

7- 55

Mengteelt van populieren met suikerbieten, snijmaïs en gras

Deel 2 en 3: Groei en opbrengst van bomen en landbouwgewassen
in mengteelt en verzamelde data van mengteeltonderzoek

J.C.A.M. Bervaes, E.J. Dik, N.H. Edelenbosch,
H. Everts^{*}, D.A. van der Schans^{**} & C.E. Westerdijk^{**}

* Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij

** Proefstation voor de Akkerbouw en Groenteteelt in de Vollegrond

Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO)
Wageningen

9083gb-deel 2-3



IKC
natuur
beheer



Dit rapport is opgesteld in opdracht van het Informatie- en KennisCentrum Natuurbeheer (IKC-N)

1997
Wageningen

IBN-DLO
Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek
Bibliotheek
Postbus 23
6700 AA WAGeningen



0000 0758 1479

VOORWOORD

Het voor U liggende rapport is het tweede deel van de rapportage over het project : 'Mengteelt van populieren met suikerbieten, snijmais en gras. Dit deel omvat de uitgebreide bespreking van de groei- en opbrengstresultaten van de populieren en de landbouwgewassen in een proef met mengteelt, die in de jaren 1989-1994 heeft plaats gevonden. Dit gecombineerde deel 2 en 3 heeft de titel 'Groei en opbrengst van bomen en landbouwgewassen in mengteelt en verzamelde data van mengteeltonderzoek'.

De economische evaluatie van mengteelt is reeds verschenen als deel 1 onder de titel 'Economische evaluatie van mengteelt van bomen met landbouwgewassen' (N.H. Edelenbosch & E.J. Dik) als IBN-rapport 181. Hierbij is gebruik gemaakt van geaggregeerde groei- en opbrengstgegevens, die in dit rapport uitvoeriger besproken worden. Het tweede doel van het schrijven van dit deel 2 en 3 is het documenteren van de vergaarde gegevens gedurende het mengteeltonderzoek.

De mengteeltproef is uitgevoerd in opdracht van het Informatie- en KennisCentrum Natuurbeheer (IKC-Natuurbeheer) met medefinanciering van de provincie Overijssel en met beschikbaarstelling van personeel door de uitvoerende organisaties: DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), het Proefstation voor de Akkerbouw en Groenteteelt in de Vollegrond (PAGV) en het Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij (PR).

De projectcoördinatie van de proef was in handen van IBN-DLO, terwijl een begeleidingsgroep steeds op de uitvoering toezicht heeft gehouden.

Het rapport is gebaseerd op proefresultaten over zes jaar en bevat de integratie van de belangrijkste teeltkundige aspecten, die in de mengteeltproef onderzocht zijn. De teeltkundige gegevens over de populier zijn ingebracht door ing. E.J. Dik (IBN-DLO), over gras door H. Everts (PR), over mais door ing. D.A. van der Schans (PAGV) en over bieten door ir. C.E. Westerdijk (PAGV). De weersgegevens zijn verzameld door ing. D.A. van der Schans en ing. G.J. Maas (IBN-DLO) heeft een bodemkartering van het proefveld uitgevoerd. Ir. J. van den Burg (IBN-DLO) leverde commentaar bij de interpretatie van de groei- en opbrengstgegevens van de populier vanuit bodemkundig opzicht.

Jan Bervaes
Eltjo Dik
Niek Edelenbosch
Harm Everts
David van der Schans
Kees Westerdijk

april 1997

INHOUD

VOORWOORD	5
INHOUD	7
1 INLEIDING	9
1.1 Overschot aan landbouwprodukten, tekort aan bosprodukten	9
1.2 Mengteelt, een alternatief voor alleen populierenteelt?	9
1.3 Opzet van dit rapport	11
2 METHODE VAN ONDERZOEK	13
2.1 Opzet van de mengteeltproef	13
2.2 Behandeling van de gewassen	14
2.3 Taakverdeling	20
2.4 Verzamelde gegevens	21
3 GROEIRESULTATEN	24
3.1 Inleiding	24
3.2 Referentieniveaus voor de groei van biet, maïs , gras en populier	26
3.3 Opbrengstderving van landbouwgewassen onder populieren	32
3.3.1 Suikerbiet	33
3.3.2 Mais	36
3.3.3 Gras	40
3.4 Groeiderving van populieren door landbouwgewassen	50
3.4.1 Groeiderving door suikerbiet en maïs	51
3.4.2 Groeiderving door gras	55
3.4.3 Groeivoorspellingen	60
3.4.4 Bladmonsters en bescherming tegen wildschade	61
4 CORRELATIES TUSSEN GEWASOPBRENGST EN WEERSFACTOREN	64
5 CONCLUSIES	67
LITERATUUR	69
BIJLAGEN	
Bijlage 1: Bewaarplaats mengteeltgegevens	71
Bijlage 2: Literatuur over agroforestry, in het bijzonder over de invloed van bomen en beplantingen op landbouwgewassen	72
Bijlage 3: Relatie tussen hoogteligging van het keileemoppervlak en het voorkomen van natte plakken in het mengteeltproefveld Eesveen	73
Bijlage 4: Toegediende meststoffen en andere bewerkingen op het proefveld	77
Bijlage 5: Afbeeldingen over de ontwikkeling van de populieren in de mengteeltproef	78
Bijlage 6: Resultaten per rij voor biet en maïs en per oost-, midden- en westveld voor gras	85

1 INLEIDING

1.1 Overschot aan landbouwprodukten, tekort aan bosprodukten

Binnen de Europese Unie bestaat een overproductie van landbouwgewassen en -produkten. Hierdoor ontstaan overschotten met hoge opslagkosten en staan de prijzen sterk onder druk. Omvangrijke prijs- of inkomenssubsidies zijn nodig om voor landbouwers een redelijk inkomen mogelijk te maken. Gezien het structurele karakter van de overproductie in de EU stimuleert de overheid het uit productie nemen van landbouwgronden en wordt gezocht naar andere aanwendingsmogelijkheden.

Een interessante mogelijkheid voor Nederland, onder andere aangegeven in het rapport 'Grond voor keuzen' (Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid, 1992), vormt het bebossen van vrijkomende landbouwgronden. Met meer bos kan Nederland de zelfvoorzieningsgraad in hout en houtprodukten verhogen, waardoor tevens de import van tropisch hardhout verminderd kan worden. Dit acht het beleid wenselijk. Het staat dan ook geformuleerd in het Bosbeleidsplan (Ministerie LNV, 1993). Hierin stelt de overheid zich tot doel voor 2020 54.000 ha nieuw bos aan te leggen in het landelijk gebied, waarvan 30.000 ha op voormalige landbouwgronden (zie activiteit 26). Hierin is het advies van de Commissie Bosuitbreiding (1993) gevolgd. Een extra stimulans voor bosaanplant komt voort uit de klimaatsproblematiek, in het bijzonder de behoefte aan CO₂-vastlegging (Ministeries LNV en VROM, 1993).

Het bebossen van landbouwgronden is op dit moment, gezien vanuit de belangen van de agrariër, zonder subsidie weinig aantrekkelijk. Voor de agrariërs, die een groot deel van de cultuurgrond in bezit en/of in gebruik hebben, levert bebossing of houtteelt onvoldoende rendement in vergelijking met landbouwprodukten. De Structuurnota Landbouw (Ministerie L&V, 1990) geeft dan ook aan dat agrariërs steeds zullen blijven proberen de hoge grondkosten te compenseren met opbrengsten van landbouwprodukten. In de Nederlandse situatie moet volgens deze nota niet worden verwacht dat cultuurgrond die thans een agrarische bestemming heeft, spontaan uit productie zal gaan. Verwerving van landbouwgronden, een andere mogelijkheid om tot bebossing over te gaan, is daarentegen voor de overheid een zeer dure aangelegenheid.

Op 1 december 1993 is de Stimuleringsregeling Bosuitbreiding op Landbouwgronden van kracht geworden. De regeling bevordert door middel van het toekennen van subsidies het bebossen van landbouwgronden. Hierbij moet gedurende een periode van minstens 15 jaar de landbouwgrond uit productie worden gehouden. Er is een eenmalige subsidie ter compensatie van de aanlegkosten van bos en een jaarlijkse premie voor de dekking van inkomensverlies. Een andere stimulans voor meer houtteelt op landbouwgronden kan worden gevormd door het toepassen van nieuwe, economisch aantrekkelijke teeltsystemen, in het bijzonder de combinatie van bomen (populieren) met landbouwgewassen. Over dit laatste gaat deze studie.

1.2 Mengteelt, een alternatief voor alleen populierenteelt ?

Mengteelt van populier met landbouwgewassen is beleidsmatig gezien interessant, omdat de landbouwproductie vermindert en de houtvoorziening en de mate van CO₂- vastlegging vergroot worden. Mengteelt is daarnaast arbeidsintensiever dan houtteelt alleen en sluit meer aan bij de huidige werkwijze van de agrariër, hetgeen tevens een gunstig effect heeft op de werkgelegenheid. Dit is van belang voor de regionaal economische ontwikkeling. Tevens kan mengteelt op het boerenbedrijf worden uitgevoerd, hetgeen betekent dat de

overheid de grond niet hoeft te kopen en daarmee geld kan besparen. Dit zijn op voorhand enkele voordelen van mengteelt.

De hoofdvraag

De hoofdvraag die hieruit voor mengteelt naar voren komt is:

Kan door middel van de meest voor de hand liggende vormen van mengteelt het bedrijfseconomisch resultaat van houtteelt op landbouwgronden (-bedrijven) substantieel worden verbeterd? En zo ja, welke vormen zijn in dit opzicht de meest aantrekkelijke?

Om inzicht te verwerven in de mogelijkheden en de economische aantrekkelijkheid van mengteelt op landbouwbedrijven is in de periode 1989-1994 een proef uitgevoerd voor combinaties van populieren met suikerbieten, snijmais en gras. Deze gewassen zijn gekozen, omdat ze goed aansluiten op gangbare teelten op zandgrond en als referentie kunnen fungeren voor een grotere gewassenreeks. De proef had een verkennend karakter (Willems, 1989). Dat wil zeggen dat de proef gericht was op het vaststellen van de onderlinge invloed van houtteelt en landbouw en op de bedrijfseconomische consequenties hiervan.



Foto 1: Mengteelt bij de boerderij levert mooie landschappelijke beelden op

Onderzoeksvraag

In het mengteeltonderzoek wordt nagegaan of de in de proef onderzochte mengteeltvormen, populieren met afwisselend suikerbieten en snijmais en populieren met gras, het bedrijfseconomisch resultaat van houtteelt op landbouwgronden(-bedrijven) substantieel verbeteren en, bij een positief antwoord, welke vormen in dit opzicht de meest aantrekkelijke zijn.

Beantwoording van de onderzoeksvraag vereist een antwoord op de volgende subvragen:

1. Welke opbrengstderving treedt op in mengteelt voor landbouwgewassen onder invloed van populieren en gedurende hoeveel jaren levert tussenteelt van gewassen een positief saldo op? Welke opbrengsten in hoeveelheid en geld zijn in totaal uit tussenteelt mogelijk?
2. Welk effect heeft toepassing van mengteelt op de groei van populieren en welke invloed heeft dit op de opbrengst van populieren op het eind van de teeltcyclus?

Teneinde antwoord te kunnen geven op deze vragen is besloten een praktijkproef uit te voeren, waarin landbouwgewassen werden geteeld tussen populieren. De proef werd gestart in 1989 en is voortgezet tot en met 1994.

Het gaat in het mengteeltonderzoek uiteindelijk om de economische aantrekkelijkheid van de mengteelt in vergelijking met houtteelt (of bebossing). Voor het beleid is dit de belangrijkste eis aan mengteelt. Voor een boer is mengteelt pas interessant wanneer zowel houtteelt als teelt van landbouwgewassen minder opleveren dan een mengteelt van beide. De overheid zal daarom het verschil tussen de hoge saldi voor landbouwgewassen en de mengteeltsaldi in de vorm van subsidie moeten bijpassen om boeren voor mengteelt te kunnen interesseren. Om deze reden zijn in het deel 1 'Economische evaluatie van mengteelt van bomen met landbouwgewassen' de saldi voor mengteelt niet alleen vergeleken met saldi voor houtteelt, maar ook met de saldi voor landbouwgewassen.

In deel 1 zijn de bovengenoemde onderzoeksvraag en subvragen beantwoord.

In dit deel 2 en 3 worden alle technisch / biologische aspecten van de mengteeltproef behandeld. Het is een waardevol aspect dat van deze proef zowel bodemgegevens, behandeling en groei- en opbrengstgegevens goed zijn vastgelegd. Die zijn van belang voor argumentatie en documentatie en voor mogelijk nader onderzoek met deze gegevens. In deel 1 zijn die technisch / biologische aspecten van de teelt reeds opgenomen die van direct belang zijn voor het maken van een financieel-economische vertaalslag.

1.3 Opzet van dit rapport

Na de 'Inleiding' in hoofdstuk 1 volgt in hoofdstuk 2 'Methode van onderzoek' de uiteenzetting van de opzet van de mengteeltproef. Per gewas worden in paragraaf 2.2 de behandelingen beschreven die de vier gewassen hebben ondergaan. In paragraaf 2.3 wordt de taakverdeling tussen de participerende instituten weergegeven en in de laatste paragraaf 2.4. van dit hoofdstuk wordt ingegaan op de verzamelde gegevens in de loop van de proef. Niet alle verzamelde gegevens konden in dit rapport worden opgenomen. In bijlage 1 is daarom vermeld waar de totale verzameling van data en resultaten wordt bewaard.

In hoofdstuk 3 worden de groeiresultaten in de zes jaren beschreven. Na een inleiding in paragraaf 1 worden in paragraaf 2 de groeiresultaten in de referentievelden (monocultuur) behandeld voor de landbouwgewassen en voor de populieren. Paragraaf 3 en 4 gaan in op de groeiderving voor de verschillende gewassen als gevolg van de mengteelt. Bij suikerbieten en mais wordt naast de groei op veldniveau ook aandacht besteed aan het verloop van de groei in de randrijen van de proefpercelen. Bij gras komt het verschil in oriëntatie oost-west ten opzichte van het midden aan de orde. Een aanvullende literatuurlijst over de invloed van bomen en beplantingen op landbouwgewassen is opgenomen in bijlage 2.

In hoofdstuk 4 worden groeiresultaten van de gewassen vergeleken met de weergegevens neerslag, temperatuur en straling van de zon.

In hoofdstuk 5 volgen enkele conclusies.

2 METHODE VAN ONDERZOEK

2.1 Opzet van de mengteeltproef

Terreingegevens

De mengteeltproef werd uitgevoerd in het noorden van de provincie Overijssel (landgoed 'De Eese') op zandgrond op een proefterrein ter grootte van 2,6 ha. Het proefveld ligt op een veldpodzol (Hn23x, Gt V) in dekzand met een keileemondergrond. Ten behoeve van deze proef is het terrein in 1989 gekarteerd. Het verslag van deze kartering is opgenomen als bijlage 3.

Het proefveld ligt op een helling van een stuwwal. Uit de hoogtelijnenkaart blijkt dat het hoogteverschil tussen de noordoostzijde van het proefveld en de zuidwestzijde maximaal 2,5 m is. De helling gaat over in een dalvormige laagte die loopt in de richting van de Steenwijker Aa.

Uit de afgeleide kaart die de ligging van de top van de keileem weergeeft blijkt dat het keileemoppervlak ook helt van noordoost naar zuidwest en aan de zuidwestzijde van het proefveld een dal vormt. Dit dal in de keileem is dieper dan de dalvormige laagte die aan het maaiveld zichtbaar is. Over de hellingen van de stuwwal vindt horizontale afstroming van het op de keileem stagnerende water plaats. Dit water verzamelt zich in het dal in de keileem. Bij neerslagoverschot kan er lange tijd in deze laagte water blijven staan en wateroverlast optreden. Ook in het zomerseizoen kan bij hevige neerslag kortstondig wateroverlast optreden.

In het proefveld Eesveen treedt op de helling, waar de keileem op 50 tot 80 cm onder maaiveld ligt, geen wateroverlast op doordat het stagnerende water horizontaal wordt afgevoerd. Het water verzamelt zich in een laagte aan de zuidwestzijde van het proefveld, een dalvormige depressie in de keileem die aan het maaiveld niet waarneembaar is. Hierdoor kan er in het deel van het proefveld waar de keileem diep zit (130-180 cm onder maaiveld) wateroverlast optreden.

Het is tevens niet uitgesloten dat ook in de helling kleine depressies in de keileem aanwezig zijn waar stagnerend water zich verzamelt.

De gewassen

De volgende gewassen zijn in de proef opgenomen: het populierenras 'Robusta' (een langzame jeugdgroeier), suikerbieten, snijmais (ras LG2080, een zeer vroeg ras) en gras. Deze gewassen zijn gekozen, omdat ze mogelijkheden bieden om inzichten te verkrijgen in een grotere gewassenreeks. In dit verband zijn suikerbieten in belangrijke mate indicatief voor overige knolgewassen als aardappelen. Snijmais is dat voor warmteminnende late gewassen en vezelgewassen zoals myscanthus en hennep.

De gewassenkeuze mais en bieten maakt een vergelijking met gewassen die voor een deel in de winter en het vroege voorjaar groeien moeilijk. Zowel mais als bieten bereiken pas half juni een volledige bedekking van de bodem. Een vertaling naar andere gewassen kan niet zonder meer plaats vinden, omdat er grote verschillen zijn in gevaar voor ziekteaanval (aardappelen) en afrijping (wintergranen). Vertaling naar andere gewassen kan alleen als de onderlinge concurrentie gekwantificeerd wordt: hoeveel beschaduwing en vochtgebruik treedt er op?

Vanwege kans op ziekteverschijnselen bij jaarlijkse teelt van suikerbieten, wordt de teelt van suikerbieten en snijmais jaarlijks afgewisseld.

De mengingen van de gewassen

Een plantverband voor de populier van 4,5 m bij 11 m (202 bomen per ha) is gehanteerd voor tussenteelt van suikerbieten, mais en gras.

Een dichter plantverband van 4,5 bij 5,5 m (404 bomen per ha) voor de populier is alleen gebruikt voor tussenteelt van gras. Voor populierenteelt is steeds een strook van 2 m breed vrijgehouden. Dit leidt tot een strookbreedte voor de gewassen van 9 m bij een plantverband van 202 bomen per ha en een strookbreedte van 3,5 m wanneer 404 bomen per ha worden geplant.

In de proef is uitsluitend gebruik gemaakt van kunstmest. Bij gras zijn drie stikstofbemestingsregimes gehanteerd, bij suikerbieten en snijmais maar een.

Voor de verschillende mengteeltvormen zijn als referentie ook percelen aangelegd met alleen populier en percelen met alleen een bepaald gewas in monocultuur.

Om te komen tot betrouwbare proefresultaten bestonden er van alle teeltvormen drie percelen (herhalingen).

Op kaart A en B is het gehele proefveld in beeld gebracht. De kaarten bevatten alle percelen met populieren en met de gewassen suikerbiet, mais, gras en de braakliggende percelen.

2.2 Behandeling van de gewassen

Behandeling suikerbieten

Mais en bieten werden op de percelen waar deze geteeld werden elk jaar afgewisseld. Op kaart A is dit aangegeven.

In hoofdlijnen zijn de teeltschema's opgebouwd uit 3 banen van 22,5 m, waarvan de oostelijke zonder bomen. In de andere twee banen zijn blokken in drie herhalingen mais, braak (bodem zwart gehouden) en bieten opgenomen. Loodrecht op de drie banen stonden 17 rijen populieren op 11 meter afstand tussen de rij en 4,5 meter plantafstand in de rij. Elk jaar wisselden de mais- en bietenblokken.

Tussen de rijen populieren lagen 16 stroken landbouwgewas. Zij liepen door in de oostelijke baan zonder populieren. Een van de twee blokken in de westelijke baan of de middelste baan was braakliggend (zwarte braak).

De braakliggende velden fungeren als referentie voor de populier zonder landbouwgewas (mais, biet en gras) en de landbouwgewassen bieten en mais in de oostelijke baan

fungeerden als referentie voor de landbouwgewassen (mais en bieten) zonder populier.

Alleen de stroken 2, 5, 7 en 10, 12 en 15 werden gebruikt voor de opbrengstbepalingen van de gewassen. Deze werden gedaan over een lengte van 9 meter bij mais en 4,5 meter bij bieten.

Tussen de rijen populier werd een 9 meter brede strook ingezaaid met 18 rijen bieten. De rijafstand bedroeg dus 50 cm. Dat wil zeggen dat de afstand tussen de buitenste rij bieten en het hart van de bomenrij 1,25 meter brede strook (halve plantspiegel) bedroeg. De plantspiegel rond de boom was dus 2,5 meter breed.

KAART A:

Proefveld Eesveen.

Populier (robusta) + Mais of Biet

5m	4½	4½	4½	4½	4½	4½	4½	4½	4½	5	13	
→ +	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
11m												
→ +	+	* geen gewas	+	+	* biet/ mais	+	+				biet/ mais	
+	+		+	+		+	+					
		16			17						18	
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		BLOK III
+	+	* mais/ biet	+	+	* geen gewas	+	+				mais/ biet	
+	+		+	+		+	+					
21		13			14						15	
o	o	* geen gewas	o	o	* mais/ biet	o	o				mais/ biet	
			o	o		o	o					
		10			11						12	
o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o		BLOK II
		* geen gewas	o	o	* biet/ mais	o	o				biet/ mais	
o	o		o	o		o	o					
20		7			8						9	
x	x	* biet/ mais	x	x	* geen gewas	x	x				biet/ mais	
			x	x		x	x					
		4			5						6	
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		BLOK I
		* mais/ biet	x	x	* geen gewas	x	x				mais/ biet	
x	x		x	x		x	x					
		1			2						3	
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
19												

Plaats van de bomen in de meetvelden (*) met vaknummers (*cursief*) en behandeling.

x = bomen in vak 19
o = bomen in vak 20
+ = bomen in vak 21

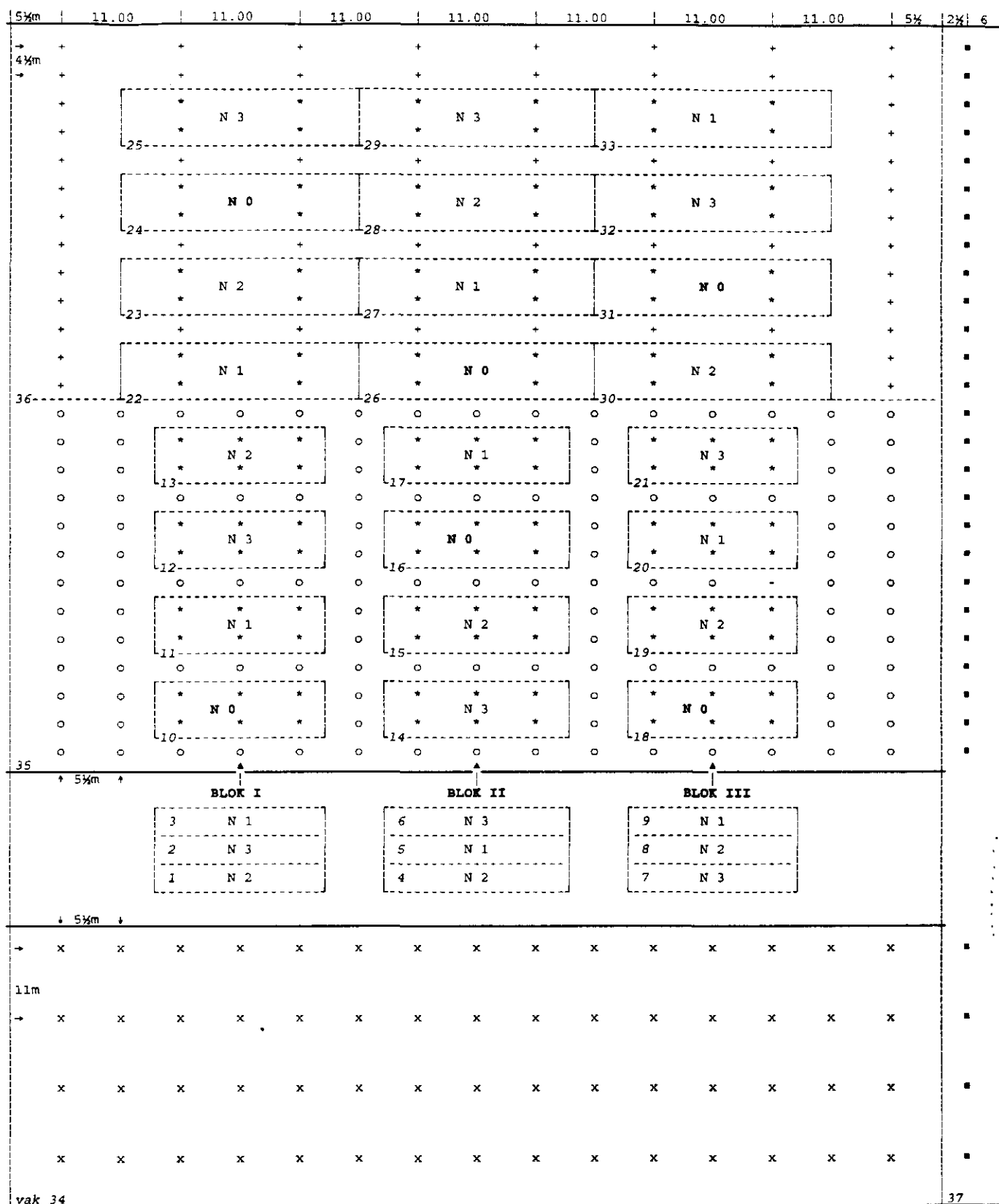
Wisselbouw:

mais/biet = teelt van mais in '89, biet in '90, mais in '91, biet in '92, mais in '93, biet in '94
biet/mais = teelt van biet in '89, mais in '90, biet in '91, mais in '92, biet in '93, mais in '94

KAART B:

Proefveld Eesveen

Populier (robusta) + Gras



Plaats van de bomen in de meetvelden (*) met vaknummers (cursief) en behandeling.

x = bomen in vak 34
+ = bomen in vak 36

o = bomen in vak 35
■ = bomen in vak 37

Opbrengstbepalingen bij suikerbiet werden in de even jaren uitgevoerd in de stroken 2, 10 en 12 en in de oneven jaren in de stroken 5, 7 en 15, zowel in de banen met populier als in de banen zonder populier.

