sun Bang-jin, Deputy Director, District Grains Bureau
Mr. Li De-qiu, Director, District Oil Pressing & Refine Factory
Mr. Ren Deng-hua, Head of Shuang-he Town
Mr. Fu Bi-de, Head of Shuang-he Forest Station

Bijlage 16 Productspecificatiesheets tungolie

Zuid-Amerika		
Cas number	: 8001-20-5	
Einecs number	: -	
Characteristics	Minimum	Maximum
Colour (Lovibond 1"cell) Yellow/Red		35/3
FFA		2,5
Saponification value (mg KOH/g)	189	198
Unsaponifiables (%)		0,75
Iodine Value (Wijs)	158	
Density (kg/m ³) at + 25°C	0,932	0,937
Viscosity (Saybold Universal) at + 25°C(s)	1000	1210
Refractive Index at 25°C	1,5156	1,5200
Gel time		13'30
Polybromides Index		0,4

China		
Cas number	: 8001-20-5	
Einecs number	: -	
Characteristics	Minimum	Maximum
Colour		Not darker than a
freshly prepared		
Solution containing		
0,4gm. K ₂ Cr ₂ O ₇ in		
100 ml. Conc H ₂ SO ₄		
(Sp. Gr. 1,84)		
FFA (%)		
4		
Saponification value (mg KOH/g)	190	195
Moisture and Impurities (%)		0.3
Iodine Value (Wijs)	163	173
Density (kg/m ³) at + 20/4°C	0,9360	0,9395
Worstall s Heat Test (in min.)		7,5
Refractive Index at 20°C	1,5170	1,5220
Appearance		Transparent or slightly tur
Beta Tungoil Test		Negative (no crystallisati

Opmerking: in Gardner komt de kleur van China neer op max. 12 en voor de Zuid-Amerikaanse op max. 8.

Verpakking: 190 kg drums (leverancier: MT Manful Trading Company).

Bijlage 17 KWS2000 Strategie 1992-2000

Afbakening emissiebronnen

Emissies van vluchtige organische stoffen vindt plaats bij verkeer, industrie, kleine bedrijven, huishoudens, landbouw, verbranding, en in de natuur. Van deze bronnen richt het project KWS2000 zich uitsluitend op de industrie, kleine bedrijven en huishoudens. Ten aanzien van de andere te onderscheiden categorieën van VOS-emittenten wordt een afzonderlijk bestrijdingsspoor gevolgd dat daar eveneens reducties moet opleveren. KWS2000 is uitsluitend gericht op het VOS-aandeel van de ozonproblematiek. Aan NOx, de tweede factor in het reactiemechanisme, wordt hier geen aandacht besteed. Dat gebeurt reeds in het kader van het verzuringsbeleid. Met betrekking tot vluchtige organische stoffen worden methaan en chloorkoolwaterstoffen, die geen rol van betekenis spelen bij de vorming van concentratiepieken van ozon op leefniveau, buiten beschouwing gelaten. Deze stoffen worden reeds in andere beleidskaders behandeld, te weten het klimaatbeleid en het CFK-actieprogramma. Evenmin beoogt KWS2000 een oplossing te bieden voor lokale geurproblemen ten gevolge van vluchtige organische stoffen en voor eventuele overschrijding van de gewenste luchtkwaliteit op basis van toxiciteit van een stof.

Voor wat betreft de bronnen die onder KWS2000 vallen, zijn afspraken gemaakt over afstemming met de Nederlandse Emissie Richtlijnen en het Doelgroepenbeleid. Het beleid vastgelegd in het project KWS2000 maakt deel uit van het Doelgroepenbeleid zoals aangegeven in het NMP(+). Het project is in zijn geheel, inclusief de werkwijze met betrekking tot het opheffen van voorwaardelijkheden en onzekerheden, alsmede de periodieke herijking van de Bestrijdingsstrategie, onderdeel van bestaand beleid.

Uitgangspunten strategie

Met betrekking tot de strategie-ontwikkeling is gekozen voor een aanpak op nationaal niveau, omdat voor een effectieve vermindering van de ozonvorming een internationale afstemming noodzakelijk. Aspecten zoals concurrentiepositie van de verschillende bedrijfstakken, productgerichte maatregelen en het gewenste evenwicht tussen alle broncategorieën maken eveneens een nationaal karakter van de strategie noodzakelijk.