Een overzicht van de jaarlijkse behandelingen van de bieten zijn opgenomen in bijlage 4. Het betreft de datum van bodembewerking, de zaaidatum, het ras, de afstand in de rij, de bemesting met N, P en K, de datum van onkruidbestrijding en concentratie van gebruikte middelen, bestrijding van ziekten en plagen, datum van wieden, plantaantal en oogstdatum.

Behandeling snijmais

Het proefschema voor mais is in principe hetzelfde als die voor suikerbiet, met dit verschil dat de opbrengstbepalingen in de even jaren werden uitgevoerd in de stroken 5, 7 en 15 en in de oneven jaren in de stroken 2, 10 en 12, zowel in de banen met populier als de baan zonder populier.

Tussen de rijen populieren zijn 12 rijen snijmais gezaaid op een rijafstand van 75 cm. De eerste gewasrij ligt 1,375 m van de bomenrij. De plantspiegel rond de boom was 2,75 meter.

Een overzicht van de jaarlijkse behandelingen van de mais zijn opgenomen in bijlage 4.



Foto 2: Bewerking van het proefveld

Behandeling gras

Het proefschema voor gras onder populier is weergegeven op kaart B.

In hoofdlijnen zijn binnen dit gedeelte van het proefterrein vier compartimenten te onderscheiden. In het eerste compartiment zijn bomen geplant in een plantverband van 5,5 x 4,5 m, in het tweede andere gedeelte in een plantverband van 11 x 4,5 m en in het derde compartiment gras zijn geen bomen geplant. Hierin lagen de referentievelden voor N1, N2 en N3.

Binnen ieder compartiment zijn bemestingsniveaus voor het gras aangebracht:

In de plantverbanden 5,5 x 4,5 m en 11 x 4,5 m zijn stikstoftrappen aangebracht: N-0 (eenmalige basisgift 200 kg N/ha aan het begin van de proef), N-1 (aanvullend 200 kg N/ha/jr), N-2 (aanvullend 300 kg/ha/jr), N-3 (aanvullend 400kg/ha) bovenop de basisgift N-0 van 200 kg N/ha. Alles is aangelegd in drie herhalingen. In het derde compartiment met gras zonder populieren waren alleen N-1 , N-2 en N-3 aanwezig. N-0 ontbreekt in dit referentiecompartiment.

Aan het begin van elk groeiseizoen is per object een grondmonster genomen van de laag 0-5 cm. Bij de bemesting is rekening gehouden met het analyseresultaat. De N-gift werd na iedere snede in een deeldosis aangebracht volgens onderstaand schema.

Opbouw stikstofgift per regime

	1	2	3	4	5	6
N=200	60	40	30	30	20	20
N=300	90	60	45	45	30	30
N=400	120	80	60	60	40	40

Buiten deze drie compartimenten bevond zich nog een compartiment beplant met populieren in een plantverband van 5,5 x 4,5 m. Daartussen groeide onbehandeld gras. Dit compartiment maakte geen deel uit van het mengteeltonderzoek.

Een overzicht van de jaarlijkse behandelingen van het gras is opgenomen in de bijlagen

Behandeling Populier

Het proefschema voor de populier viel samen met dat voor de mais/bieten, respectievelijk gras. Alle gewassen werden immers in combinatie met populier geteeld. In het mais/bieten schema fungeerden de braakveldjes als referentie voor de populier zonder gewasinvloed.

In het proefschema voor het gras ontbrak een braakveld als referentie voor groei van de populier zonder grasinvoed. Achteraf gezien had hiervoor het extra compartiment in het grasschema gebruikt kunnen worden, waar nu gras zonder behandeling geteeld werd..

De braakvelden in het bieten/mais-schema moesten daarom nu gebruikt worden als referentie voor de groei van populier met concurrentie van gras. Daarbij doet zich de moeilijkheid voor dat we niet weten of er verschil in vruchtbaarheid is tussen het grasgedeelte en het akkerbouwgedeelte van het proefveld.

In het voorjaar van 1989 werden 1-jarige bewortelde stekken van het populiereras *Populus* 'Robusta' (Zeeland) met een diameter op borsthoogte van ongeveer 10 mm en een hoogte van ongeveer 150 cm ingeplant op het proefveld conform de proefschema's voor mais/biet en gras. Bij het planten van de bomen is gebruik gemaakt van een plantgatenboor met een doorsnee van ca. 50 cm. Het overgebleven plantmateriaal werd tijdelijk als 'reserve' voor inboeten van uitgevallen exemplaren in de proefschema's langs de rand van het terrein bij het grasschema uitgeplant.

Teneinde de in deze streek te verwachten reeënschade te voorkomen, werden de bomen voorzien van een beschermkoker van gaas (hoogte ca. 1,30 m). Om bij wind schuurschade aan de bast door de bovenkant van het gaas te voorkomen werden alle bomen voorzien van een rekbare binddraad van plastic. Deze was om elke stam gedraaid en vervolgens aan twee kanten aan het gaas bevestigd, zodat bij het bewegen van de stam het gaas meebewoog. Bovendien is door het gaas een tonkinstok gestoken waardoor de beschermkoker min of meer verankerd was en niet kon wegwaaien.



Foto 3: Bescherming van de jonge bomen met gaas en een tonkinstok

Tijdens de groei van de bomen bleek het nodig te zijn enkele verzorgende maatregelen uit te voeren. Deze bestonden uit:

1. Het vervangen van een enkele niet aangeslagen boom met plantmateriaal dat als reserve was uitgeplant. De vervangen bomen behoorden niet tot de 'meetbomen' van de proefvakken, zodat dit geen nadelige gevolgen had voor de proefresultaten.

Bomen die twee jaar na de aanleg van de proef zijn doodgegaan werden niet meer vervangen.

2. Het takvrij houden van de stam tot tenminste 1,50 m hoogte. De tot deze hoogte gevormde zijtakken groeiden door het gaas. Met het verwijderen van deze takken kon het gaas sneller verwijderd worden als bleek dat ze geen functie meer hadden.

3. Het toepassen van vormsnoei. Zware takken en/of dubbele toppen zijn in een vroeg stadium verwijderd om een betere boomvorm te krijgen en om overlast door zware uitstaande boomtakken bij het gebruik van landbouwmachines te verminderen.

Voor de populier werden geen bijzondere maatregelen getroffen ter bescherming tegen ziekten en plagen.

De plantspiegels ter breedte van 1 meter aan weerszijde van de bomenrij werden de eerste vier jaar onkruidvrij gehouden met het breedwerkende middel Gramoxone of mechanisch door te schoffelen. Door het toepassen van plantspiegelstroken blijft voor akkerbouwgewassen een effectieve teeltbreedte over van 9 meter in het plantverband van 11 m. Met een plantspiegel wordt enigszins vermeden dat machines schade veroorzaken aan boomwortels bij het spitten, frezen, inzaaien, bemesten en oogsten. Bovendien wordt hiermee de aanslag van de populieren in het eerste jaar en de groei van de bomen in de volgende jaren bevorderd.

2.3 Taakverdeling

Het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek heeft de verantwoordelijkheid voor de waarnemingen aan en de verslaglegging over de populieren gedragen (E.J. Dik).

Het Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij (PR) nam het gras voor zijn rekening (H. Everts).

Het Proefstation voor de Akkerbouw en Groenteteelt in de Vollegrond (PAGV) droeg zorg voor het onderzoek aan mais en suikerbieten (D.A. van der Schans, resp. C.E. Westerdijk).

De uitvoering van de aanleg van de proefopzet, de gewasbehandelingen zaaien, onkruidbestrijding, en het oogsten van de landbouwgewassen was in handen van het Regionaal Onderzoek Centrum (ROC) Avere - Heino (H. van Schooten).

De projectleiding berustte bij het IBN aanvankelijk bij A. de Wit, in tweede instantie bij E.J. Dik en in het eindstadium bij N.H. Edelenbosch.. Daarbij behoorde ook de voorbereiding en verslaglegging van de vergaderingen van de Begeleidingsgroep, die jaarlijks bij elkaar kwam in Frederiksoord om het verloop van de ontwikkeling op de voet te kunnen volgen.

De verantwoordelijkheid voor de eindrapportage berustte bij het IBN (deel 1: N.H. Edelenbosch en E.J. Dik ; deel 2 en 3: J.C.A.M. Bervaes en N.H. Edelenbosch als projectleider).

Voor het uitvoeren van de praktijkproef verleende de gemeente Steenwijk op 14 februari 1989 aan de Exploitatiemaatschappij 'De Eese' B.V. te Eesveen een aanlegvergunning voor

het bebossen van het perceel kadastraal bekend Gemeente Steenwijk, sectie G, nummers 289 tot en met 293, plaatselijk bekend Jhr. Mr. Dr. H.A. van Karnebeeklaan. Bij schrijven van 30 mei 1995 werd de vergunning door de Gemeente Steenwijk verlengd tot 31 december 1999 om het IBN de gelegenheid te geven de ontwikkeling van de populieren nog enige jaren te vervolgen. Daarvan is geen gebruik meer van gemaakt, omdat de verwachte baten van de voortgang van de proef niet opwogen tegen de hiervoor te maken kosten. De opstand is gerooid in december 1995.

2.4 Verzamelde gegevens

Aan de verschillende gewassen in de proef werden verscheidene grootheden (parameters) waargenomen. In deze paragraaf wordt daarvan een overzicht gegeven, zonder nu in te gaan op de concrete waarnemingen zelf. De concrete gegevens volgen in het volgende hoofdstuk 3 en verder ook in bijlage 6.

Suikerbieten

De rooiingen waarop de proefresultaten zijn gebaseerd werden uitgevoerd door een 4,5 m lange strook over alle 18 rijen (40,5 m²) te oogsten. Rij 1 ligt aan de zuid-westzijde en rij 18 aan de noord-oostzijde van het perceel.

- Het aantal bieten per rij werd geteld.
- Het brutogewicht van de bieten per rij werd bepaald.
- Hieruit werden monsters getrokken en opgestuurd naar het Instituut voor Rationele Suikerproductie te Bergen op Zoom voor kwaliteitsanalyse, te weten:
 - Het suikergehalte per versgewicht (% suiker),
 - De hoeveelheid grond in het monster (% grond),
 - De hoeveelheid kop (% koptar),
 - Het droge stof gehalte (niet alle jaren)
 - Het gehalte Kalium (mmol / 100 g bieten)
 - Het gehalte Natrium (mmol / 100 g bieten)
 - Het gehalte alpha-aminozuur (mmol / 100 g bieten)
 - Het hieruit berekende gehalte winbare suiker (WI)
- Daarnaast zijn in het seizoen waarnemingen verricht over de onkruidbezetting.

Mais

Bij de opbrengstbepaling zijn aan weerszijden twee randstroken apart geoogst (de rijen 1 met 2 en de rijen 11 met 12).

Vervolgens zijn de rijen 3 met 4 en de rijen 9 met 10 samen geoogst.

Het midden van het veld (de rijen 5, 6, 7 en 8) is als een geheel geoogst.

Rij 1 ligt aan de zuid-westzijde en rij 12 aan de noord-oostzijde van de velden.

Zuid-West (1+2) - (3+4) - (5+6+7+8) - (9+10) - (11+12) Noord-Oost.

Vanaf 1992 is er in zeven in plaats van in vijf stroken geoogst in

verband met de sterk afnemende opbrengsten van de randrijen.

De middelste vier rijen (5 tot en met 8) dienen hierbij als referentie.

Van de apart geoogste 'stroken' is bepaald:

- Het droge stofgehalte van de hele plant (DS%HP)
- Het kolfaandeel in de droge stof (DS%K)
- Het droge stofgehalte van de vegetatieve delen (DS%VD)
- De droge stofproductie absoluut (DSPROD)
- Het kolfgewicht vers per 10 planten (KOLF)
- Het gewicht van de vegetatieve delen per 10 planten (VEGDEL)
- Het kolfaandeel als percentage van de totale droge stof (KOLFA)
- Tevens werd het N-gehalte in g / kg bepaald.
- Op grond van deze gegevens werd de voederwaarde (VEM) en de VEM-opbrengst berekend.

Gras

De oogst van het gras vond plaats in 4-6 sneden per jaar.

- Na iedere laatste snede is de botanische samenstelling van de grasmat vastgesteld.
- Tevens werd de zodedichtheid bepaald. De zodedichtheid wordt uitgedrukt in procenten met door planten bezette grond.
- Van alle objecten werd per snede het versgewicht bepaald.
- Per snede en per object werd het droge stofgehalte bepaald.
- Op grond hiervan werd de voedingswaarde (kVEM) en de Voedingsopbrengst (kVEM/ha) berekend.

Populier

Direct na het planten (de startfase) en vervolgens ieder jaar na het groeiseizoen is van alle populieren in de proef opgenomen:

- de diameter op borsthoogte (Dbh)
- de boomhoogte

Tot en met het voorjaar van 1995 zijn in totaal 7 opnamen uitgevoerd.

Omdat alle bomen zijn genummerd, kan per boom de ontwikkeling van de diameter en de hoogte gevolgd worden.

Teneinde randinvloeden te vermijden is bij de verwerking van de gegevens slechts gebruik gemaakt van de opnamegegevens van 4 of 6 bomen (n). Deze bomen staan in de zogenaamde meetvelden en zijn op de overzichtskaart A en B aangegeven met een asterisk (*).

Via de grondvlakmiddenboom wordt de gemiddelde diameter (D_g) van ieder meetveld berekend: $D_g = (\text{som } D^2 / n)^{1/2}$

De gemiddelde hoogte (H_g) per meetveld is als volgt berekend:

$$H_g = \text{Som } H / n$$

Het Volume per ha is verkregen door substitutie van D_g en H_g in de algemene volumefunctie voor populier (Dik, 1990), vermenigvuldigd met het aantal bomen (N) per hectare.

$$\text{Volume (in dm}^3\text{)} = (\text{EXP}(1.788649 * \ln D_g \text{ (cm)} + 1.10597 * \ln H_g \text{ (m)} - 3.0719171)) * N.$$

$\ln D_g$ is de natuurlijke logaritme van de gemiddelde diameter

$\ln H_g$ is de natuurlijke logaritme van de gemiddelde hoogte.

Weersgegevens

Alhoewel de praktijkproef niet tot doel had causaal wetenschappelijk onderzoek te verrichten, zijn toch gegevens verzameld over de weersgesteldheid in de onderzoeksjaren, die van belang zijn voor de plantaardige produktie van populier en landbouwgewassen.

De gegevens werden ontleend aan het nabijgelegen Meetstation Frederiksoord en het Station Marknesse / Emmeloord (D.A. van der Schans - PAGV). Het betreft:

- De maandelijkse neerslag in het groeiseizoen (Frederiksoord)
- De maandelijkse som van de globale straling (De Bilt)
- De maandgemiddelde etmaaltemperatuur (Marknesse / Emmeloord)

Lichtmetingen

Eenmalig werden in de proefvakken lichtmetingen verricht. De variatie tussen de verschillende behandelingen is evenwel te klein om er een ijkcurve voor de groeiderving van de landbouwgewassen mais, bieten en gras uit af te kunnen leiden. Achteraf gezien waren enkele jaarlijkse steekproeven in het proefveld voldoende geweest om zo'n ijkcurve te kunnen opstellen. De lichtintensiteit tussen de populieren is namelijk een interessante maat voor het proces van sluiting van de populieren.

Vochtmetingen

In het akkerbouwgedeelte is m.b.v. tensiometers gedurende twee jaar 1991 en 1992 het verloop van de vochtspanning op drie plekken en drie diepten bij populier, mengteelt populier/bieten en biet gevolgd. In het grasgedeelte werd wekelijks de grond in 3 lagen van 30 cm diepte bemonsterd en werd het vochtgehalte bepaald.

3 GROEIRESULTATEN

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de groei- en opbrengstresultaten van de verschillende gewassen afzonderlijk en vervolgens in combinatie beschreven.

Bij de combinaties gaat het enerzijds om de invloed van de aanwezigheid van in de loop der jaren groter wordende populieren op de fysieke opbrengst van suikerbieten, mais en gras, en anderzijds om de invloed die het landbouwgewas heeft uitgeoefend op de groei van de populier. Bij de berekening van de groeiderving van de landbouwgewassen als gevolg van mengteelt dient met drie oorzaken van groeiderving rekening te worden gehouden:

1. areaalderving a.g.v. de aanwezigheid van plantspiegels.
2. concurrentie om licht, water en voedingsstoffen op veldniveau.
3. concurrentie om licht, water en voedingsstoffen in de randrijen.

ad 1. De areaalderving ontstaat doordat bij mengteelt elke elf meter een strook van 2 meter voor populierenteelt wordt schoongehouden en het andere deel (9 m van de 11 m) beschikbaar is voor de gewassenteelt. Omdat de populieren elk jaar evenveel spiegelruimte in beslag nemen, is de areaalderving jaarlijks constant en wel: $2/11 * 100 \% = 18,2 \%$. Bij het plantverband 4,5 x 5,5 m is die areaalderving twee maal zo groot (36,4 %).

ad 2. De derving door de aanwezigheid van populieren is het gevolg van concurrentie om licht, water en voedingsstoffen. De opbrengsten van de gewassen in mengteelt zijn daardoor zeker na een aantal jaren lager dan in monocultuur. Door de steeds groter wordende populieren is de concurrentiederving niet constant, maar neemt deze in het algemeen toe met de jaren.

ad 3. Een derde effect op de omvang van de gewasopbrengsten in mengteelt wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van randrijen in mengteelt. Planten in de randrijen ondervinden door de vrijere stand minder concurrentie van het eigen gewas dan de planten die niet aan de rand staan, maar dat positieve effect slaat om in een negatief effect naarmate de populieren groter worden en meer concurreren om licht, water en voedingsstoffen.

Voor de economische vergelijking van mengteelt met volleldsteelt van landbouwgewassen is het positieve randeffect dat optreedt in de referentieveldjes niet interessant, omdat die randen niet aanwezig zijn bij een groot veld, behoudens de randen van het perceel.

Voor een wetenschappelijke beschouwing over de vergelijking van de groei en opbrengst in de mengteeltvelden met de groei en opbrengst in de referentievelden kunnen drie vergelijkingen plaatsvinden:

- a. De vergelijking van de middelste rijen van de mais en de suikerbieten in de mengteelt, met de middelste rijen van mais en suikerbieten in de referentie.
- b. De vergelijking van de buitenste rijen ofwel randrijen in de mais en suikerbieten in de mengteelt met de buitenste rijen van de mais en suikerbieten in de referentievelden.
- c. De vergelijking van de middelste rijen mais en biet in de referentie met de binnenste en buitenste rijen mais en biet in de mengteelt.

Het randeffect is uit te sluiten door alleen de binnenste rijen van zowel de referentievelden en de mengteeltvelden in beschouwing te nemen. Alleen bij hoge populieren tikt het randeffect door tot de middelste rijen bij de mengteelt. Na 6 jaar groei van de populier was dat effect waarschijnlijk nog niet aanwezig.

Voor de economische vergelijking moeten de groeicijfers van de middelste rijen en van de randrijen in de mengteeltvelden gesommeerd en gemiddeld worden, ter vergelijking met de middelste rijen van de referentievelden (zie deel 1). Bij suikerbiet zijn dat de rijen 3 t/m 16, bij mais zijn het de middelste 6 rijen in de eerste drie jaar en de middelste 4 rijen in de laatste drie jaar. Bij het gewas gras kan niet goed van randeffecten gesproken worden, omdat er niet in rijen maar in drie even brede stroken is geoogst. Wel is bij gras onderscheid gemaakt tussen oostkant, midden en westkant. Om die reden wordt ook het middelste stuk als referentiewaarde gehanteerd. Bij gras kan de interactie plantverband - bemestingsniveau worden vastgesteld en kunnen effecten per snede worden geanalyseerd.

De groei van populier in mengteelt met biet, mais en gras kan vergeleken worden met de groei van populier zonder tussenteelt. In alle gevallen staat de groei zonder concurrentie centraal als referentie. Deze groeieresultaten zijn vastgesteld in de zogenaamde referentievelden in de proef. De jaarlijkse productie varieerde door verschillen in weersomstandigheden tussen jaren. Door de groeigegevens van de mengteeltvelden steeds uit te drukken als percentage van de referentieopbrengst kunnen jaarfluctuaties in het verloop van de derving worden geëlimineerd.

In de volgende paragraaf 3.2 wordt eerst aandacht geschonken aan de referentiegroei van populier, suikerbiet, mais en gras. Pas in hoofdstuk 4 worden deze groeigegevens vergeleken met de gegevens over neerslag, straling en temperatuur.

In paragraaf 3.3 wordt de procentuele groeiderving van de landbouwgewassen als gevolg van de aanwezigheid van populieren geanalyseerd. Hierin wordt de groeiderving in alle rijen van de *suikerbieten* vergeleken met de opbrengst in de overeenkomstige rijen van de referentievelden. Daarmee wordt tegelijkertijd aandacht besteed aan de randeffecten. Ook komt de groeiderving in alle rijen van de *mais* en daarmee ook de randeffecten aan de orde. Tot besluit komt de groeiderving van de stroken (oost, midden, west) van het gras aan de beurt. Daarmee wordt tevens de oost/west-oriëntatie behandeld.

In paragraaf 3.4 wordt de groeiderving bij de populier onder invloed van de landbouwgewassen behandeld.

Tabel 1: Gegevens en resultaten over mengteelt per jaar

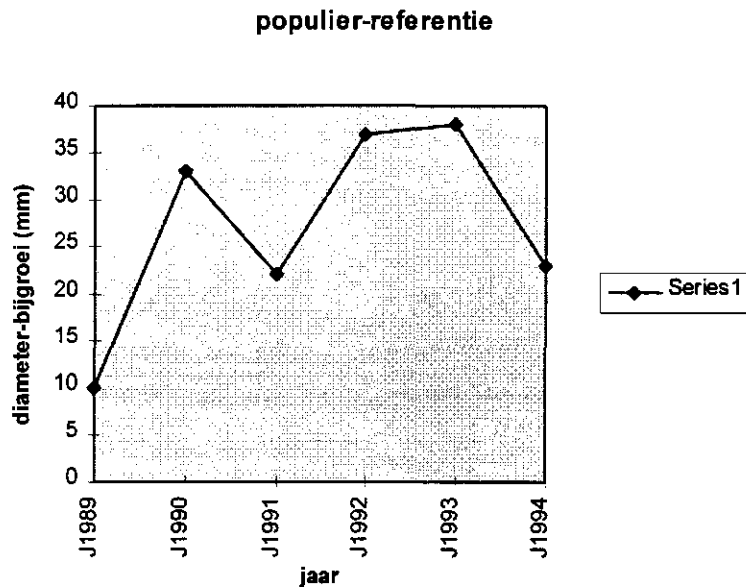
a	b	c	d	e	f	g	h	i
jaar jaarnr	jaartal volgnr.		J1989 1	J1990 2	J1991 3	J1992 4	J1993 5	J1994 6
gewas	parameter	eenheid						
populier	aanwas/diameter	mm	10	33	22	37	38	23
populier	hoogtebijgroei	cm	126	175	129	169	217	194
suikerbiet	nettogewicht	ton/ha vers	48,9	49	56	66,7	49,2	45,9
suikerbiet	suikergehalte	percentage	17,6	16,4	16,8	16,5	19	17
suikerbiet	suikeropbrengst	ton/ha suiker	8,6	8,04	9,39	10,99	9,32	7,79
mais	nettogewicht	ton/ha dr.st.	17,6	16,3	13	15,1	12,3	13,2
mais	voedingswaarde	kVEM/ha	16.290	14.230	12.350	13.920	11.340	12.160
gras N1	nettogewicht	kg/ha dr.st.	8.359	9.210	7.364	8.541	9.089	6.756
gras N1	voedingswaarde	kVEM/ha	7.578	8.334	6.780	7.822	8.225	6.032
gras N2	nettogewicht	kg/ha dr.st.	10.087	12.082	9.858	11.231	11.962	8.896
gras N2	voedingswaarde	kVEM/ha	9.031	11.091	9.012	9.973	10.610	7.870
gras N3	nettogewicht	kg/ha dr.st.	9.969	13.283	11.752	11.305	13.209	9.936
gras N3	voedingswaarde	kVEM/ha	8.988	11.530	10.511	10.497	11.888	8.653
Gras-bemest	N-0 (reeel)	kgN/ha	75	0	0	0	0	0
Gras-bemest	N-1 (reeel)	kgN/ha	165	180	200	180	180	160
Gras-bemest	N-2 (reeel)	kgN/ha	210	270	300	270	270	240
Gras-bemest	N-3 (reeel)	kgN/ha	255	360	400	360	360	320
Gras-oogst	snedes	aantal/jr	4	5	6	5	5	4
Neerslag	mei-nov	mm/6 mnd	307	417	339	376	552	513
Straling	mei-nov	kJoule/6mnd	260	230	228	259	218	237
Temperatuur	mei-nov	gem. in C.	15,2	14,6	13,6	14,7	13,5	14,5

3.2 Referentieniveaus voor de groei van biet, mais, gras en populier

Als maat voor de groei van de gewassen in de verschillende jaren worden de gegevens van de zogenaamde referentievelden gebruikt. Binnen die referentievelden van mais en biet zijn ook de middenrijen als maatstaf voor 'normale' groei en opbrengst gehanteerd. Bij gras zijn weliswaar rijen aan de oostkant, het midden en de westkant geoogst, maar toch zijn voor gras de gemiddelden van deze drie als maat voor de groei in de referentiepercelen gehanteerd. Bij de populier zijn alle bomen in de braakpercelen als referentie voor de jaarlijkse groei gebruikt. In tabel 1 worden alle groei- en opbrengstgegevens van de referentiepercelen samengevat. Aan deze groeigegevens zijn ook de weersgegevens toegevoegd, omdat de verschillen tussen de opeenvolgende jaaropbrengsten hierdoor bepaald zijn.

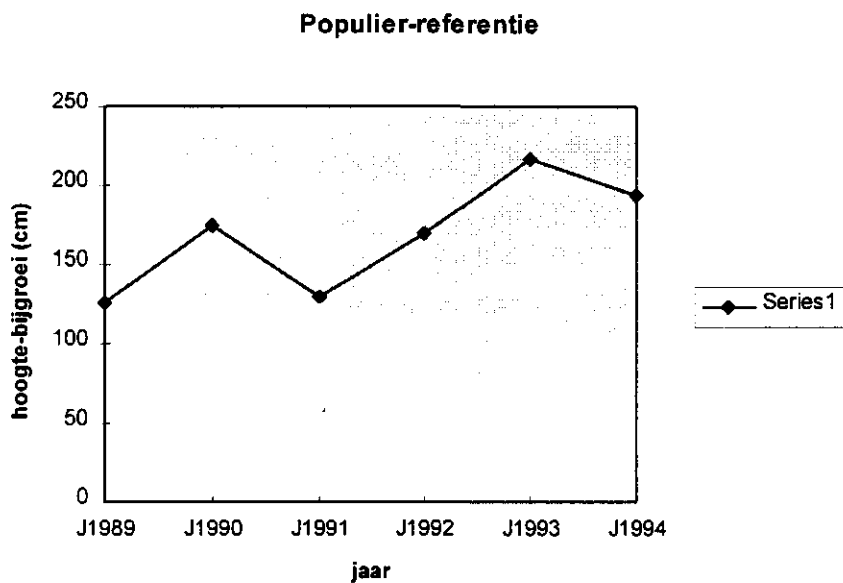
De referentiegroei van de populier

Figuur 1



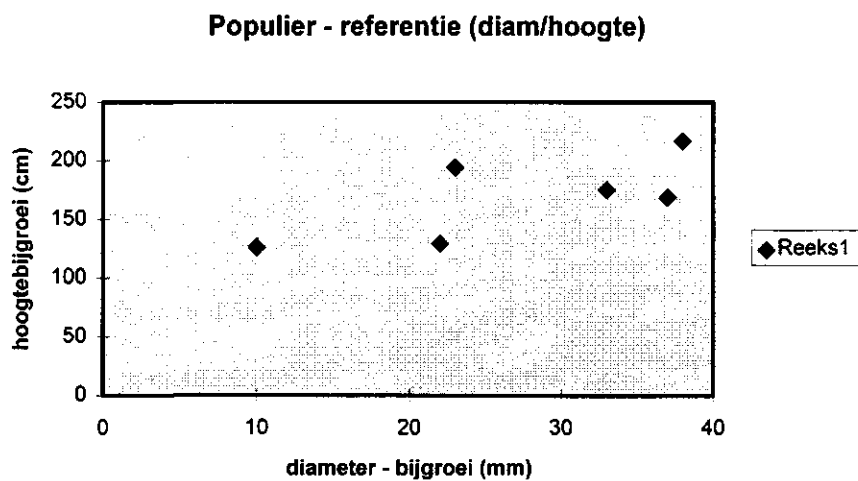
De diameter-bijgroei van de populier was het geringst in 1989 gevolgd door 1991 en 1994.
De diameter-bijgroei was het grootst in 1993, gevolg door 1992 en 1990.

Figuur 2



De hoogtebijgroei was het geringst in 1989 en 1991.
De hoogtebijgroei was het grootst in 1993 en 1994.
De hoogtegroei was matig in 1990 en 1992.

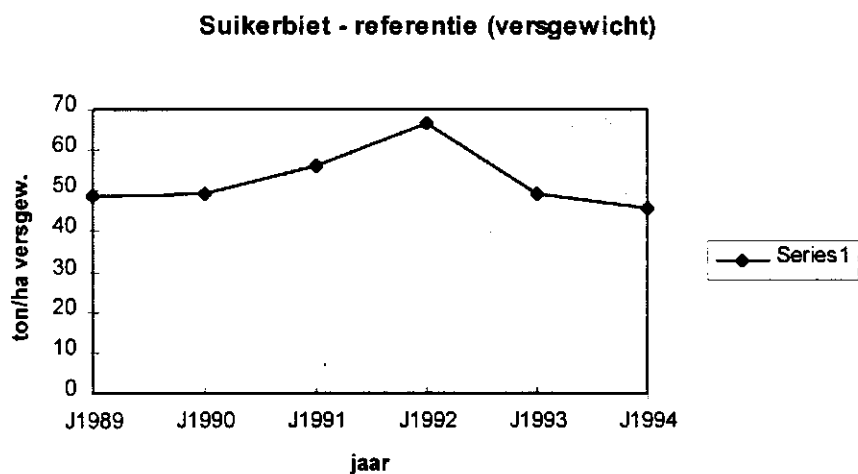
Figuur 3



Er is weliswaar een verband tussen de diameterbijgroei en de hoogtegroe ($r^2 = 0,52$), maar in 1994 blijft de diameterbijgroei achter bij de hoogtegroe en in 1992 is de diameterbijgroei naar verhouding minder dan de hoogtegroe.

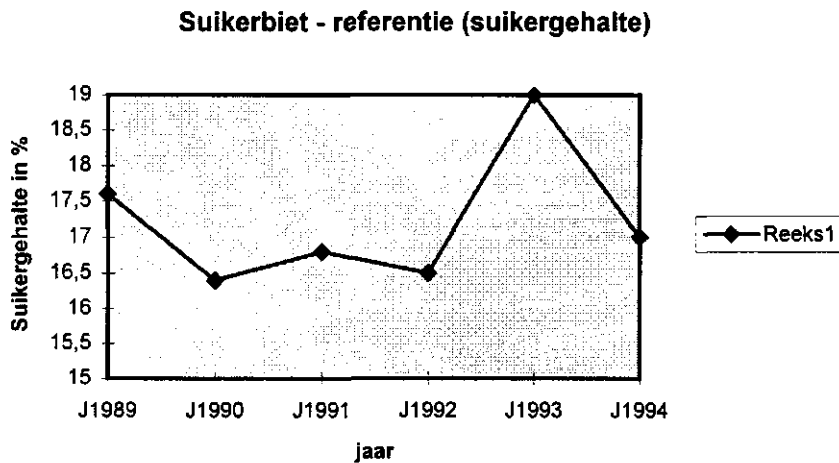
De referentiegroe van de suikerbiet

Figuur 4



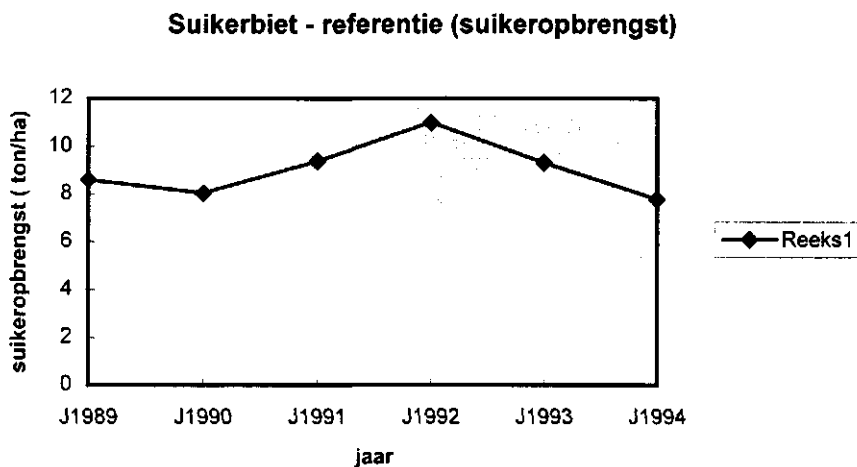
De opbrengst netto biet voor de suikerbiet was het hoogst in jaar 4 1992), gevolgd door jaar 3 (1991). De opbrengst was het laagst in 1994. In 1989, 1990 en 1993 was de opbrengst ook niet hoog te noemen, in vergelijking met het topjaar 1992.

Figuur 5



Het suikergehalte van de suikerbiet vertoonde op een uitzondering na weinig fluctuatie in de loop van de proefperiode. Het suikergehalte kende een uitschieter in jaar 5 (1993), op afstand gevolgd door 1989 en 1994. In de tussenliggende jaren 1990, 1991 en 1992 was het suikergehalte iets lager.

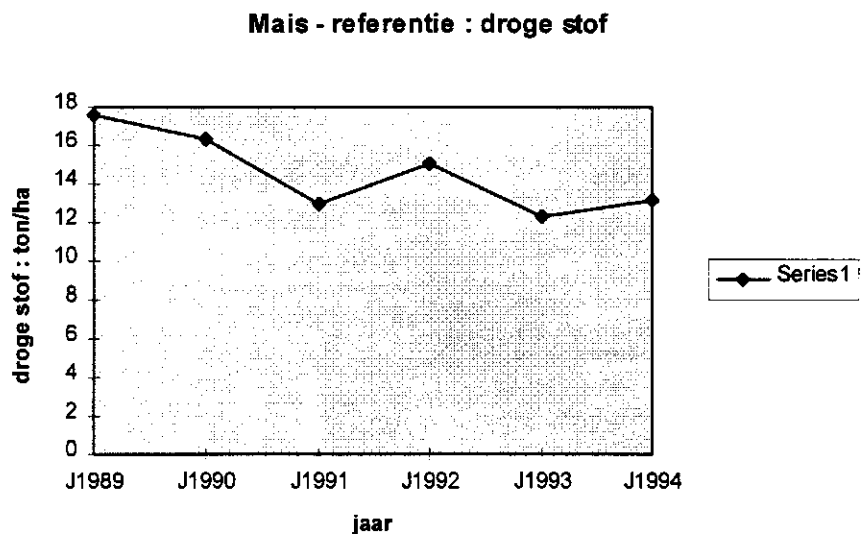
Figuur 6



De suikeropbrengst was het hoogst in jaar 4 (1992), gevolgd door 1991 en 1993. De suikeropbrengst was het laagst in 1990 en 1994. Het patroon van de suikeropbrengst volgt grotendeels het patroon van de opbrengst netto biet. 1989 en 1993 zijn iets opgetrokken door de hogere suikergehaltes in die jaren.

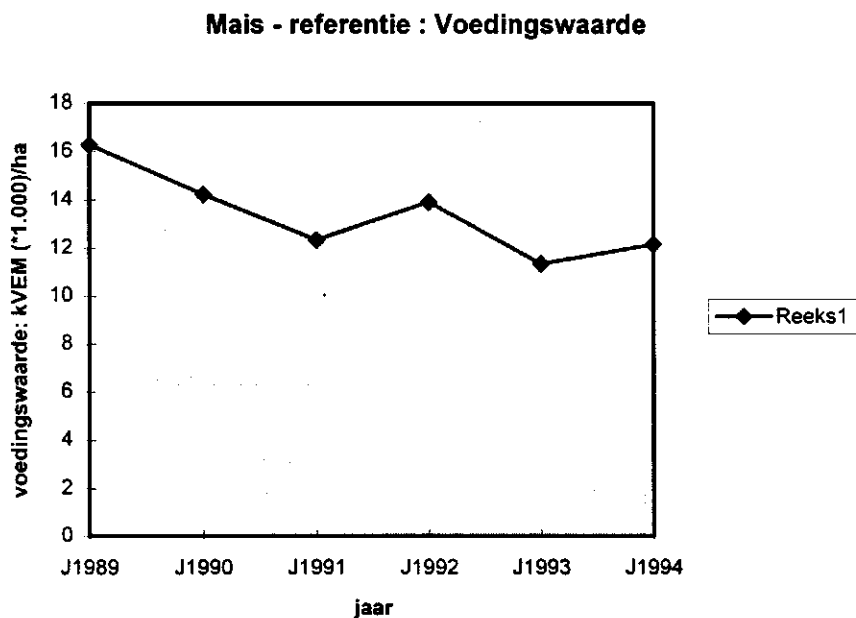
De referentiegroei van de mais

Figuur 7



De droge stof-opbrengst van de mais vertoonde een aflopend patroon in de loop van de proefperiode. Dat heeft te maken met de weersomstandigheden. De droge stofopbrengst van de mais was het hoogst in 1989, gevolgd door 1990 en 1992. De droge stof-opbrengst was het laagst in 1993, gevolgd door 1994 en 1991.

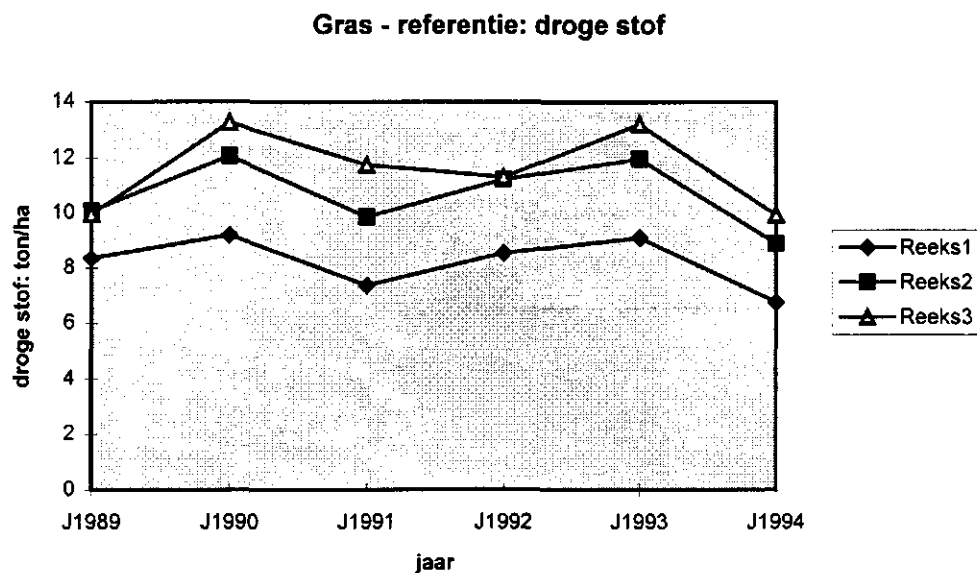
Figuur 8



De voedingswaarde van de mais vertoonde hetzelfde aflopende patroon als de droge stof.

De referentiegroei van het gras

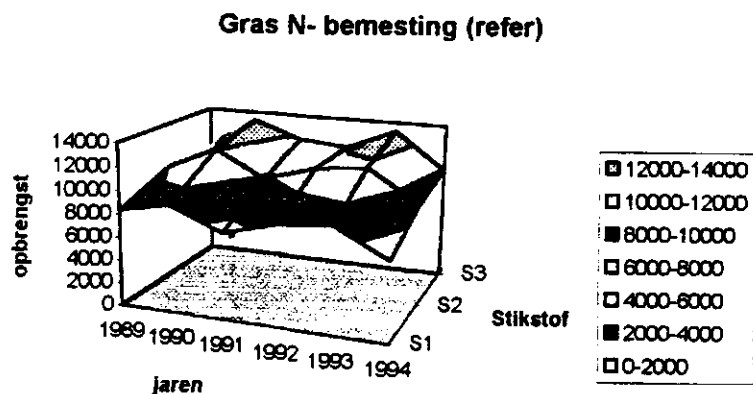
Figuur 9

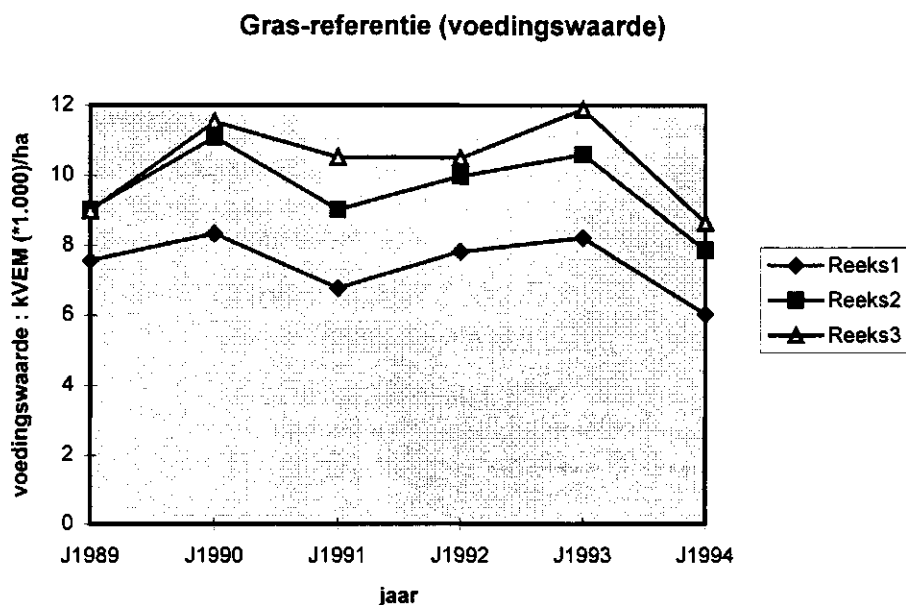


Bij het gras moeten we onderscheid maken tussen de drie stikstof-bemestingsregimes (S1, S2 en S3, resp. 200, 300 en 400 kg N/ha). De resultaten in tonnen droge stof / ha staan in figuur 9. Er is duidelijk sprake van een afnemende meeropbrengst van de invloed van het stikstofregime van 400 kg /ha ten opzichte van de 300 kg N/ha op de droge stofopbrengst. In de jaren 1 (1989) en 4 (1992) is er zelfs helemaal geen meeropbrengst te constateren. Het verschil tussen 200 kg/ha en 300 kg/ha is duidelijk groter.

Bij een stikstofregime van 300 kg N/ha was de droge stof-opbrengst het hoogst in 1993 gevolgd door 1990. De droge stof-opbrengst was het laagst in 1994 gevolgd door 1991. De opbrengsten in 1989 en 1992 liggen ertussen in.

Figuur 10



Figuur 11

De voedingswaarde-opbrengst van het gras vertoont ongeveer hetzelfde beeld als de droge stof-opbrengst. De resultaten staan in figuur 11. De toegevoegde waarde van de 400 kg N/ha t.o.v. de 300 kg N/ha is veel kleiner dan die van de 300 kg N/ha ten opzichte van de 200 kg N/ha. Voor alle stikstofregimes trad de hoogste voedingswaarde-opbrengst op in 1990 en 1993 en de laagste in 1994.

3.3 Opbrengstderving van landbouwgewassen onder populieren

In deze paragraaf wordt de opbrengstderving (ofwel de groeiderving) van de landbouwgewassen biet, mais en gras onder invloed van de toenemende beschaduwning in de loop van het experiment behandeld. Bij de behandeling van deze derving speelt het effect van de aanwezigheid van randen in de mengteeltpercelen een belangrijke rol. In de referentievelden is de groei en opbrengst van de randrijen over het algemeen hoger dan in de middelste rijen. Bij de veldjes met populier is dat positieve effect van de randrijen in het eerste jaar ook nog aanwezig, maar in de loop van de tijd neemt het effect van de beschaduwning door de populier de overhand. Dan hebben de randrijen in de gemengde veldjes het meest te lijden van de toenemende beschaduwning.