Een subdoelstelling van het project is het creëren van een breed draagvlak door het betrekken van alle uitvoerende partijen bij de formulering en uitvoering van het beleid. Dit is een benadering die ook ten grondslag ligt aan de doelgroepenaanpak. Een in goed overleg ontwikkeld centraal beleid geeft immers een zekere mate van verinnerlijking bij het bedrijfsleven, maar ook bij de overheid.

Bij het opstellen van het reductieplan is een brongerichte benadering gevolgd, wat inhoudt dat waar mogelijk productgerichte of procesgeïntegreerde maatregelen zijn geformuleerd. Alleen in die gevallen waar deze typen maatregelen niet haalbaar geacht worden, is voor nageschakelde technieken gekozen.

De keuze voor een strategie op een langetermijn maakt een groot aantal maatregelen, een goede voorbereidingstijd voor maatregelen en kostenspreiding mogelijk. Onzekerheden over toekomstige technische en economische ontwikkelingen en mogelijke nieuwe wetenschappelijke inzichten maken geregelde evaluaties van de ontwikkelde strategie noodzakelijk. Deze uitgangspunten zijn ongewijzigd ten opzichte van de eerste implementatieperiode (1988-1992).

Internationale afstemming

Een brongerichte aanpak - fundament van het Nederlandse KWS2000-beleid - vormt (tevens) het uitgangspunt van de inbreng van Nederland in internationaal overleg. Een dergelijke aanpak is herkenbaar aanwezig in het ECE-Protocol on Volatile Organic Compounds, dat in november 1991 in Geneve is ondertekend. Dezelfde aanpak wordt van Nederlandse zijde ingebracht in overleg op EG-niveau over diverse richtlijnen op het gebied van KWS2000-beleid. Daarbij wordt gestreefd naar samenwerking met het bedrijfsleven - hoeksteen van de aanpak van KWS2000. Deze samenwerking wordt vande kant van het bedrijfsleven ingevuld door diverse brancheorganisaties, die vanhun kant de KWS2000-benadering inbrengen op consultaties en in verwante Europese brancheorganisaties.

Belangrijk aandachtspunt voor het project is het inspelen op maatregelen die in EG-verband voorgeschreven zullen worden, waarbij het gekozen uitgangspunt het in KWS2000 overeengekomen beleid is.

Broncategorieën

1. Aardolie-industrie: raffinaderijen en ruwe olieterminals, benzinedistributieketen, benzinestations, op- en overslagbedrijven
2. Chemische industrie
3. Huishoudelijke en institutioneel gebruik van producten
4. Grafische industrie
5. Houtverduurzaming
6. Rubber- en kunststofindustrie
7. Verwerking van sojabonen en olie- en vethoudende zaden
8. Textielindustrie
9. Autohandel
10. Bloemenververijen
11. Verf: bouw-, metaal-, staalconservering, autospuiterijen, houten-meubelindustrie en interieurbouw, reinigen en ontvetten in de metalektro-industrie, implementatie, doe-het-zelf verf
12. Overige bronnen: Winning van aardolie en wining en distributie van aardgas, chemische waterijen, bakkerijen, productie van zelfklevende materialen, tectyleerbedrijven, reiniging van tankauto's, leerindustrie en overige bronnen: papierveredeling bij bedrijven die niet onder de papier- en kartonindustrie of de grafische industrie vallen, linoleumproductie, productie remkoelingen, overige bronnen voedings- en genotmiddelenindustrie, met name de zuivelindustrie, het branden van cacao's, deextractie van cafeïne, verwerking van oliën en vetten en drogerijen, steenfabrieken, productie van glaswol, laboratoria, productie van polymethylmetacrylaat (PMMA)

Bijlage 18 Composities glansverf en emulsieverf

		Gewichts %	
		glans	emulsie
Pigment	- titanium oxide	30	25
Extender		--	27
Hars	- lijnzaad olie	24	--
	- phtaalzuuranhydride	8	--
	- pentaerythritol	4	--
	- vinyl copolymeer	--	27
Oplosmiddel	- "white spirit"	32,5	--
Additieven	- water	--	19
		1,5	2
		100,0	100,0

Bron: Information Research Limited.