Voor de praktijk is het positieve randrijeffect in de referentievelden niet relevant, omdat bij een volveldsteelt zonder populier nauwelijks sprake is van randrijen. Daarom zijn voor de economische evaluatie alleen de opbrengsten in de middenrijen van de referentiepercelen in beschouwing genomen.

Voor het zuiver biologische effect zijn de randeffecten wel de moeite van het analyseren waard. Per gewas is een standaard vergelijking uitgevoerd. Achtereenvolgens is per gewas een standaardberekening gemaakt om te komen tot een maat voor de derving van de groei van de landbouwgewassen in de loop van de experiment-jaren.

De absolute netto-opbrengst in afzonderlijke rijen in de referentievelden is in mindering gebracht op de opbrengst in de overeenkomstige rijen in de mengteeltvelden. Het verschil in opbrengst tussen de mengteeltvelden en referentievelden is vervolgens uitgedrukt als percentage

van de opbrengst in dezelfde rijen van de referentievelden. Dit is de procentuele derving per rij. Deze procentuele derving per rij is driedimensionaal in beeld gebracht.

Door de procentuele vergelijking van de opbrengsten in de mengteeltvelden met de referentievelden zijn de fluctuaties als gevolg van de verschillende weersomstandigheden tussen de achtereenvolgende jaren uitgeschakeld.

Om het randrijeffect zuiver te kunnen weergeven zou de procentuele derving van alle rijen in de loop van het experiment nog uitgedrukt kunnen worden in vergelijking met de procentuele derving in de middenrijen. Dit kan op twee manieren : als procentueel verschil of als verhoudingsgetal. Deze exercitie is niet meer toegevoegd, omdat de procentuele derving per rij al genoeg informatie verschaft.

Bij gras is geen sprake van rijen, maar slechts van oost/midden/west-stroken. Bovendien is bij gras steeds sprake van 3 stikstoftrappen en 2 plantverbanden. Dat maakt de beschrijving en analyse iets gecompliceerder dan die van biet en mais.

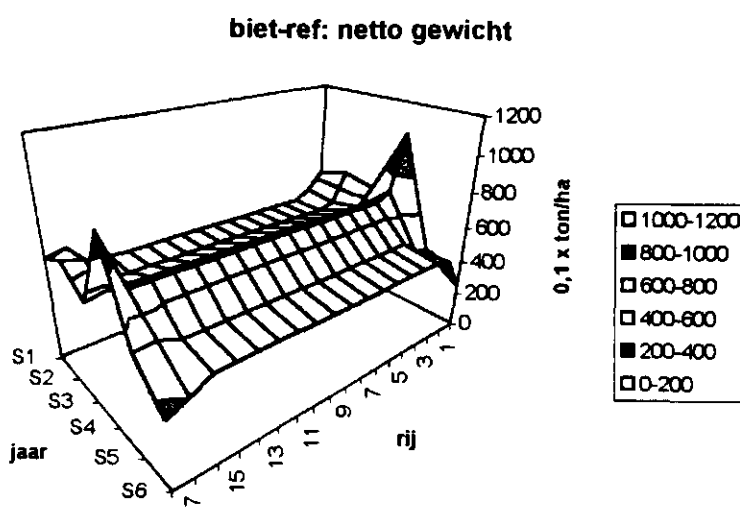
3.3.1 Suikerbiet

Absolute opbrengst in de referentievelden van de biet

De referentievelden laten het beeld zien dat in de twee randrijen in vijf van de zes jaren (S1 t/m S6) sprake is van hogere opbrengsten dan in de middenrijen.

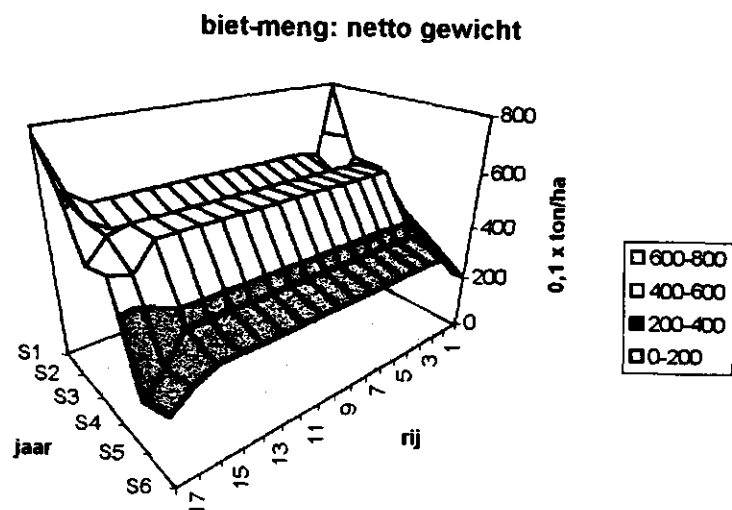
In de randrijen 1 en 2 is de opbrengst over het algemeen groter dan in de randrijen 17 en 18. Het randrijeffect in het vierde jaar was extreem groot. De opbrengst in rij 1 was $(102,5 - 66,7) / 66,7 * 100\% = 53,6\%$ hoger dan in de middenrijen. In rij 18 was de opbrengst $(95,5 - 66,7) / 66,7 * 100\% = 43,2\%$ hoger dan in de middenrijen. Alleen in 1994 was de opbrengst in de randrijen lager dan in de middenrijen. Opvallend hierbij is dat de minderopbrengst in randrij 1 groter is dan in randrij 18. In rij 1 is de minderopbrengst in 1994 $(25,6 - 45,9) / 45,9 * 100\% = -44,2\%$ en in rij 18 is de minderopbrengst in 1994 $(35,7 - 45,9) / 45,9 * 100\% = -22,2\%$.

Figuur 12



Absolute opbrengst in de mengteeltvelden van de biet

Figuur 13



Het opbrengstniveau in de mengteeltvelden fluctueert onder invloed van de weersomstandigheden in de achtereenvolgende jaren. De derving neemt sneller toe in de randrijen 1,2 en 17,18 (zie figuur 13). Opvallend is dat in de eerste twee jaar van het experiment de opbrengst in de randrijen groter is dan in de middenrijen. Dat is vergelijkbaar met het randeffect in de referentievelden. In het eerste jaar was de opbrengst in rij 1 $(78,2 - 52,6) / 52,6 * 100 \% = 48,7 \%$ hoger dan in de middenrijen. In het tweede jaar was dit nog $(51,6 - 48,5) / 48,5$



Foto 4: In het eerste jaar ondervinden de suikerbieten nog geen hinder van de populieren

* $100\% = 6,4\%$ resp. $(65,0 - 48,5) / 48,5 * 100\% = 34\%$. In het zesde jaar 1994 was de derving in de randrij 1 opgelopen tot $(20,3 - 32,2) / 32,2 * 100\% = -44,1\%$ en in rij 18 tot $(23,4 - 32,2) / 32,2 * 100\% = -27,3\%$ t.o.v. de middenrijen.

Procentuele derving in de mengteeltvelden van de biet

De procentuele derving in de mengteeltvelden laat in figuur 14 het effect zien van de schaduwwerking van de populier op de opbrengst van de biet, onafhankelijk van de jaarlijkse fluctuaties in algemene weersomstandigheden die de absolute opbrengst in de referentievelden bepalen.

Na een positief resultaat van 7,6 % meeropbrengst in de mengteeltvelden in het eerste jaar is er in het tweede en derde jaar sprake van een heel lichte derving (-1,0 resp. -1,1 %). In het vierde jaar neemt de derving plotseling toe tot -16 % . In het vijfde en zesde jaar is de derving toegenomen tot -28,0 % en -29,8 %.

In de randrijen is in het eerste jaar duidelijk sprake van een meeropbrengst in de mengteeltvelden van 33,3 % in rij 18 en 22,2 % in rij 1. De procentuele derving in de randrijen is het grootst in jaar 4 (-63,9 % en -47,9 % resp. in rij 1 en 18). In het vijfde jaar is de procentuele derving het grootst in randrij 18 en 17 nl. - 65,4 % resp. -52,7 %, terwijl dat in rij 1 en 2 aanzienlijk minder is dan in het voorgaande jaar (-26,1 % en -21,1 %).

Het ziet er naar uit dat de procentuele derving in de randrijen van jaar tot jaar verschillend is. Alleen weersfactoren kunnen die verschillen veroorzaken.

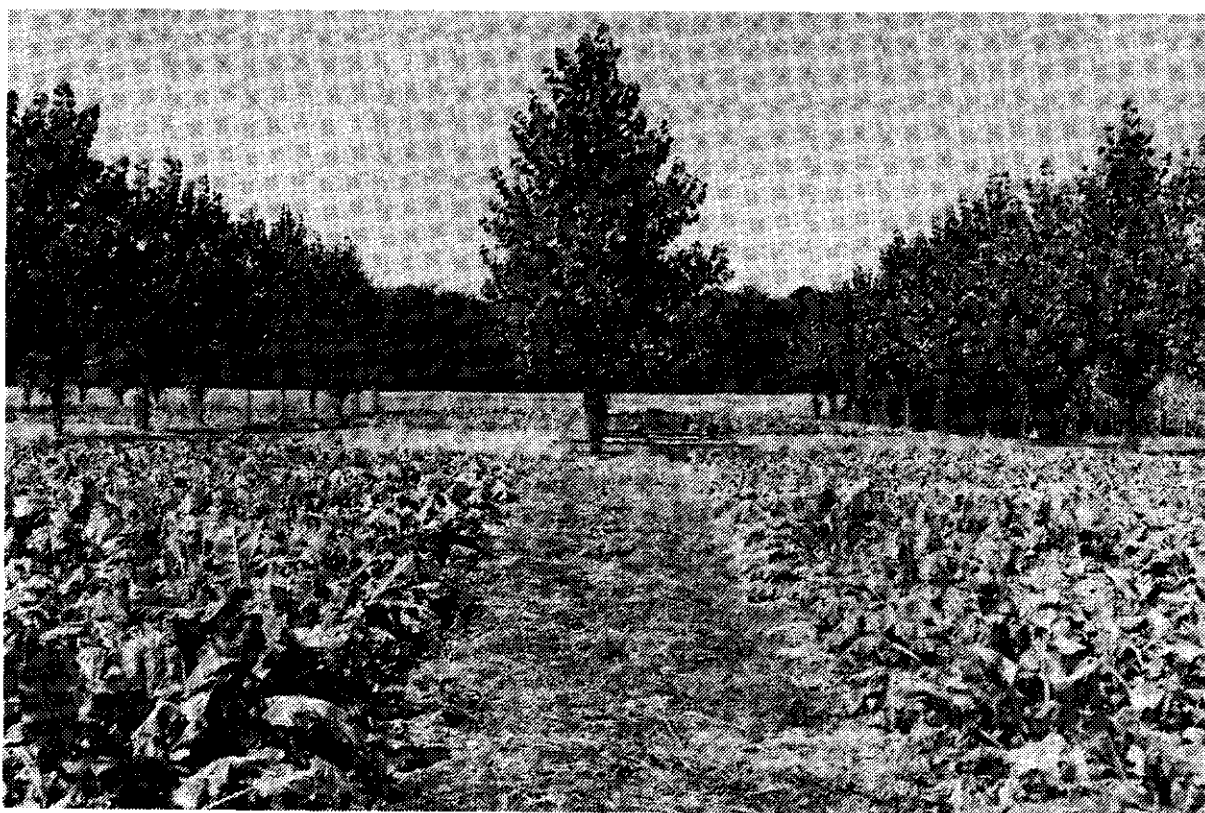
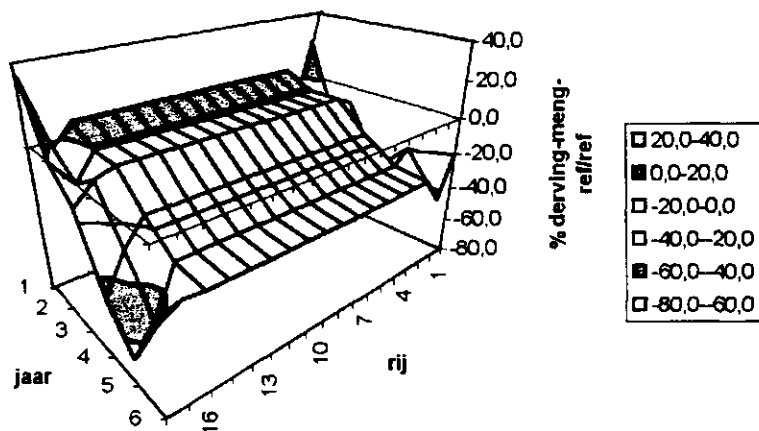


Foto 5: Mengteelt van populieren met suikerbieten in het vierde proefjaar

Figuur 14

Biet: netto gew.derving proc.



3.3.2 Mais

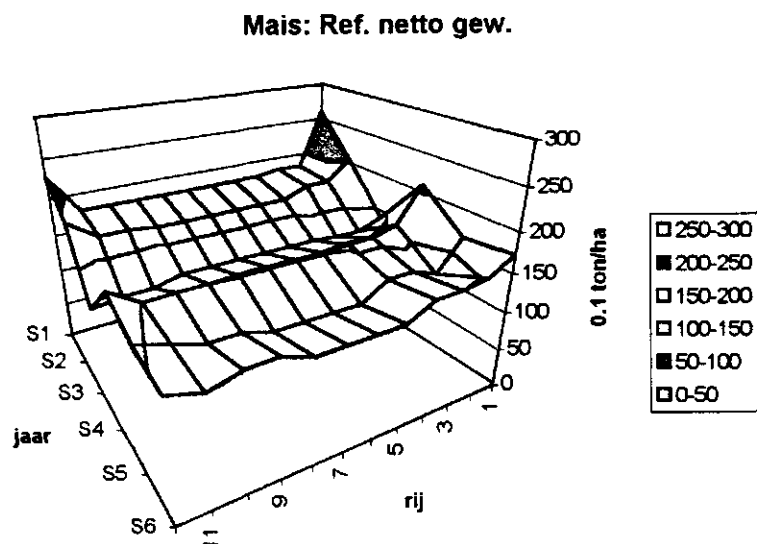
Absolute opbrengst in de referentievelden van de mais

De opbrengsten van de referentievelden van de mais laten een golvend patroon in de loop van het experiment zien dat veroorzaakt wordt door de verschillen in weersomstandigheden. In vijf



Foto 6: Jonge populieren tussen snijmais in het eerste proefjaar

Figuur 15



van de zes jaren is er sprake van een positief randrijeffect. Dat effect is het grootst geweest in het eerste jaar in de twee uiterste randrijen 1 en 12, resp. $(26,1 - 17,6) / 17,6 * 100 \% = 48,3 \%$ en $(22,7 - 17,6) / 17,6 * 100 \% = 29,0 \%$. Ook in jaar 5 (1993) was het randeffect aanzienlijk. In de uiterste randrij 1 bedroeg toen de meeropbrengst $(16,6 - 11,8) / 11,8 * 100 \% = 40,6 \%$ en in randrij 12 was dat $(15,4 - 11,8) / 11,8 * 100 \% = 30,5 \%$. In het derde jaar was het randeffect in rij 12, 11, 10 en 2, 3 negatief ten opzichte van de opbrengst in de middenrijen.

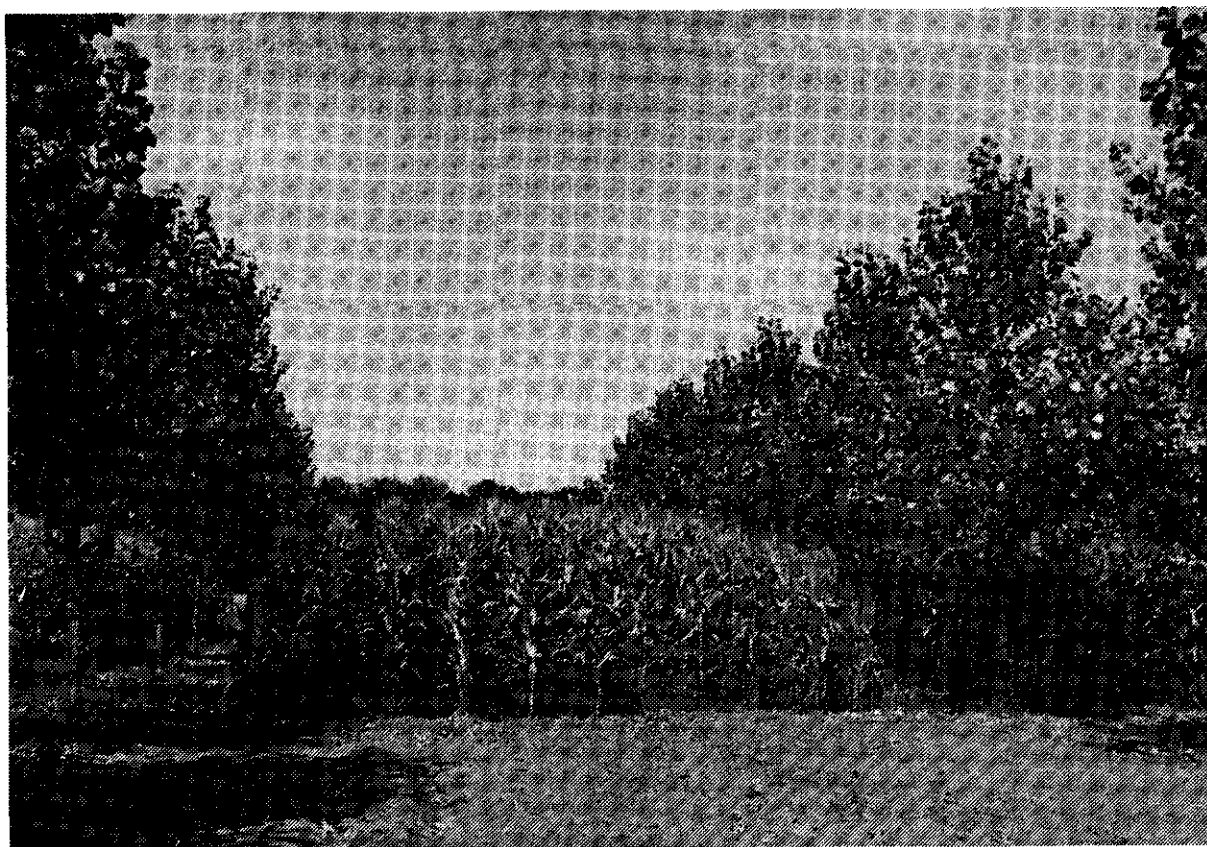
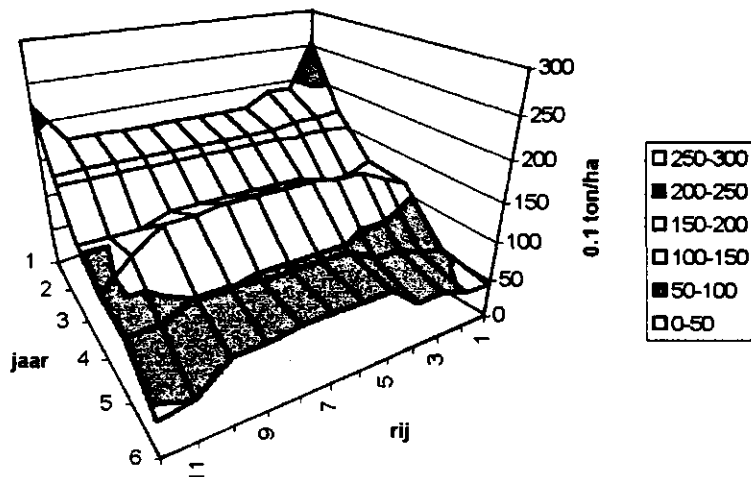


Foto 7: In het vierde proefjaar blijft de groei van mais in de randrijen duidelijk zichtbaar achter

Absolute opbrengst in de mengteeltvelden van de mais

Figuur 16

Mais: Meng netto gew.



De opbrengst in de mengteeltvelden van de mais fluctueert ook sterk onder invloed van de weersomstandigheden. Daarnaast is de invloed van de beschaduwing door de toenemende hoogte van de populier merkbaar.



Foto 8: In het zesde jaar van de proef is voor het hele maisperceel een afnemende groei te zien naarmate de mais dichterbij de populierenrijen staat

In het eerste jaar (1989) is de opbrengst in de uiterste randrijen 1 en 2 aanmerkelijk hoger dan in de middenrijen 4 t/m 8. In rij 1 bedroeg die meeropbrengst $(25,5 - 16,9) / 16,9 * 100 \% = 50,9 \%$ en in rij 12 was dat $(22,2 - 16,9) / 16,9 * 100 \% = 31,4 \%$. Opbrengstderving in de randrijen is in het tweede jaar nog nauwelijks aanwezig. Pas in het derde jaar (1991) is er sprake van een lichte derving in de randrijen 12, 11, 10 en 2, 3. In het zesde jaar is de derving in de uiterste randrijen ten opzichte van de middenrijen toegenomen tot $(4,4 - 8,8) / 8,8 * 100 \% = -50 \%$.

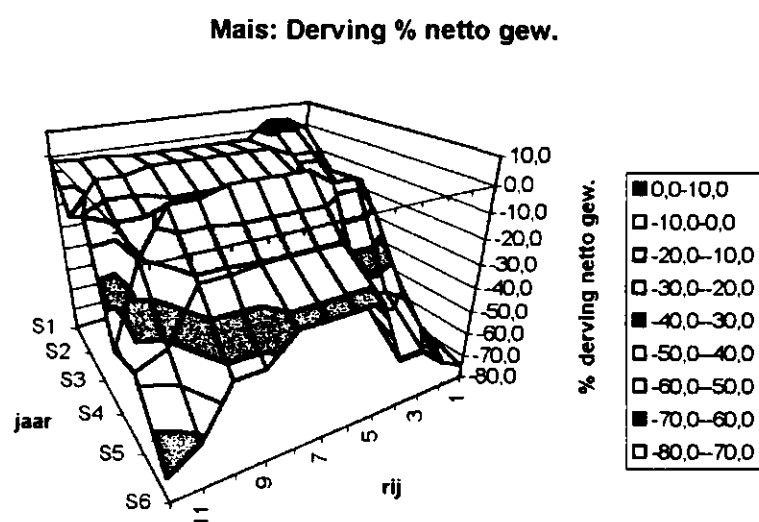
Procentuele derving in de mengteeltvelden van de mais

De procentuele derving in de mengteeltvelden ten opzichte van de referentievelden is in de beginjaren van het experiment constant (-4,0 % en -3,1 % in het jaar 1 resp. 2). In het derde jaar is de derving in de middenrijen opgelopen tot -10,8 %. In 1992, het vierde jaar is er geen sprake van derving in de middenrijen. Pas in het vijfde en zesde jaar begint de derving op te lopen tot -20,3 % en -33,3 % in de middenrijen.

In de randrijen verloopt de derving veel sterker. In het eerste jaar is er nog weinig verschil te merken tussen mengteeltvelden en referentievelden. Beide vertonen daar positieve randeffecten. De mengteeltvelden gedragen zich in de rand hetzelfde als het referentieveld. De invloed van de populieren op de groei van de mais is nog afwezig in het eerste jaar. In het tweede jaar is het randrijeffect al opgelopen tot -18,1 % resp. -17,6 % in de uiterste randrijen 1 en 12. In de op een na buitenste randrijen is dat -5,4 % en -7,3 % geworden.

Het randrijeffect als gevolg van de beschaduwing door de populier begint in het vierde jaar goed door te drukken met -52 % resp. -46,4 % in de uiterste randrijen 12 en 1. In de daaropvolgende twee jaar van het experiment is de derving in de uiterste randrijen 2,3 en 2,1 maal zo groot als de derving in de middenrijen. In het laatste jaar komt dat neer op -70,1 en -74,6 % in de uiterste randrijen 12 en 1 (zie figuur 17).

Figuur 17



3.3.3 Gras

Het experiment met gras bestaat feitelijk uit zes varianten. Allereerst is er het plantverband van 11 bij 4,5 m en van 5,5 bij 4,5 m, daarnaast nog het bemestingsniveau van N1, N2 en N3.

Bij gras zijn telkens vier effecten te beschrijven. De experimenten met gras zijn veel complexer dan die voor biet en mais. Naast het jaareffect (1e) is er bij het gras in plaats van een randrijeffect sprake van een strook-effect (2e). De oogst heeft namelijk plaats gevonden in het midden, aan de oostkant en aan de westkant van de proefvlakjes.

Vervolgens is er ook nog het stikstof-effect (3e), doordat drie N-regimes in de proef zijn opgenomen. Tenslotte is er het plantafstand-effect (4e), doordat twee plantafstanden van de populier resp. 5,5 en 11 meter zijn aangebracht. Naast deze effecten zijn er ook nog de interacties tussen deze effecten. Hier wordt af en toe terloops op ingegaan.

Absolute opbrengst van de referentievelden

1e. Jaar-effect in de referentievakken van gras

De absolute opbrengst van de referentievelden fluctueert in de loop van de jaren van het experiment. Hierop is in 3.2 ingegaan. De hoogste opbrengsten worden voor het gemiddelde jaarlijkse stikstofregime van 300 kg N/ha waargenomen in het tweede en vijfde jaar (1990 en 1993), de laagste in het derde en zesde jaar (1991 en 1994). Het eerste en vierde jaar (1989 en 1992) liggen er tussenin (zie 3.2).

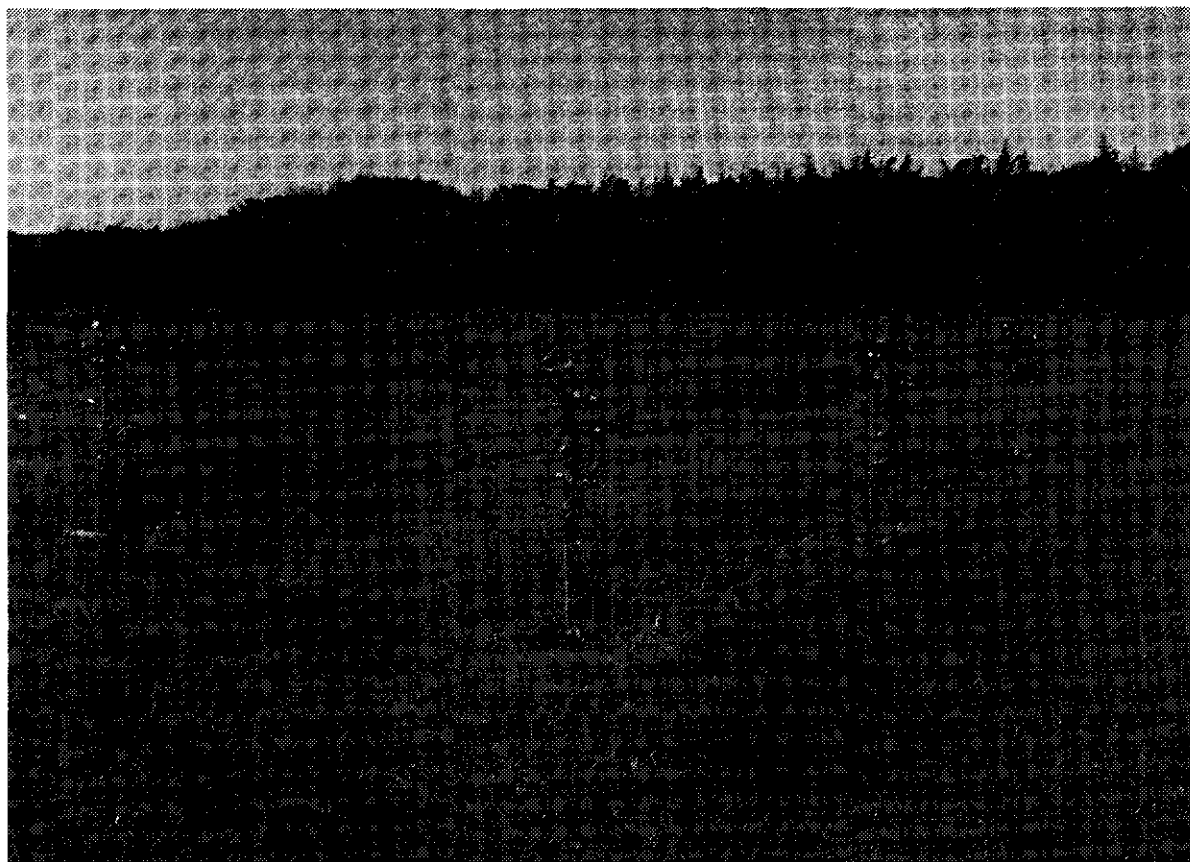


Foto 9: Grasgroei ondervindt in het eerste jaar geen effect van de teelt van populieren

2e. Oost/west-effect in de referentievakken van gras

Er is bij de referentie geen onderscheid tussen oostzijde, midden en westzijde.

3e. Stikstof-effect in de referentievakken van gras

Het bemestingseffect is duidelijk. In bijna alle jaren is er sprake van een hogere opbrengst naarmate meer N gegeven wordt. Er moet evenwel bij opgemerkt worden dat in het eerste jaar en het vierde jaar (1989 en 1992) geen meeropbrengst van N3 ten opzichte van N2 is (zie 3.2). Dat zijn de middelmatige groeijaren. Hier is geen verklaring voor te geven.

4e. Plantafstand-effect in de referentievakken van gras

Bij de referentie voor gras is geen plantafstand-effect aan de orde, omdat er geen sprake is van menging met populier.

Absolute opbrengst van de mengteeltvelden met gras

1e. Jaar-effect in de mengteeltvelden met gras

De grasopbrengst van de mengteeltvelden is zichtbaar gemaakt in de figuren 18 t/m 23. Het niveau van de grasopbrengst neemt bij plantafstand 5,5 m in het tweede jaar toe t.o.v. het eerste jaar voor alle stikstofregimes. Bij 11 m is dat ook nog het geval in het derde jaar. De opbrengst blijft vrij constant tot aan het vijfde jaar. Pas in het zesde jaar vindt een absolute reductie van de opbrengst plaats als gevolg van de beschaduwing.

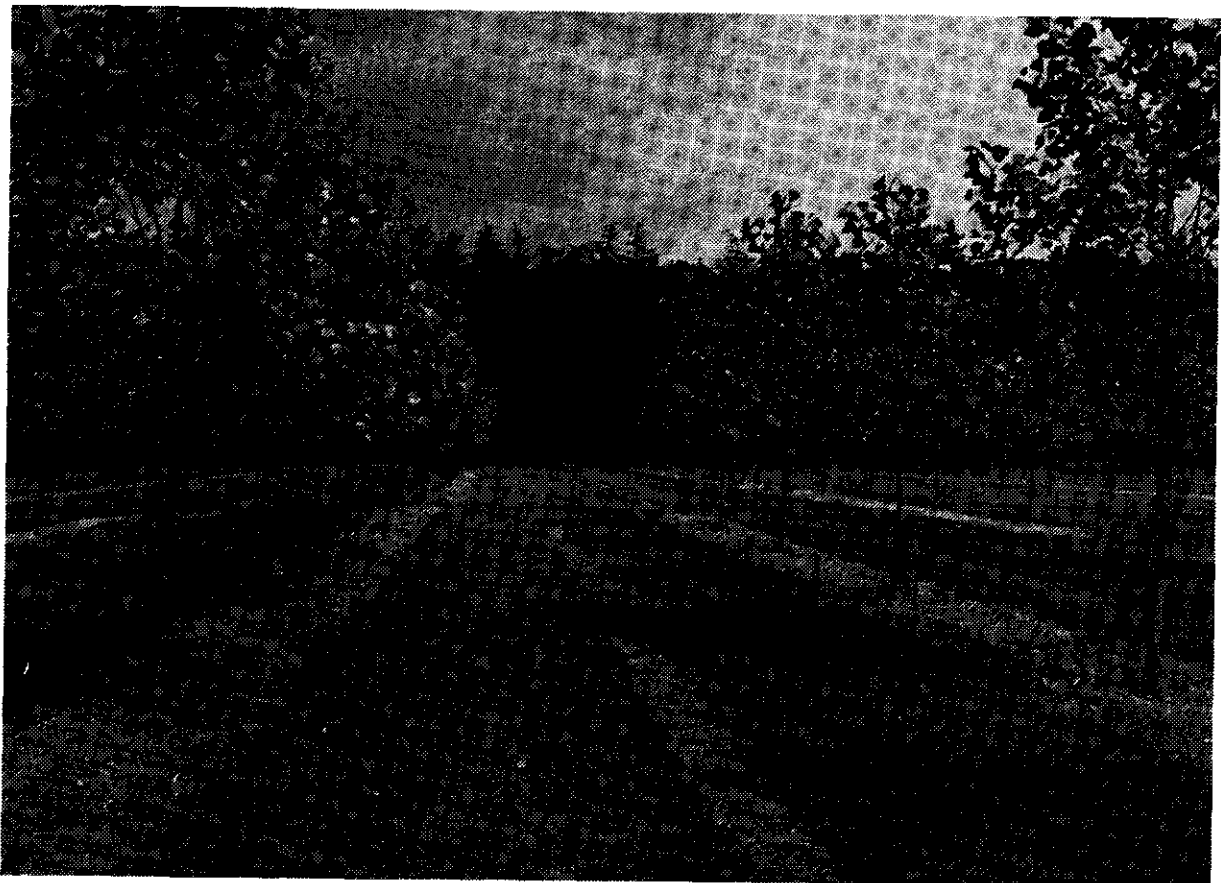
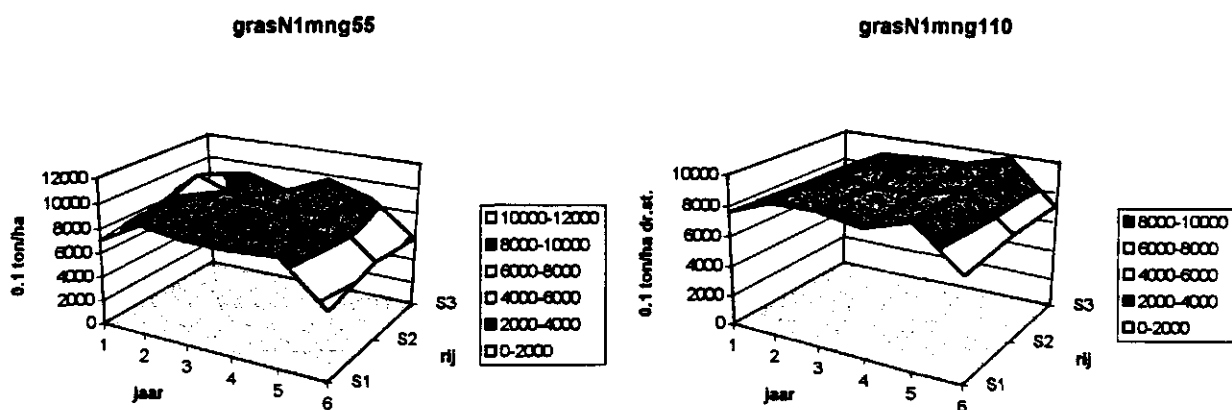
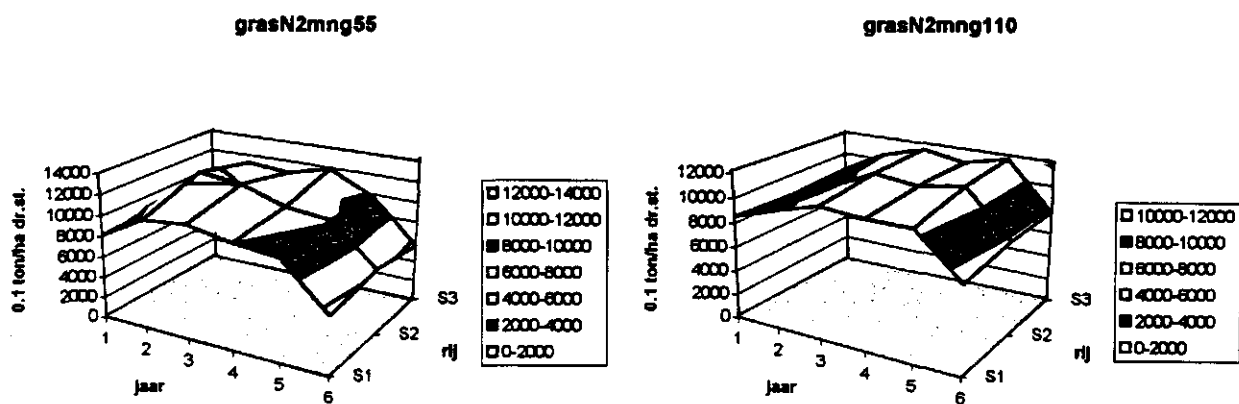


Foto 10: Grasstroken tussen populieren van 3,5 m en 9 m breedte

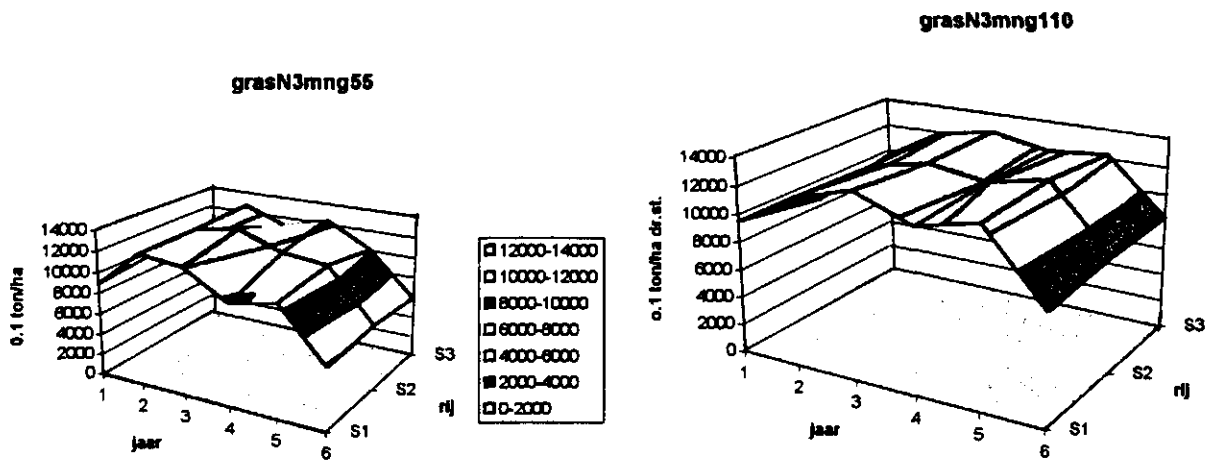
Figuur 18 en 19



Figuur 20 en 21



Figuur 22 en 23



2e. Oost/west-effect in de mengteeltvelden met gras

Het oost west effect is ook zichtbaar in de genoemde figuren. De verschillen tussen het midden en de oost- en westzijde zijn relatief klein.

Bij de plantafstand 5,5 m is de opbrengst in de middenvelden (S2) gemiddeld het hoogst in 4 van de 6 jaar en geen enkele keer het laagst. De opbrengst aan de oostzijde (S1) is het kleinst in 4 van de 6 jaar en geen enkele keer het hoogst. De westzijde (S3) is in gemiddeld 2 jaar het hoogst en 2 jaar het laagst.

Bij de plantafstand 11 meter is de opbrengst in het middenveld het hoogst in 2 van de 6 jaar en het laagst in 2 van de 6 jaar. De opbrengst aan de oostzijde is gemiddeld 1 keer het hoogst en 3 keer het laagst. De westzijde is in gemiddeld 3 van de 6 jaar het hoogst en het laagst in gemiddeld 1 keer van de 6 jaar.

Samengevat kunnen we stellen dat de oostkant duidelijk lager scoort. Bij de 5,5 m plantafstand is de middenstrook duidelijk beter. Bij de 11 m plantafstand wordt zelfs de weststrook iets beter dan de middenrij. Per saldo is de middenstrook beter dan de weststrook. Er lijkt geen positieve of negatieve interactie te bestaan tussen het strookeffect en het N-bemestingseffect. Een van de stroken (oost-mid-west) wordt niet beter of slechter bij toenemende N-gift. De enige aanwijzing in die richting zou kunnen zijn dat bij 11 m de middenstrook vaker de laagste opbrengst heeft bij een toenemend N-niveau, terwijl de ooststrook minder vaak de laagste opbrengst heeft.

3e. Stikstof-effect in de absolute opbrengst van de mengteeltvelden met gras

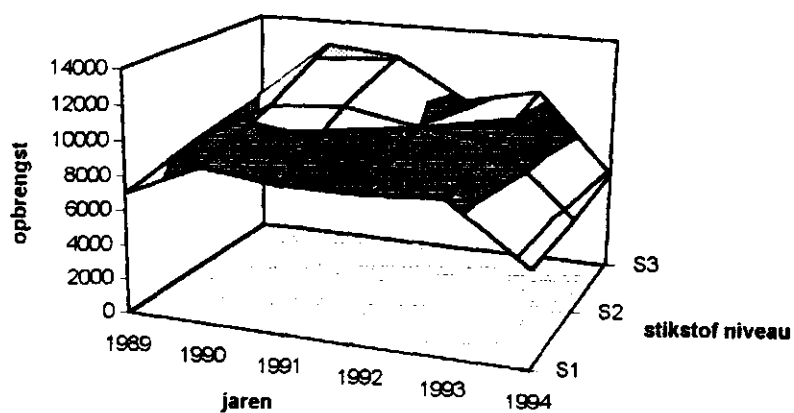
Het stikstof-effect op de absolute opbrengst is weergegeven in de figuren 24 t/m 26. Deze betreffen de plantafstand 5,5 m.



Foto 11: In het derde jaar van de proef, bij een boomhoogte van 5 m, blijkt het gras in mengteelt beter te groeien dan in monocultuur

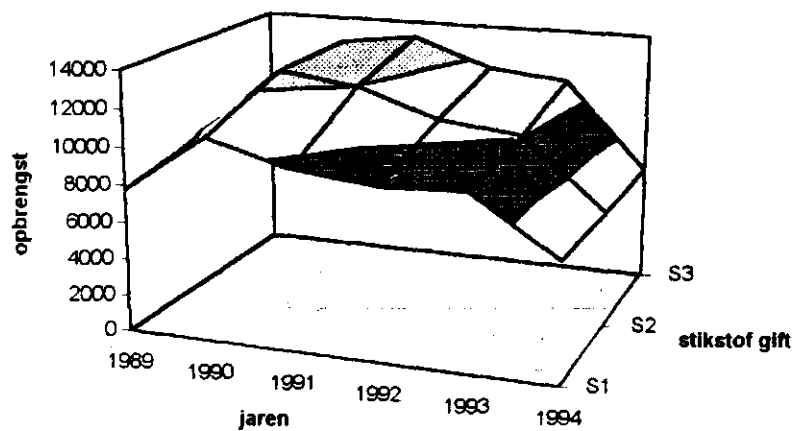
Figuur 24

Gras N-bemesting (oost-rij)



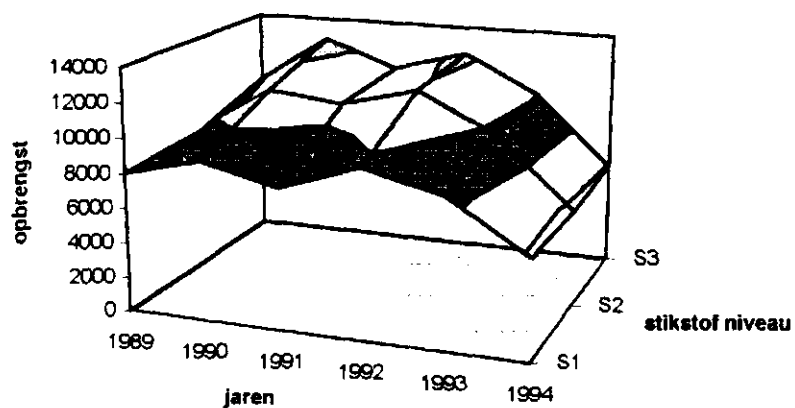
Figuur 25

Gras N-bemesting (meng- middelrij)



Figuur 26

Gras N-bemesting (westrij)



De gemiddelde opbrengst van de *ooststrook* over 6 jaar bij stikstofniveau N1 (S1) bedraagt in het plantverband 5,5 bij 4,5 m 7.799 kg/ha, bij N2 9.049 kg/ha en bij N3 9.915 kg/ha. Het effect van de eerste extra gift van 100 kg N/ha (van 200 naar 300 kg N) betekent een gemiddelde meeropbrengst van 16 % en van de volgende 100 kg (van 300 naar 400 kg N) bedraagt de meeropbrengst 9,6 % ten opzichte van 300 kg N/ha.

De gemiddelde opbrengst in hetzelfde plantverband bedraagt voor de *middenstrook* over 6 jaar bij N1 8.883 kg/ha, bij N2 10.014 kg/ha en bij N3 10.714 kg/ha. Het effect van de eerste extra gift van 100 kg N (van 200 naar 300 kg N) betekent een gemiddelde meeropbrengst van 12,7 % en van de volgende 100 kg N (van 300 naar 400) bedraagt de meeropbrengst 7% ten opzichte van 300 kg N/ha.

De gemiddelde opbrengst van de *weststrook* over 6 jaar bij N1 bedraagt zo 8.191 kg/ha, bij N2 9.562 kg/ha en bij N3 10.330 kg/ha. Het effect van de eerste extra gift (van 200 naar 300 kg N) betekent een gemiddelde meeropbrengst van 16,7 % en van de volgende 100 kg N (van 300 naar 400 kg N) bedraagt de meeropbrengst 8% ten opzichte van 300 kg N. Het effect van de eerste extra 100 kg N is dus het grootst in de oost en de weststrook (16 % resp. 16,7 %) en het kleinst in de middenstrook (12,7 %). Het effect van de volgende 100 kg N is ook het grootst in de zijstroken (oost 9,6 % en west 8 %) en het kleinst in de middenstrook (7 %).

4e. Plantafstand-effect in de absolute opbrengsten van gras

Het plantafstand-effect op de absolute niveaus van de grasopbrengst wordt niet afzonderlijk besproken. Het plantafstandeffect komt weer wel aan de orde bij de bespreking van de procentuele derving van de opbrengst.

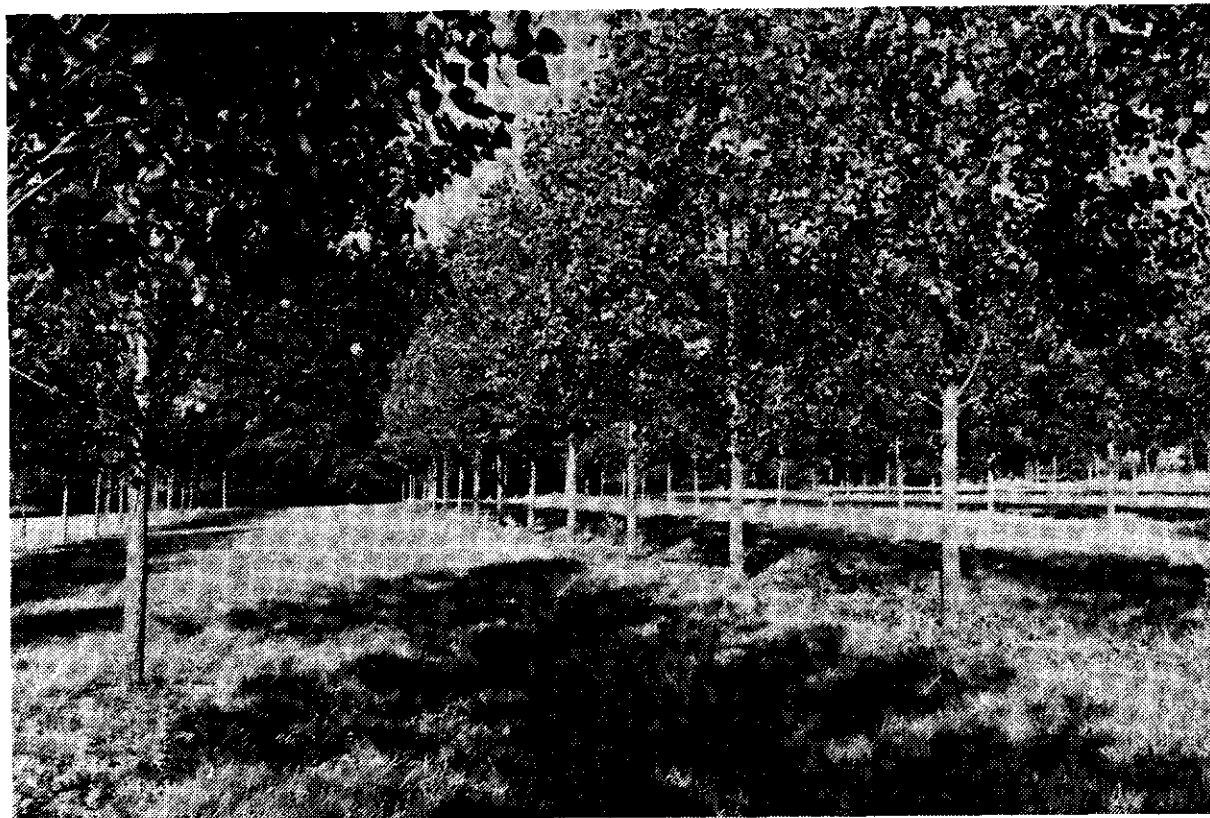


Foto 12: In het vijfde proefjaar bedekt de schaduw het hele grasperceel bij een afstand van de populierenrijen van 5,5 m

Procentuele derving van de grasopbrengst o.i.v. beschaduwning door populier

De absolute derving en de ratio tussen absolute opbrengsten van de mengteeltvelden en de referentievelden komen beide tot uitdrukking in de procentuele derving. De procentuele derving is gedefinieerd als: $(\text{absolute opbrengst mengteeltveld} - \text{absolute opbrengst referentieveld}) / (\text{absolute opbrengst referentieveld})$.

Bij het berekenen van de procentuele dervingen voor de oost- en de weststrook van de mengteeltvelden zijn dezelfde opbrengsten van de (middenstrook van de) referentievelden gebruikt. Bij de referentievelden is geen sprake van een effect van de populier op de oost- en weststroken, omdat de referentie geen populieren heeft.

1e. Jaar-effect op de procentuele opbrengstderving van gras:

Per definitie is er geen jaareffect, omdat de procentuele derving gecorrigeerd is voor de jaarlijks fluctuerende weersinvloeden. De figuren laten weliswaar een golvend verloop zien, maar dit is toe te schrijven aan de beschaduwning en de verandering van het microklimaat als gevolg van de groei van de populieren langs de mengteeltvelden met gras.

Bij de *plantafstand van 5,5 m* valt op dat met name in het derde jaar (1991) een positieve 'derving' optreedt. Bij de middenrij met N1 is dat maar liefst 31,1 %, met N2 21,6 % en met N3 is dat 12,0 %. In de mengteeltvelden zijn de opbrengsten dus hoger dan in de referentievelden. Dit positieve effect neemt af met het toenemen van de bemestingsgraad. Ook in jaar twee zijn al positieve effecten zichtbaar in de middenstrook: 18,2 % bij N1 en 3,6 % bij N2, terwijl bij N3 sprake is van een procentuele derving van -5,5 %. Opvallend is dat in het eerste jaar (1989) sprake is van een procentuele derving bij alle N-niveaus, nl. -7,3 % bij N1, -13,7% bij N2 en -4,2 % bij N3. Ook de zijstroken volgen dit patroon.

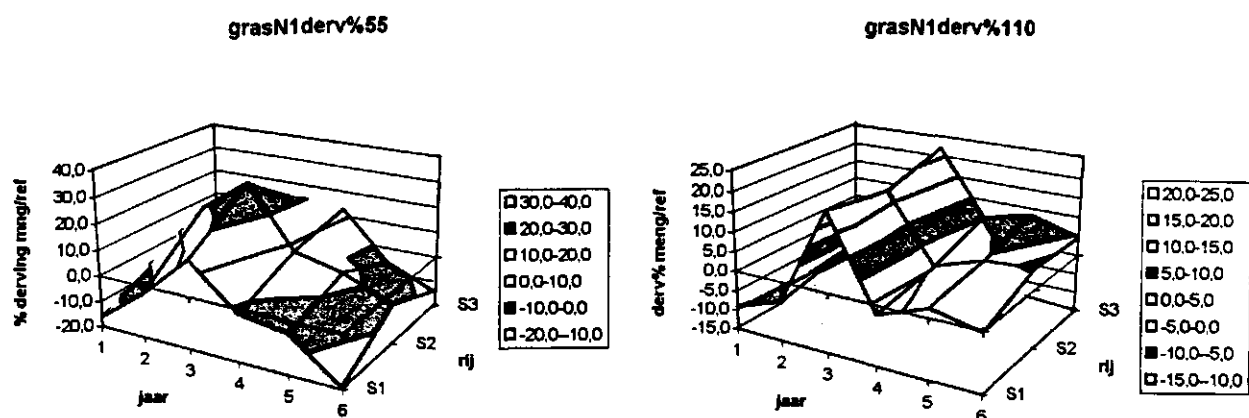
Aangezien de bomen dan nog zeer klein zijn kan er nauwelijks sprake zijn geweest van een beïnvloeding van het microklimaat in ongunstiger zin dan bij de referentievelden. Opvallend is dat het bij alle N-trappen is opgetreden. De referentie kent ook haar eigen N-trappen. Daar zou het verschil niet in mogen zitten. Voorlopig is hier geen verklaring voor te vinden. Men zou verwachten dat er geen positieve en geen negatieve derving in het startjaar zou optreden. De opbrengstderving voor de oost- en weststroken is over de hele periode groter dan voor de middenrij.

Na het derde jaar begint de derving als gevolg van de beschaduwning door de bomen. Die derving wordt procentueel groter naarmate de stikstofgift groter is, zowel in de middenstrook als in de twee zijstroken. Bij N1 heeft de middenstrook in het zesde jaar een derving die nog niet groter is dan -5,0 %. N2 heeft dat dervingspercentage al in het vierde jaar bereikt en komt in het zesde jaar uit op -29,5 %. Bij N3 is in het zesde jaar een derving opgetreden van -36,4 % in de middenstrook.

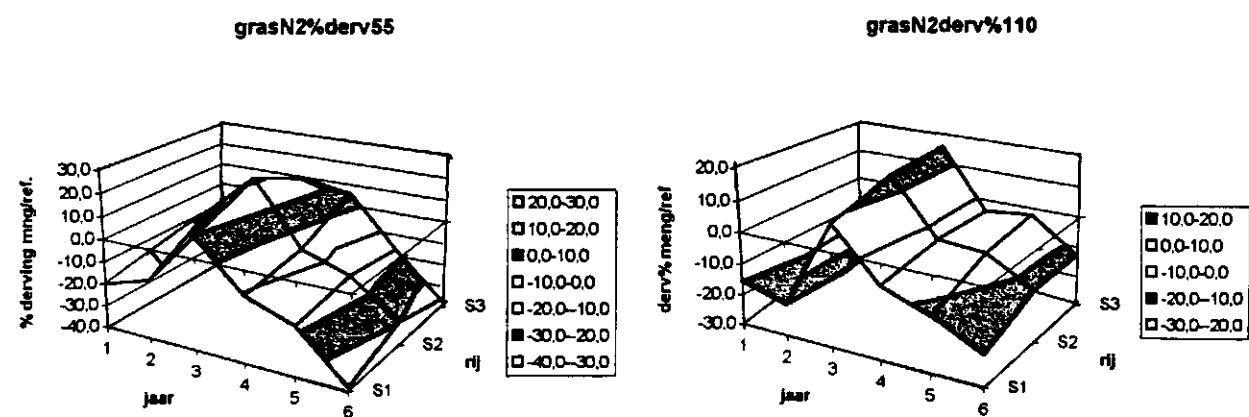
De derving in de ooststrook (S1) komt in het zesde jaar uit op -19,2 % bij N1, -38,5 % bij N2 en -41,1 % bij N3.

De derving in de weststrook (S3) komt in het zesde jaar uit op -14,3 % bij N1, -36,8 % bij N2 en -40,4 % bij N3.

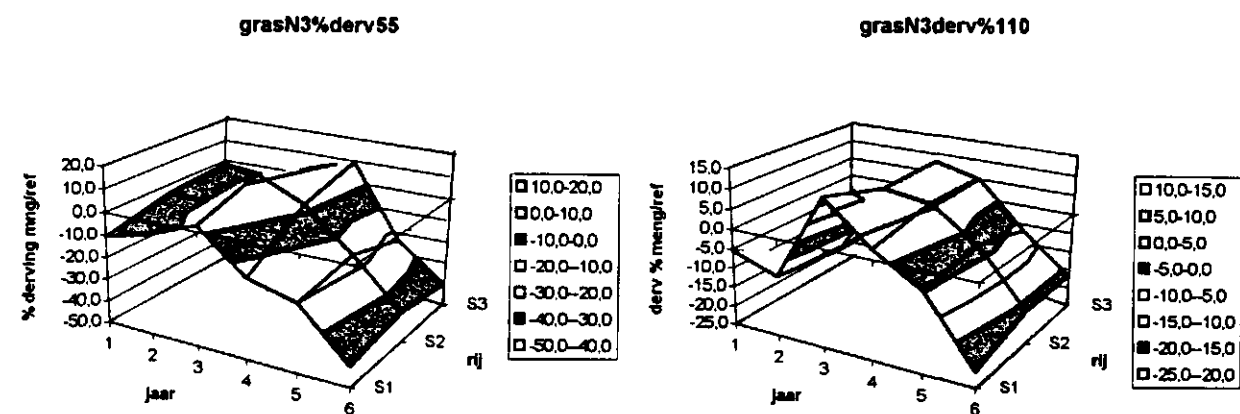
Figuur 27 en 28



Figuur 29 en 30



Figuur 31 en 32



Bij de *plantafstand van 11 m* treden soortgelijke effecten op als bij 5,5 m, maar minder extreem. De positieve derving in het derde jaar (1991) is 17,5 % bij N1, 14,6 % bij N2 en 7,3 % bij N3. De positieve derving bij 11 m plantverband ligt bij alle N-niveaus op ongeveer 60 % van die bij 5,5 m.

In het vierde jaar wijkt de opbrengst in de mengteeltvelden bij plantafstand 11 m nauwelijks af van de opbrengst in de referentievelden. Bij stikstofgift N1 treedt zelfs in het zesde jaar nog helemaal geen derving op, ook niet in de oost- en weststrook.

De derving wordt procentueel groter naarmate de stikstofgift groter is, zowel in de middenstrook als in de twee zijstroken. Bij N1 heeft de middenstrook in het zesde jaar nog een positieve 'derving' van + 5,2 %, N2 heeft dan een derving van -13,0 % en N3 komt uit op -16,7 %. De ooststrook (S1) komt in het zesde jaar uit op -0,2 % bij N1, -20,0 % bij N2 en -21,0 % bij N3. De weststrook (S3) komt in het zesde jaar uit op +4,7 % bij N1, -12,8 % bij N2 en -16,8 % bij N3.

Het optreden van de positieve derving in 1991 (derde jaar) is vermoedelijk een gevolg van een gunstig effect van de aanwezigheid van nog lage bomen in de mengteeltvelden op de groei en opbrengst van het gras. De mengteeltvelden vertonen van het tweede tot het vijfde jaar vrij constante opbrengsten, terwijl met name de referentievelden in 1991 een verlaagde opbrengst vertonen. In de mengvelden is dus die verlaagde opbrengst in 1991 achterwege gebleven. De positieve meeropbrengst in 1991 moet dus meer geïnterpreteerd worden als groeireductie in de referentieveldjes door de afwezigheid van populieren boven het gras, dan als een positieve opbrengst a.g.v. de aanwezigheid van populieren boven het gras.

Het vermoeden bestaat dat populieren bij een bepaalde hoogte en plantafstand het microklimaat tussen de rijen zodanig beïnvloeden dat de nadelen van een grasland in open veld weggenomen worden. Over de factor die dat kan zijn kunnen we alleen speculeren. De omvang van de populieren is nog niet zodanig dat van een beschaduwning gesproken kan worden. We moeten het waarschijnlijk zoeken in een zekere mate van beschutting tegen wind, waardoor de uitdroging van de bodem minder zal zijn.

Het is wel een zeer intrigerend verschijnsel. De vraag doet zich voor welke dichtheid (bijvoorbeeld kronenprojectie) de populieren moeten hebben om de gunstigste invloed uit te kunnen oefenen. Uit het verschil in procentuele derving tussen de plantafstand 5,5 m en 11 m blijkt wel dat de maatvoering nauw let. Bij 11 m blijft de beschaduwing weliswaar langer uit, maar de z.g. positieve derving is ook minder. Dit is een uitgangspunt voor eventueel vervolgonderzoek in het kader van het thema 'Pastoral Sylviculture'.

2e. Oost/west-effect op de procentuele opbrengstderving van gras

Bij het *plantverband van 5,5 m* treedt in de oost- en weststrook duidelijk eerder een groeiderving op dan in de middenstrook als gevolg van de beschaduwing door de populier. De procentuele derving is in de ooststrook nog groter dan in de weststrook. Dat verschil is kleiner bij de twee hogere stikstofgiften. Dit wordt geïllustreerd aan de hand van de volgende tabel waarin over 6 jaar de volgorde van derving (1 voor de strook met de hoogste derving, 2 voor degenen met de middelste derving en 3 voor de laagste derving) tussen de oost-, midden- en weststrook is gesommeerd.

5,5 m	N1	N2	N3	som
oost	7	10	8	25
midden	17	14	15	46
west	12	12	13	37
w/o-ratio	1,7	1,2	1,6	1,4

We zien dat de derving in de westrij ligt tussen die van de middenrij, die laag is, en die van de oostrij, die hoog is.

Bij het *plantverband van 11 m* treedt eenzelfde verschijnsel op. De derving in de ooststrook is groter dan in de weststrook. Het verschil in procentuele derving wordt evenwel geringer naarmate de N-gift hoger is. Het verschil tussen de twee randstroken en de middenstrook verdwijnt bij de hoogste N-giften.

11 m	N1	N2	N3	som
oost	7	10	12	29
midden	17	14	12	43
west	12	12	12	36
w/o-ratio	1,7	1,2	1,0	1,2

Ook hier zien we dat de derving in de westrij ligt tussen die van de middenrij en de oostrij.

De verklaring voor het verschil tussen de ooststrook en de weststrook is erin gelegen dat in feite de ooststrook de zuidoost-strook is en de weststrook de noordwest-strook is. Dit is een gevolg van de oriëntatie van het gehele grasproefveld. De zuidoost-strook ondervindt de meeste beschaduwing van de populieren aan de zuidoostkant, vooral als de zon in het zuiden en dus op zijn hoogst staat. De noordwest-strook ondervindt schaduw van de populieren aan het eind van de middag. De middenstrook ondervindt over de hele dag genomen de minste schaduw en dus ook de minste derving.

3e. Stikstof-effect op de procentuele opbrengstderving van gras.

Het stikstof-effect op de procentuele opbrengstderving komt op twee manieren tot uiting:

- in de negatieve opbrengstderving (meeropbrengst) in het derde jaar
- in de gevoeligheid voor beschaduwing door de populier.

ad a. Bij het plantverband van 5,5 m neemt de meeropbrengst in de middenstrook ten opzichte van de referentie met toenemende N-gift in het derde jaar (1991) af van + 31,1 % bij N1 naar 21,6 % bij N2 en naar 12,0 % bij N3. Bij het plantverband van 11 m is de afname van 17,5 % bij N1 naar 14,6 % bij N2 en naar 7,3 % bij N3.

ad b. Bij het plantverband van 5,5 m neemt de procentuele derving van de middenstrook in het zesde jaar toe van -5,0 % bij N1, naar -29,5 % bij N2 en naar -36,4 % bij N3. Bij het plantverband van 11 m is dat + 5,2 % meeropbrengst bij N1 t.o.v. de referentie, -13 % bij N2 en -16,7 % bij N3.

Het ziet er naar uit dat het dalende verloop van de meeropbrengst bij toenemende N-gift het gevolg is van de grotere gevoeligheid voor beschaduwing bij toenemende N-gift. In de oost- en weststrook is dit N-effect nog sterker. Bij toenemende beschaduwing is eerder een verzadigingspunt voor stikstof bereikt. Meer stikstof toedienen leidt dan niet meer tot extra opbrengsten.

4e. Plantafstand-effect op de procentuele opbrengstderving van gras

Het komt vooral tot uiting in het verschil in de procentuele derving van de middenstrook in jaar 6 (1994).

	5,5 m	11 m	verschil
N1	- 5,0 %	+ 5,2 %	10,3 %
N2	-29,5 %	-13,0 %	16,5 %
N3	-36,4 %	-16,7 %	19,7 %

We zien bij toenemende N-gift niet alleen de derving bij beide plantafstanden toenemen, maar ook het verschil tussen de plantverbanden wordt groter naarmate de N-gift groter is. In de randstroken is dat ook nog erger. Ook dit heeft waarschijnlijk te maken met het verzadigingsniveau voor stikstof. Dit treedt eerder op bij toenemende schaduwwerking door populieren (in deze proef: bij jaar 6) en bij een dichter plantverband (bij 5,5 m).

3.4 Groeiderving van populieren door landbouwgewassen

De resultaten voor de groeiderving van de populieren onder invloed van de verschillende landbouwgewassen worden in deze paragraaf weergegeven en besproken. De resultaten van de berekeningen zijn per meetveld en per opnamejaar vermeld in de tabellen 2 en 3 voor het akkerbouwgedeelte (kaart A) en in de tabellen 4 t/m 7 voor het gras-gedeelte (kaart B). Eveneens zijn de gemiddelden van de zich buiten de meetvelden bevindende bomen opgenomen. Voor het landbouwgedeelte zijn dat de vakken 19, 20 en 21, voor het grasgedeelte de vakken 34, 35, 36 en 37.

Alle tabellen bevatten de resultaten van de gemiddelde diameter (Dg) en de gemiddelde hoogte (Hg) per opname. Bovendien zijn de jaarlijkse lopende bijgroei (dDg en dHg) en de totale lopende bijgroei van zowel de gemiddelde diameter als van de gemiddelde hoogte vermeld (van 1e tot de 7e opname).

Als gevolg van de kleine afmetingen der bomen in de beginfase kon niet eerder dan vanaf de 5e opname het volume per meetveld/vak berekend worden. Deze volumes zijn uitgedrukt in dm³ vermeld in de tabellen met hoogteontwikkeling.

3.4.1 Groeiderving door suikerbiet en mais

Uit de tabellen 2 en 3 blijkt dat de gemiddelde diameter van de bomen bij de 7e opname in de vakken met mengteelt varieert van 15,0 cm tot 17,2 cm ('overall' gem. 15,9 cm) en de gemiddelde hoogte van 10,73 m tot 11,72 m ('overall' gem. 11,15 m).

In de vakken zonder mengteelt varieert Dg van 16,8 cm tot 17,7 cm ('overall' gem. 17,3 cm) en Hg van 11,40 m tot 12,05 m ('overall' gem. 11,64 m).

Uit tabel 2 en 3 blijkt ook dat de jaarlijkse lopende bijgroei van Dg en Hg in de meeste gevallen hoger ligt indien er mais tussen de populieren geteeld wordt (cursief en vet afgedrukt) dan bij mengteelt met suikerbieten.

De totale lopende bijgroei (1e tot 7e opname) van de gemiddelde diameter bedraagt 151 mm voor de vakken 1, 11 en 13 en 146 mm in de vakken 4, 8, en 17. Hierbij telt dus de dikte van jonge boom bij aanplant niet mee. Het totale ('overall') gemiddelde van de 6 genoemde vakken ligt op 148 mm. De totale lopende bijgroei van de gemiddelde hoogte bedraagt respectievelijk 950 cm en 967 cm (het 'overall' gemiddelde is 959 cm).

De verschillen in bijgroei (van diameter en hoogte) tussen de totalen van de vakken 1,11,13 en 4,8,17 zijn gering. Dit is ook wel verklaarbaar, omdat tijdens de 6 jaren dat mengteelt aangewend is zowel in de vakken 1,11,13 als in de vakken 4,8,17 er drie keer suikerbiet en drie keer mais geteeld is.



Foto 13: De populieren in het jaar van aanplant

De bovengenoemde 'overall' gemiddelden van de totale bijgroei sinds de aanplant verschillen echter duidelijk met die van de andere 6 vakken (nr's 2,5,7,10,14 en 16) waarin geen mengteelt heeft plaats gevonden:

	dDg (1 tot 7)	dHg (1 tot 7)
met mais/biet	148	959
zonder mais/biet	163	1010

In tabel 3 is vanaf de 5e opname ook het geschatte volume per ha vermeld. Op 7-jarige leeftijd bedraagt het volume in de vakken met en zonder mengteelt respectievelijk 19 m³/ha en ruim 23 m³/ha.

Door populieren te telen in combinatie met mais/suikerbiet vindt er derhalve een volumieke opbrengstderving plaats van 18%.



Foto 14: De populieren op zevenjarige leeftijd in het laatste jaar van de proef

Tabel 2: Diameterontwikkeling in het gedeelte met landbouwgewassen.

Plantverband 4,50 x 11 m (N = 202/ha)

Bomen in meetvelden met mais en suikerbiet:

	Gemiddelde diameter (D_g in mm)							Bijgroei diameter							Tot.	
voorjaar	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	(d D_g in mm)							d D_g	
opname	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	1--	2--	3--	4--	5--	6--	7	1tot7	
BLOK vak n																
I	1	4	11	24	55	80	111	148	172	13	31	25	32	37	24 ^{*)}	161
II	11	4	11	20	45	69	92	129	151	9	25	24	23	37	22	140
III	13	4	11	19	47	74	98	136	161	8	28	26	25	38	24	150
gem.	12	11	21	49	74	101	138	162		10	28	25	27	37	23	151
I	4	4	10	18	49	69	100	139	163	8	31	20	31	39	24	153
II	8	4	10	17	46	67	88	124	150	7	29	21	21	36	26	140
III	17	4	12	22	49	74	100	135	158	10	27	25	27	35	22	146
gem.	12	11	19	48	70	96	133	157		8	29	22	26	36	24	146
gem. lb.	24	11	20	49	72	99	136	159		9	29	23	26	37	24	148
gewas																

^{*)} *Cursief en vet* heeft betrekking op de bijgroei in combinatie *met mais*; niet cursief en niet vet op de bijgroei in combinatie met suikerbiet.

Bomen in meetvelden zonder mais en suikerbiet (= braak)

I	2	4	9	21	58	74	110	148	170	12	37	16	36	38	22	162
	5	4	11	24	59	80	114	152	175	13	36	21	34	38	23	164
II	7	4	13	22	55	77	113	152	177	9	33	23	36	39	24	164
	10	4	10	20	52	72	104	144	168	10	32	20	32	40	24	158
III	14	4	9	20	51	80	117	154	176	11	31	29	37	37	22	167
	16	4	10	16	43	64	110	148	171	6	27	21	46	39	23	161
gem.	24	10	20	53	75	112	150	173		10	33	22	37	38	23	163

Bomen buiten de meetvelden in het landbouw-gedeelte:

I	19*	44	11	20	53	74	107	145	170	9	33	22	33	38	24	159
II	20*	34	11	19	52	74	102	141	166	8	33	22	28	39	25	155
III	21*	44	10	19	47	72	102	140	162	9	28	25	30	37	22	152
gem.	122	10	19	51	73	104	142	166		9	31	23	30	38	24	155

* De bomen buiten de meetvelden in de blokken I, II en III zijn respectievelijk als vak 19, 20 en 21 genummerd !

Totaal gemiddelde van alle bomen in het landbouwgedeelte:

170 10 20 51 73 104 142 166 9 31 23 31 38 24 155

Tabel 3: Hoogte ontwikkeling en volume in het gedeelte met landbouwgewassen.

Plantverband 4,50 x 11 m (N = 202/ha)

Hoogte Bomen in meetvelden met mais en suikerbiet:

		Gemiddelde hoogte (H _g in cm)							Bijgroei hoogte							Tot.	Volume			
voorjaar		'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	(dH _g in cm)								dH _g	dm ³ /ha		
opname		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	1---2-----3-----4-----5---6-----7	1--7	(5)	(6)	(7)							
BLOK vak n																				
I	1 4	155	310	450	608	778	993	1172	155	140	158	170	215	180 ^{*)}	1017	6704	14690	23087		
II	11 4	150	293	430	580	682	898	1073	143	138	150	102	215	175	923	4142	10280	16589		
III	13 4	170	283	432	603	713	915	1080	113	150	170	110	202	165	910	4872	11536	18740		
gem.	12	158	295	438	597	724	935	1108	137	143	159	127	211	173	950	5229	12127	19492		
I	4 4	145	270	465	572	733	943	1135	125	195	107	160	210	193	990	5208	12401	20240		
II	8 4	150	280	467	578	688	873	1095	130	187	110	110	185	223	945	3863	9284	16765		
III	17 4	165	277	453	613	735	945	1132	112	175	160	122	210	187	968	5224	11798	19087		
gem.	12	153	276	462	588	718	920	1121	122	186	126	131	202	201	967	4732	11151	18669		
gem.lb. 24		156	285	450	592	721	928	1115	130	164	142	129	206	187	959	5023	11717	18983		
gewas																				

gewas

^{*)} *Cursief* en *vet* heeft betrekking op de bijgroei in combinatie *met mais* niet *cursief* en niet *vet* op de bijgroei in combinatie met suikerbiet.

Hoogte Bomen in meetvelden zonder mais en suikerbiet: (braak)

I	2	4	140	290	483	580	738	945	1147	150	193	97	158	207	202	1007	6223	13907	22076
	5	4	155	288	482	585	755	970	1178	133	194	103	170	215	208	1023	6802	15013	23947
II	7	4	185	280	455	597	785	993	1205	95	175	142	188	208	212	1020	6991	15408	25059
	10	4	150	290	455	585	723	948	1140	140	165	130	138	225	192	990	5502	13288	21468
III	14	4	148	288	445	592	768	990	1148	140	157	147	175	222	158	1000	7262	15719	23512
	16	4	145	248	410	563	750	977	1167	103	162	153	188	227	190	1022	6335	14428	22739
gem.	24	154	280	455	584	753	970	1164	126	175	129	169	217	194	1010	6571	14662	23151	

Bomen buiten de meetvelden in het landbouw-gedeelte:

I	19*	44	155	284	452	572	730	928	1119	129	168	120	158	196	193	964	5851	13109	21481
II	20*	34	159	283	451	573	705	902	1095	124	168	122	132	197	193	936	5168	12112	20097
III	21*	44	152	272	440	591	727	933	1112	120	168	151	136	206	180	960	5347	12414	19570
gem.	122	155	279	447	579	722	922	1110	124	168	132	143	200	188	955	5494	12567	20402	

* De bomen buiten de meetvelden in de blokken I, II en III zijn respectievelijk als vak 19, 20 en 21 genummerd !

Totaal gemiddelde van alle bomen in het landbouwgedeelte:

170 155 280 449 582 726 929 1118 125 168 133 144 203 189 963 5527 12673 20565

Ter illustratie zijn zowel de diameter- als de hoogte-ontwikkeling per behandeling grafisch weergegeven in afbeeldingen 1 en 2 in bijlage 5. Hoewel de overige op het terrein geplante bomen niet bij de beoordeling van de proef meedoen, zijn ze wel gemeten v.w.b diameter en hoogte. De resultaten zijn, ter vergelijking, eveneens in de tabellen vermeld.

3.4.2 Groeiderving door gras

A. Plantverband 4,50 m x 11 m.

De resultaten hiervan zijn, op dezelfde wijze als voor het landbouwgedeelte, vermeld in de tabellen 4 en 5. Zoals vermeld omvatten de behandelingen de hoeveelheden stikstof die per jaar als bemesting worden toegediend.

Uit tabel 4 blijkt dat vanaf het begin de diametergroei van de bomen het sterkst reageren op de N-2 en N-3 giften. In het 7e jaar bedraagt de gemiddelde diameter van de bomen bij de N-1 en N-0 giften 128 mm en bij de N-2 en N-3 giften rond de 134 mm. De totale bijgroei van de gemiddelde diameter van de 1e tot 7e opname is ook groter bij de N-2 en N-3 giften (ca. 124 mm) dan bij de N-0 en N-1 giften (119 mm).

Bij de hoogtegroe (tabel 5) zijn de onderlinge verschillen tussen de behandelingen iets minder duidelijk. In de vakken met N-2 en N-3 giften bedraagt de gemiddelde hoogte bij de 7e opname 10,82 m c.q. 10,73 m en met N-0 en N-1 giften ca 10,68 m.

Uit deze tabel blijkt dat het spilvolume per ha bij de N-2 en N-3 giften met respectievelijk 13,7 m³ en 13,2 m³ per ha iets hoger zijn dan bij de N-0 en N-1 giften (resp. 12,2 m³ en 12,3 m³/ha). De diameter- en hoogte-ontwikkeling zijn grafisch weergegeven in afbeeldingen 3 en 4 in bijlage 5.

B. Plantverband 4,50 m x 5,50 m.

In dit gedeelte zijn dezelfde N-giften gegeven als in het wijde plantverband. Door het grotere aantal bomen in dit nauwere plantverband en de daarmee gepaard gaande grotere competitiedruk tussen de bomen zijn de resultaten van de gemiddelde diameter en hoogte (zie de tabellen 6 en 7) lager dan die in het wijde plantverband.

De gemiddelde diameter bij de N-0 en N-1 giften zijn op 7-jarige leeftijd respectievelijk 122 mm en 118 mm tegenover 127 mm en 130 mm bij de N-2 en N-3 giften.

Ook de totale bijgroei van de 1e tot 7e opname ligt met ca 118 mm wat hoger dan die bij de N-0 en N-1 giften met ca 110 mm. Uit tabel 7 blijkt dat op 7-jarige leeftijd de grootste hoogte bereikt is in de vakken met een N-2 gift nl. 10,61 m. Dan volgt de N-3 gift met 10,40 m en vervolgens de N-0 en N-1 giften met ca 10,30 m.

Hetzelfde geldt voor de over de gehele periode berekende bijgroei van de hoogte:

bij de N-2 gift met 9,01 m, N-3 gift met 8,87 m en N-0/N-1 giften met ca 8,79 m.

De diameter- en de hoogte-ontwikkeling zijn grafisch weergegeven in afbeeldingen 5 en 6 in bijlage 5.

De totale produktie (uitgedrukt in m³/ha) bedraagt bij de N-2/N-3 giften ruim 24 m³/ha en bij de N-0/N-1 giften resp. 21,7 m³/ha en 20,3 m³/ha. Dat deze hoger ligt dan in het wijde plantverband wordt veroorzaakt door het dubbele aantal bomen dat hier geplant is.

**Tabel 4: Diameter ontwikkeling in het gedeelte met gras bij plantverband 4,50 x 11 m
(N = 202/ha)**

Bomen *in meetvelden*:

	<u>Gemiddelde diameter (D_g in mm)</u>								<u>Bijgroei diameter</u>							<u>Tot.</u>
voorjaar	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95		(dD_g in mm)							dD_g
opname	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)		1---2	---3	---4	---5	---6	---7		1 tot 7
BLOK vak n																
<u>N1-gift</u>																
I	22	4	11	16	42	58	79	110	132	5	26	17	21	31	22	121
II	27	4	10	14	40	56	78	113	133	4	26	16	22	35	20	123
III	33	4	6	10	34	48	68	99	119	4	24	14	20	32	20	113
gem. N1	12	9	13	39	54	75	108	128		4	25	16	21	32	21	119
<u>N2-gift</u>																
I	23	4	9	16	43	62	86	122	144	7	27	18	24	36	22	135
II	28	4	10	14	39	53	74	108	126	4	25	14	21	33	19	116
III	30	4	10	18	43	57	77	112	134	8	26	14	20	35	22	124
gem. N2	12	10	16	42	58	79	114	135		6	26	16	22	35	21	125
<u>N3-gift</u>																
I	25	4	10	15	42	58	82	115	134	5	27	16	24	33	19	124
II	29	4	11	17	41	57	77	112	131	6	25	16	20	35	18	120
III	32	4	7	12	38	51	74	111	134	5	26	13	23	37	23	127
gem. N3	12	9	15	40	56	78	113	133		5	25	15	22	35	20	124
<u>N0-gift</u>																
I	24	4	8	14	41	56	78	109	129	5	27	16	22	31	20	121
II	26	4	11	14	35	48	69	102	122	3	21	13	20	33	20	111
III	31	4	7	11	38	52	77	112	132	4	27	14	25	35	20	125
gem. N0	12	9	13	38	52	75	108	128		4	25	15	22	33	20	119

Bomen *buiten de meetvelden* in dit gras-gedeelte:

vak: 36 56 10 16 40 54 76 110 130 6 24 15 22 34 20 120

Totaal gemiddelde van alle bomen in dit gras-gedeelte: (4,50 x 11 m)

104 10 15 40 55 77 110 130 5 25 15 22 34 20 121

**Tabel 5: Hoogte-ontwikkeling en volume in het gedeelte met gras bij plantverband
4,50 x 11 m (N = 202/ha)**

Bomen in meetvelden:

	Gemiddelde hoogte (H _g in cm)							Bijgroei hoogte							Tot.	Volume			
voorjaar	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	(dH _g in cm)							dH _g	dm ³ /ha			
opname	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	1	2	3	4	5	6	7	1tot7	(5)	(6)	(7)	
Blok vak n																			
<u>N1-gift</u>																			
I	22	4	160	258	430	543	665	868	1055	98	173	113	122	203	188	895	3068	7446	12801
II	27	4	150	248	440	545	680	905	1093	98	192	105	135	225	187	943	3073	8182	13493
III	33	4	130	223	400	508	660	860	1067	93	177	108	152	200	207	937	2326	6104	10769
gem. N1	12	147	242	423	532	668	878	1072		96	181	108	137	209	194	925	2809	7297	12331
<u>N2-gift</u>																			
I	23	4	145	263	438	565	703	893	1075	117	175	127	138	190	183	930	3797	9246	15270
II	28	4	165	235	400	505	650	865	1050	70	165	105	145	215	185	885	2661	7178	11717
III	30	4	158	265	457	580	700	925	1120	108	192	123	120	225	195	963	3101	8250	14049
gem. N2	12	156	254	432	550	684	894	1082		98	178	118	134	210	187	926	3165	8200	13703
<u>N3-gift</u>																			
I	25	4	148	250	425	538	690	883	1065	102	175	113	153	193	182	917	3416	8216	13288
II	29	4	165	255	410	525	675	880	1065	90	155	115	150	205	185	900	2979	7807	12760
III	32	4	127	222	403	505	670	890	1090	95	180	103	165	220	200	963	2752	7779	13633
gem. N3	12	147	242	413	523	678	884	1073		96	170	110	156	206	189	927	3063	7972	13220
<u>N0-</u>																			
I	24	4	135	253	422	535	670	888	1068	118	170	113	135	218	180	933	3023	7512	12453
II	26	4	167	242	413	505	638	855	1030	75	170	93	133	217	175	863	2300	6397	10827
III	31	4	133	230	430	545	685	907	1097	97	200	115	140	222	190	965	3028	8072	13366
gem. N0	12	145	242	422	528	664	883	1065		97	180	107	136	219	182	920	2791	7343	12242

Bomen buiten de meetvelden in dit gras-gedeelte:

vak: 36 56 152 248 416 527 678 883 1063 96 168 111 151 205 180 911 2924 7588 12560

Totaal gemiddelde van alle bomen in dit gras-gedeelte: (4.50 x 11.00 m)

104 151 247 419 530 676 884 1068 96 172 111 146 208 184 917 2984 7597 12626

**Tabel 6: Diameter ontwikkeling in het gedeelte met gras bij plantverband 4,50 x 5,50 m
(N = 404/ha)**

Bomen *in meetvelden*:

	Gemiddelde diameter (D_g in mm)								Bijgroei diameter							Tot.
voorjaar	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95		(dD _g in mm)							dD _g
opname	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)		1--2	3--4	5--6	7		1 tot 7		
Blok vak n																
<u>N1-gift</u>																
I	11	6	8	15	36	51	70	102	122	6	21	15	19	32	20	113
II	17	6	7	11	33	42	62	94	113	3	22	9	20	31	19	106
III	20	6	9	14	36	49	67	101	118	5	22	13	18	34	17	109
gem. N1	18	8	13	35	47	67	99	118		5	22	12	19	32	19	109
<u>N2-gift</u>																
I	13	6	10	17	41	57	75	109	127	7	25	15	18	34	18	117
II	15	6	11	18	41	57	77	111	129	7	23	16	21	33	18	118
III	19	6	10	15	41	53	73	107	125	5	26	12	20	34	18	115
gem. N2	18	10	17	41	56	75	109	127		6	25	14	19	34	18	117
<u>N3-gift</u>																
I	12	6	11	17	39	56	73	109	127	6	22	17	17	35	18	117
II	14	6	10	16	39	56	76	113	133	6	23	17	20	38	20	124
III	21	6	10	14	37	53	73	109	128	4	24	15	20	36	20	119
gem. N3	18	10	16	39	55	74	110	130		6	23	16	19	36	19	120
<u>N0-</u>																
I	10	6	9	18	42	55	73	105	124	9	24	13	18	31	19	115
II	16	6	11	15	39	55	76	109	127	4	23	17	21	32	19	116
III	18	6	10	16	37	49	66	97	114	6	21	11	17	31	17	104
gem. N0	18	10	17	39	53	72	103	122		6	23	14	19	31	18	112
Bomen <u>buiten de meetvelden</u> in dit gras-gedeelte:																
vak: 35	123	10	17	38	52	70	103	122		6	22	13	19	33	18	111
<u>Totaal gemiddelde van alle bomen in dit gras-gedeelte: (4,50 x 5,50 m)</u>																
	195	10	16	38	52	71	104	123		6	22	14	19	33	18	113
Gemiddelde van alle bomen <u>in overhoek</u> (op 5,50 x 11 m geplant; N = 165/ha):																
vak: 34	60	12	20	44	61	86	124	144		8	24	17	25	38	20	132
Gemiddelde van alle bomen <u>in randrij</u> (op 4,5 m geplant):																
vak: 37	30	11	16	36	48	66	100	119		4	20	12	19	33	19	108
<u>Totaal gemiddelde van alle bomen in het gras-gedeelte (over het gehele terrein)</u>																
	389	10	16	39	54	75	109	128		6	23	14	21	34	19	118

**Tabel 7: Hoogte-ontwikkeling en volume in het gedeelte met gras bij plantverband
4,50 x 5,50 m (N = 404/ha)**

Bomen *in meetvelden*:

		Gemiddelde hoogte (H _g in cm)								Bijgroei hoogte								Tot.		Volume		
voorjaar		'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95		(dH _g in cm)							dH _g	dm ³ /ha				
opname		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)		1	2	3	4	5	6	7	1	(5)	(6)	(7)		
Blok	vak n																					
<u>N1-gift</u>																						
I	11 6	143	250	408	523	628	842	1017		107	158	115	105	213	175	873	4638	12580	21352			
II	17 6	145	220	383	490	610	835	1018		75	163	107	120	225	183	873	3615	10770	18638			
III	20 6	150	232	400	508	647	870	1045		82	168	108	138	223	175	895	4433	12815	20730			
gem. N1	18	146	234	397	507	628	849	1027		88	163	110	121	221	178	881	4289	12035	20335			
<u>N2-gift</u>																						
I	13 6	155	255	408	535	645	857	1028		100	153	127	110	212	172	873	5405	14445	23218			
II	15 6	165	265	427	555	673	893	1075		100	162	128	118	220	182	910	5938	15617	25086			
III	19 6	158	252	427	550	670	885	1078		93	175	123	120	215	193	920	5371	14480	23785			
gem. N2	18	159	257	421	547	663	878	1061		98	163	126	116	216	182	901	5572	14837	24043			
<u>N3-gift</u>																						
I	12 6	155	262	417	530	643	853	997		107	155	113	113	210	143	842	5132	14370	22444			
II	14 6	155	242	410	552	680	888	1068		87	168	142	128	208	180	913	5868	16024	26303			
III	21 6	148	242	402	528	655	870	1055		93	160	127	127	215	185	907	5238	14687	24230			
gem. N3	18	153	248	409	537	659	871	1040		95	161	127	123	211	169	887	5404	14948	24520			
<u>N0-</u>																						
I	10 6	150	262	412	532	638	843	1017		112	150	120	107	205	173	867	5088	13266	21983			
II	16 6	162	257	430	550	670	887	1070		95	173	120	120	217	183	908	5772	15005	24269			
III	18 6	157	245	402	508	622	810	1013		88	157	107	113	188	203	857	4131	11016	18831			
gem. N0	18	156	254	414	530	643	847	1033		98	160	116	113	203	187	877	5007	12885	21724			

Bomen *buiten de meetvelden* in dit gras-gedeelte:

vak: 35 123 156 251 404 516 634 842 1018 95 153 112 118 208 176 862 4687 12801 21376

Totaal gemiddelde van alle bomen in dit gras-gedeelte: (4,50 x 5,50 m)

195 155 250 406 521 639 849 1026 95 156 115 118 210 177 871 4850 13144 21879

Gemiddelde van alle bomen *in overhoek* (op 5,50 x 11 m geplant; N = 165/ha):

vak: 34 60 180 271 433 547 690 879 1055 92 162 114 143 188 177 876 3038 7641 12217

Gemiddelde van alle bomen *in randrij* (op 4,5 m geplant):

vak: 37 30 165 247 410 514 648 839 927 82 163 104 134 191 181 855 - - -

Totaal gemiddelde van alle bomen in het gras-gedeelte:

(over het gehele terrein)

389 158 252 414 527 658 862 1041 94 162 113 131 205 179 883 - - -

Vergelijking groeiderving populier door mais/biet en door gras

Worden de behandelingen buiten beschouwing gelaten dan blijken de gemiddelde Dg en Hg van alle bomen in het landbouwgedeelte hoger te zijn dan die in de beide grasgedeelten. In afbeelding 7 in bijlage 5 is deze diameter- en hoogte-ontwikkeling grafisch weergegeven. De gemiddelde diameter van het landbouwgedeelte komt met 16,6 cm (MB-D 4,5 x 11) ver boven die van de beide grasgedeelten uit met 12,2 en 13,0 cm (respectievelijk voor GR-D 4,5 x 11 en 4,5 x 5,5).

Ook de gemiddelde hoogte van het landbouwgedeelte (MB-H 4,5 x 11) is met 11,18 m het beste resultaat. Het verschil met de beide grasgedeelten is minder spectaculair; 10,68 m en 10,26 m (GR-H 4,5 x 11 en 4,5 x 5,5).

3.4.3 Groeivoorspellingen

Met behulp van het programma PEPPEL (Faber 1990) is getracht het verdere verloop van de groei der bomen in het landbouwgedeelte te voorspellen. Daarbij moet opgemerkt worden dat het gebruik van 'PEPPEL' gebaseerd is op groeivoorspellingen voor populier in monocultures en niet in combinatie met andere gewassen. Zoals vermeld heeft gedurende zes jaren mengteelt plaats gevonden en wordt vanaf het zevende jaar geen mengteelt meer toegepast. Ook moet vermeld worden dat door het afwijkende plantverband de groeivoorspelling minder nauwkeurig zal zijn. Qua aantal bomen per ha komt dit plantverband overeen met een meer in de praktijk voorkomend plantverband van 7 x 7 m. Al deze uitgangspunten zullen naar verwachting van invloed zijn op de voorspelling van de groei der bomen in de toekomst. Teneinde de voor deze proef op 4-, 5-, 6- en 7-jarige leeftijd berekende gemiddelde diameter en hoogte in overeenstemming te brengen met de volgens "PEPPEL" geschatte waarden, moest een voor Nederland niet realistische S-waarde van 51 worden opgegeven voor het landbouwgedeelte met mengteelt en zelfs 53 zonder mengteelt.

Voor de grasgedeelten (wijd en nauw plantverband) zijn S-waarden ingevoerd van respectievelijk 44 en 45.

Op 15-jarige leeftijd zijn de resultaten van de berekening met "PEPPEL" als volgt:

	Plantverb. (m x m)	Aantal (ha)	Dg (cm)	Hg (m)	Volume (m ³ /ha)	in %
Alleen populier	4,5 x 11	202	39,7	27,20	262	100
Gedeelte met gewassen	4,5 x 11	202	38,4	26,20	236	90
Gedeelte met gras	4,5 x 11	202	33,4	22,60	157	60
Gedeelte met gras	4,5 x 5,5	404	27,8	23,10	232	89

Op basis van deze geschatte uitkomsten blijkt dat het telen van populier zonder menging op 15-jarige leeftijd een totale productie oplevert van 262 m³ per ha. Indien er gedurende 6 jaren mengteelt met landbouwgewassen wordt uitgevoerd, dan ligt de totale productie 10 % lager (236 m³/ha). Menging met gras geeft 40 % minder spilvolume (157 m³/ha). In het nauwe plantverband van 4,5 x 5,5 m wordt, als gevolg van het dubbele aantal bomen, evenveel geproduceerd als in het akkerbouwgedeelte met menging.

Samenvattend blijkt uit de resultaten dat 6 jaar na de aanplant van 1-jarig bewortelde populier (plantverband 4,5 x 11 m) er in het totaal ruim 23 m³ hout per ha geproduceerd is indien er

geen menging met mais of suikerbiet wordt toegepast. Wordt dat wel gedaan, dan bedraagt de produktie 19 m³/ha. Concurrentie door deze landbouwgewassen resulteert in een opbrengstderving van 18 %.

Worden de populieren met eenzelfde plantverband en een plantspiegelstrook geteeld in gras, dan bedraagt de opbrengstderving t.o.v. populier zonder menging (zwart gehouden grond) gemiddeld 44 %. Dit is vooral het gevolg van de concurrentie die de bomen ondervinden van het gras. Het gras groeit immers nagenoeg het hele jaar door en onttrekt veel vocht en voedingsstoffen uit de bovengrond die niet ten goede van de bomen kunnen komen. De derving is het minste (41 %) indien het gras bemest wordt met 300 kg stikstof (KAS) per ha. Indien de populieren in een plantverband van 4,5 x 5,5 m in het gras geplant worden, dan bedraagt de volumederving gemiddeld slechts 2 %. Bij een bemesting van 400 kg stikstof (KAS) per ha is de houtproduktie zelfs hoger (+ 6 %) dan in het zwart gehouden landbouwgedeelte met een plantverband van 4,5 x 11 m.

Deze hogere produktie is echter het gevolg van het dubbele aantal populieren dat in dit grasgedeelte geplant is.

Overzicht:	plant- verband	produktie in m ³ /ha.	derving in %
pop. zonder menging	4,5x11	23,2	0
pop. met mais/suikerbiet	4,5x11	19,0	- 18 %
pop. met gras (gem.)	4,5x11	12,9	- 44 %
pop. met gras + N-2	4,5x11	13,7	- 41 %
pop. met gras (gem.)	4,5x 5,5	22,7	- 2 %
pop. met gras + N-3	4,5x 5,5	24,5	+ 6 %

3.4.4 Bladmonsters en bescherming tegen wildschade

Op 31 augustus 1992 is per meetveld een bladmonster van de populieren verzameld.

Na analyse zijn de resultaten beschreven door J. van den Burg. Het blad is geanalyseerd voor de totale gehalten van de elementen stikstof, fosfor, kalium, calcium, magnesium en koper.

Bij de beoordeling is uitgegaan van

de gemiddelde bladsamenstelling (gehalten van de droge stof) per behandeling. De criteria zijn ontleend aan 'Toepassing van de bladanalyse bij jonge loofhoutop-standen in Nederland' (1974).

In het akkerbouwgedeelte met biet en mais is de stikstofvoorziening optimaal. De ondergrens voor optimale stikstofvoorziening van 'Robusta'-populier bedraagt 28 g N/kg. De fosforvoorziening is op basis van het P-gehalte van het blad optimaal (2,0 g P/kg), op basis van de N:P-verhouding (100 : 6,7-7,0) voldoende. De K-voorziening is in menging met suikerbieten of mais optimaal, in het gedeelte zonder menging voldoende. De Ca- en Mg-voorziening zijn optimaal. Het Mg-gehalte is voor 'Robusta' op zandgronden tamelijk hoog, hetgeen zal zijn veroorzaakt door bekalking met Magkal. Het Cu-gehalte is van dezelfde orde van grootte als dat van 'Robusta' opstanden op zandgronden, maar het N/Cu-quotient (berekend uit (g N / kg) / mg Cu / kg) is in menging met suikerbieten of mais aan de hoge kant, een gevolg van de zeer goede stikstofvoorziening. Voor naaldhoutsoorten geldt dat in het traject N/Cu = 4,0 - 4,8 Cu-gebreksverschijnselen kunnen optreden. Zichtbare Cu-gebreksverschijnselen zijn overigens tijdens de bladmonsternamen niet waargenomen.

De bladsamenstelling van 'Robusta' in het gedeelte met gras weerspiegelt de invloed van de stikstofbemesting. Deze is in de veldjes met N-0 giften voldoende en neemt toe naar optimaal bij de N-2 giften. De voorziening met P, K, Ca en Mg is hier steeds optimaal. De N/Cu-verhouding is steeds lager dan 4,0 zodat de Cu-voorziening als voldoende te beschouwen is. Wel neemt het Cu-gehalte iets af bij een stijgende N-gift.

In onderstaand overzicht is de gemiddelde bladsamenstelling (elementgehalten en -verhoudingen) per behandeling weergegeven:

Bladsamenstelling:

Mengteelt:	Elementgehalten						Elementverhoudingen						
	g/kg			mg/kg			t.o.v. N				K/Ca K/Mg N/Cu		
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	N	P	K	Mg			
geen gewas	30,0	2,1	13,4	13,7	5,8	7,6	100	7,0	44,7	19,5	0,98	2,3	3,9
suikerbiet	30,8	2,1	17,6	11,7	4,3	6,6	100	6,7	57,1	14,2	1,50	4,1	4,6
mais	30,9	2,1	18,1	11,4	4,3	6,0	100	6,9	58,3	13,9	1,58	4,2	5,2
gift:													
gras N-0	25,6	2,9	17,0	9,7	3,6	8,9	100	11,4	66,2	14,0	1,75	5,5	2,9
N-1	27,0	3,1	16,9	9,9	3,5	8,4	100	11,4	62,6	12,8	1,70	5,7	3,2
N-2	28,4	2,8	16,4	10,0	3,4	7,8	100	9,8	57,9	12,1	1,64	4,8	3,7
N-3	28,7	2,6	16,1	10,0	3,5	7,4	100	9,2	56,0	12,2	1,60	4,6	3,9

Het beschermen van de populieren met gaaskokers tegen veegschade door reeën blijkt effectief geweest te zijn. Geen enkele van de 559 in het proefterrein geplante bomen bleek veegschade opgelopen te hebben.

Van de in reserve gehouden populieren zijn een 10-tal boompjes niet van gaaskokers voorzien. Bij de opname in het voorjaar van 1990 (één jaar na het planten) blijken deze boompjes allemaal 'geveegd' te zijn door reeën. Het jaar daarop zijn ze allen afgestorven. Om na te kunnen gaan of reeënschade daarna nog voorkomt aan de inmiddels in omvang toegenomen populieren, is in het najaar van 1990 in de 'overhoek' (vak 34, plantverband 5,5 x 11 m, 60 bomen) een aanvullende proef uitgevoerd.

Door het wild veroorzaakte veeg- en vreet-schade kan bestreden worden met Wöbra, een smeerbare pasta waaraan kleine kiezelsteentjes zijn toegevoegd. Teneinde het effect van dit middel in de praktijk te kunnen toetsen, werd, verspreid over het vak, van 37 populieren het gaas verwijderd. Hiervan zijn 22 bomen ingesmeerd (X) met deze pasta tot een hoogte van 1,30 m. De overige 16 bomen werden niet behandeld. Bij de resterende 23 bomen werd het gaas gehandhaafd. De gemiddelde diameter was op dat moment 4,4 cm. In het volgende overzicht zijn de toegepaste methoden per boom weergegeven.

+	X	-	+	X	-	+	X	-	+	X	-	+	X	-
+	-	X	+	-	X	+	-	X	+	-	X	+	-	X
+	X	-	+	X	-	+	X	-	+	X	-	+	X	-
+	X	+	X	+	X	+	X	+	X	+	X	+	X	+

+ = met gaas, - = zonder gaas, X = zonder gaas met Wöbra ingesmeerd

In het voorjaar van 1992 blijkt dat van de 22 met Wöbra ingesmeerde bomen er geen enkele veegschade vertoont. Van de 15 bomen, waarvan het gaas verwijderd is, blijken 5 bomen lichte veegschade te vertonen. Enerzijds mag hieruit geconcludeerd worden dat een behandeling met Wöbra wèl effect gehad heeft, anderzijds kan ook de toegenomen diameter van de bomen er toe bijgedragen hebben dat de bomen minder geveegd worden. Door het steviger worden van de bomen wordt het 'zwiep'-effect kleiner, hetgeen 'het vegen' minder aantrekkelijk maakt.

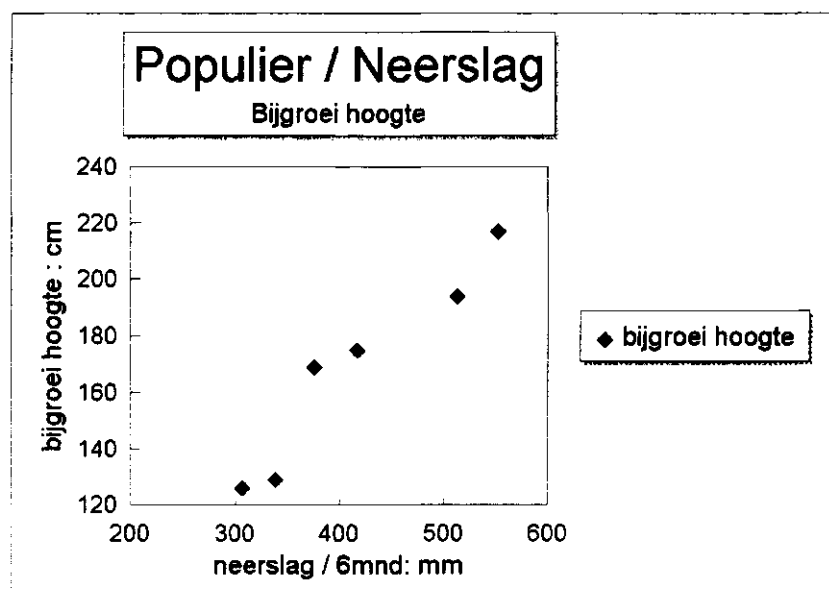
4 CORRELATIES TUSSEN GEWASOPBRENGST EN WEERSFACTOREN

Voor de jaarlijkse groei- en opbrengstresultaten van de populier, suikerbieten, snijmais en gras in monocultuur is nagegaan in welke mate deze gecorreleerd zijn met de gemiddelde neerslag, straling en temperatuur per jaar, gemeten over de maanden mei tot en met oktober. Het verloop van de neerslag, straling en temperatuur in de 6 jaar van de proef is weergegeven in tabel 1.

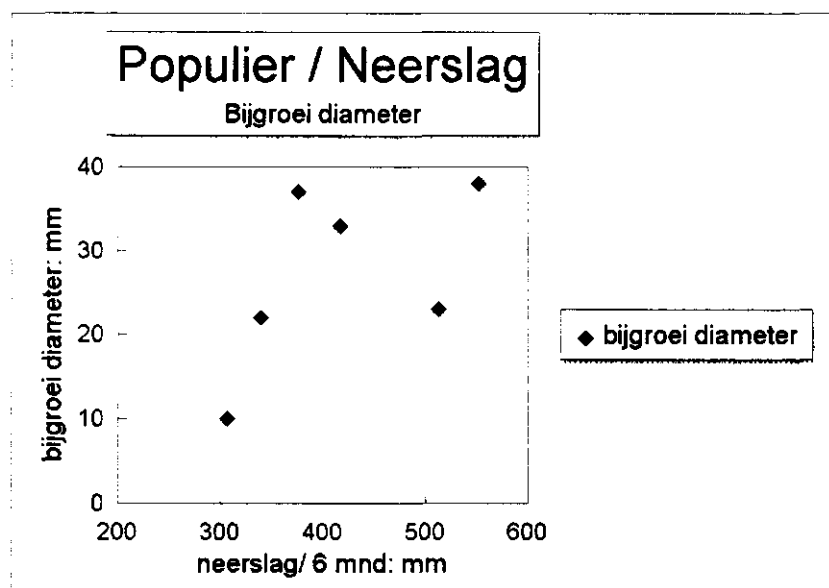
Populier

Van de populier blijkt de hoogtebijgroei sterk gecorreleerd te zijn met de neerslag in de 6 maanden van het groeiseizoen. De correlatiecoëfficiënt r^2 bedraagt 0,92. Figuur 33 laat het positieve verband zien. Ook de diameterbijgroei is gecorreleerd met de neerslag (figuur 34),

Figuur 33: Verband tussen de hoogtebijgroei van de populier en de neerslag



Figuur 34: Verband tussen de diameterbijgroei van de populier en de neerslag



maar veel zwakker dan de hoogtegroeï. De correlatiecoëfficiënt r^2 heeft hier een waarde van 0,31. De sterke verwantschap tussen de neerslag en de hoogtegroeï van de populier is een gevolg van de bodemsoort en de grondwatertrap. De populieren in dit profiel staan niet in contact met het grondwater. Zij moeten het in deze zandgrond hebben van de neerslag.

De diameterbijgroeï en de hoogtegroeï van de populieren lijken zwak negatief gecorreleerd te zijn met de temperatuur en de straling in het groeiseizoen. Dit negatieve verband is vermoedelijk een schijnrelatie, omdat in een jaar met veel neerslag de kans groot is dat er minder straling is en dat ook de temperatuur lager ligt.

De correlatiecoëfficiënt r^2 tussen neerslag en temperatuur is 0,21 en die tussen neerslag en straling 0,40. Het verband tussen de temperatuur en de straling is sterker: $r^2 = 0,71$.

Suikerbiet

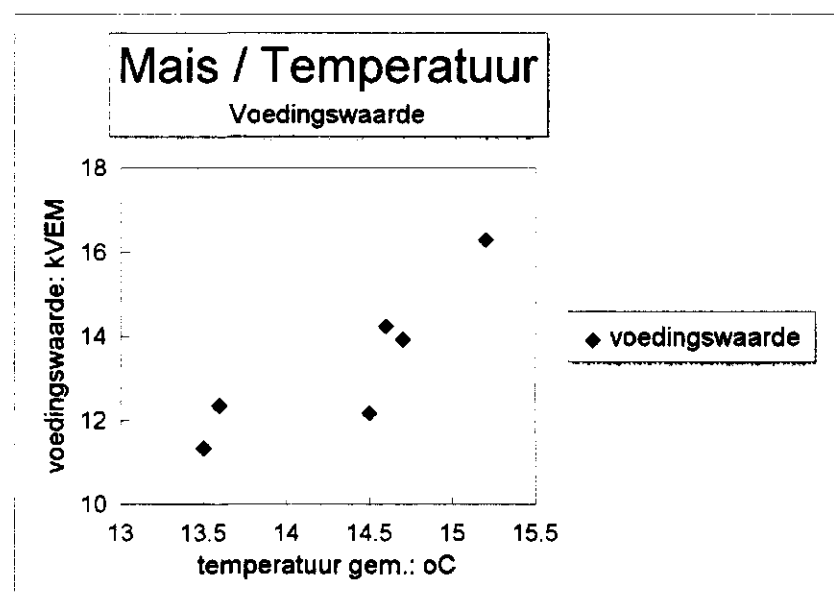
De hoogste correlatie met de weersfactoren bij de suikerbiet is het vrij zwakke positieve verband tussen het suikergehalte en de neerslag. Hiervoor heeft de correlatiecoëfficiënt r^2 een waarde van 0,26. Hierna volgt het nog zwakkere positieve verband tussen het droge stofgehalte en de hoeveelheid straling (correlatiecoëfficiënt $r^2 = 0,19$). De zwakke negatieve verbanden tussen het suikergehalte en de temperatuur ($r^2 = 0,18$) en tussen de droge stof en de neerslag ($r^2 = 0,17$) zijn gedeeltelijk schijnrelaties als gevolg van het negatieve verband tussen neerslag en straling, en neerslag en temperatuur.

Bij de totale suikeropbrengst is het verband met de weersomstandigheden in de loop van de jaren nog geringer.

Snijmais

Voor mais zijn de hoogste correlaties met de weersfactoren het vrij sterk positieve verband tussen de temperatuur en de droge stofopbrengst (correlatiecoëfficiënt $r^2 = 0,76$) en tussen de temperatuur en de voedingswaarde. ($r^2 = 0,75$). Figuur 35 laat het positieve verband tussen de temperatuur en de voedingswaarde zien.

Figuur 35: Verband tussen de voedingswaarde van snijmais en de temperatuur



Daarnaast is er ook een vrij sterk positief verband tussen de straling en de voedingswaarde ($r^2 = 0,61$) en de straling en de droge stofopbrengst ($r^2 = 0,49$). De voedingswaarde is dus meer gebaat bij straling dan de droge stofopbrengst.

Het tamelijk sterk negatieve verband tussen de neerslag en de voedingswaarde ($r^2 = 0,56$) en de droge stof opbrengst ($r^2 = 0,43$) is vermoedelijk wederom voor een belangrijk deel een schijnverband als gevolg van het negatieve verband tussen neerslag enerzijds en straling en temperatuur anderzijds.

Dit correlatiepatroon met de weersfactoren wijst erop dat de temperatuur in het algemeen belangrijk is voor de droge stofopbrengst en de voedingswaarde van mais, maar dat straling voor de voedingswaarde van groter belang is dan voor de droge stofopbrengst.

Gras

Voor alle weersfactoren neemt de correlatiecoëfficiënt toe met opklimmende stikstofregime:

	N1	N2	N3
positief verband tussen droge stofopbrengst en neerslag; $r^2 =$	0,001	0,03	0,11
negatief verband tussen droge stofopbrengst en straling; $r^2 =$	0,001	0,07	0,47
negatief verband tussen droge stofopbrengst en temperatuur; $r^2 =$	0,000	0,03	0,32
positief verband tussen voedingswaarde en neerslag; $r^2 =$	0,000	0,01	0,08
negatief verband tussen voedingswaarde en straling; $r^2 =$	0,003	0,08	0,35
negatief verband tussen voedingswaarde en temperatuur; $r^2 =$	0,001	0,03	0,33

De droge stofopbrengst en de voedingswaarde van gras blijken alleen op de weersfactoren te reageren als het stikstofbemestingsregime hoog is. De grasopbrengst wordt voor het hoogste stikstofbemestingsregime van jaarlijks 400 kg/ha het sterkst beïnvloed door de straling en daarna door de temperatuur. Voor de lagere stikstofregimes is de invloed van weersfactoren verwaarloosbaar. Hoe hoger de straling en de temperatuur bij het hoogste bemestingsregime hoe lager de droge stofopbrengst en de voedingswaarde. Er is dus sprake van een negatieve correlatie. De droge stofopbrengst is sterker gecorreleerd met de straling dan met de temperatuur. Op de voedingswaarde hebben straling en temperatuur ongeveer een even groot effect. Het sterkste verband is tussen droge stofopbrengst en straling. Hiervoor is een correlatiecoëfficiënt van 0,47 gevonden.

Opvallend is dat het verschil in correlatiecoëfficiënt tussen het stikstofbemestingsregime van 300 en 400 kg/ha zelfs zeer groot te noemen is.

De gevoeligheid van grasgroei voor hoge straling en temperatuur is van belang bij het interpreteren van de opbrengstderving van het gras onder de schaduw van de populier.

5 CONCLUSIES

Hieronder volgen de meest interessante nieuwe resultaten en conclusies uit dit rapport deel 2 en 3, die niet in deel 1 naar voren zijn gekomen.

Populier

De hoogtegroei van de populier in monocultuur is sterk positief gecorreleerd met de hoeveelheid neerslag in het groeiseizoen. Hiervoor is een correlatiecoëfficiënt van 0,92 gevonden. Het gevonden verband tussen diameterbijgroei en neerslag is veel geringer. De correlatiecoëfficiënt hiervoor bedraagt 0,31.

Suikerbiet

Voor de suikerbiet is geen sterke invloed van weersfactoren op de groei en opbrengst gevonden. De sterkste relatie is een positief verband tussen suikergehalte en neerslag. Hiervoor is een correlatiecoëfficiënt van 0,26 gevonden.

Snijmais

De groei en opbrengst van mais reageert sterk op temperatuur. Dit geldt zowel voor de droge stofopbrengst als de voedingswaarde. Voor beide positieve verbanden is een correlatiecoëfficiënt van ongeveer 0,75 gevonden.

Gras

De invloed van de weersfactoren op de grasgroei in monocultuur blijkt bij stikstofregimes van 200 en 300 kg/ha verwaarloosbaar te zijn. Bij een stikstofregime van 400 kg/ha is een negatief verband gevonden tussen grasopbrengst enerzijds en straling en temperatuur anderzijds. Het sterkste verband is tussen droge stofopbrengst en straling. Hiervoor is een correlatiecoëfficiënt van 0,47 gevonden.

Populieren zorgen in mengteelt met gras voor een verhoogde grasopbrengst op de percelen waar het gras groeit. Dit vindt plaats rond het derde jaar bij een hoogte van de bomen van ongeveer 5 m. De hoogste extra opbrengst lag ruim 30% hoger dan de grasopbrengst in monocultuur.

LITERATUUR

- Commissie Bosuitbreiding. 1993. Goede gronden voor nieuw bos: advies van de Commissie Bosuitbreiding. Den Haag. 40 p.
- Dik, E.J. 1990. De schatting van volumes en werkhoutlengten bij populier. "De Dorschkamp" Instituut voor Bosbouw en Groenbeheer. Rapportnr. 590.
- Edelenbosch, N.H. & E.J. Dik. 1995. Mengteelt van populieren met suikerbieten, snijmais en gras. Deel 1: Economische evaluatie van mengteelt van bomen met landbouwgewassen. IBN-rapport 181. Wageningen. 99 p.
- Faber, P.J. 1990. Handleiding en toelichting bij de empirische groeimodellen OPTAB - PEPPEL en RUIM - SIMU. Uitvoerig verslag Instituut voor bosbouw en groenbeheer "De Dorschkamp". Band 23 (1). Wageningen.
- Ministerie van Landbouw en Visserij. 1990. Structuurnota Landbouw; regeringsbeslissing. Den Haag. 174 p.
- Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. 1993. Bosbeleidsplan; regeringsbeslissing. Den Haag. 103 p.
- Ministeries van LNV en VROM. 1993. Structuurschema Groene Ruimte; deel 3 Kabinetsstandpunt. Den Haag. 229 p.
- Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid. 1992. Grond voor keuzen. Den Haag. 210 p.

Bijlage 1: Bewaarplaats mengteeltgegevens

De verzamelde gegevens en resultaten over mengteelt gedurende de tijd dat de proef heeft gelopen, zijn uitgebreider dan hetgeen opgenomen is in het eerder uitgebrachte rapport deel 1 en dit deel 2 en 3. Alle mengteeltdocumentatie wordt bewaard op het DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek op het afdelingsarchief van de afdeling Bedrijf en Bestuur. Verder berusten op het PAGV en het PR de originele meetgegevens en lab-analyse-resultaten voor bieten, mais en gras.

Het archief op de afdeling Bedrijf en Bestuur van het IBN-DLO bestaat uit:

1. Deelrapporten per jaar per gewas. Deze deelrapporten bevatten onder meer aanvullende gegevens op detailniveau, bijv. over opbrengsten per rij voor bieten en mais voor zover niet opgenomen in bijlage 6 van dit rapport en opbrengsten per snede voor gras.
2. Enkele rapporten over de dynamiek van de minerale stikstof in de bodem van het proefveld.
3. Gegevens en resultaten over mengteelt op floppy.
4. Kaarten van het proefveld.
5. Het rapport deel 2 en 3 met de driedimensionale figuren in kleur.

Bijlage 2: Literatuur over agroforestry, in het bijzonder over de invloed van bomen en beplantingen op landbouwgewassen

Met het oog op mogelijk vervolgonderzoek is op aanvraag van de opdrachtgever een korte literatuurlijst samengesteld. Bij de samenstelling van de lijst is gestreefd zoveel mogelijk werken op te nemen, waarin ingegaan wordt op de invloed van bomen en beplantingen op landbouwgewassen.

1. Bakker, A. 1960. Verslag van een onderzoek naar de invloed van populieren op grasland. Mededelingen Landbouwhogeschool. No 60-9. p.1-38.
Bakker, A. 1966. Populierenteelt in weidebouw. Populier. No 3-3. blz. 38-40.
2. Linde, R.J. van der. 1963. De invloed van beschutting op de opbrengsten van land- en tuinbouwgewassen in Nederland. Landbouwkundig Tijdschrift. No 75-18. p. 964-983.
Linde, R.J. van der. 1968. Beschuttingsonderzoek in de Wesermarsch; het werk van Bätjer, Ness en medewerkers. Kon. Ned. Heidemaatschappij. p. 306-319.
3. Roersch, J. 1966. Populier en landbouw 1; Resultaten van de tussenteelt. Populier. feb. 1966. p.17-19.
Roersch, J. 1967. Populier en landbouw (slot). Populier. p.14-15.
4. Sekawin, M.,M. Prevosto. 1973. Influenza delle lavorazioni e delle consociazioni sui risultati tecnici ed economici di un piopeto ubicato nel Piacentino. Cellulosa e carta. 24-8. p. 3-18.
5. Adams, S.N. 1975. Sheep and cattle grazing in forests: a review. Journal of applied ecology. nr 12. p.143-152.
6. Altena, H.J. 1978. De invloed van beplantingsstroken op de produktie van het aangrenzende grasland. Bedrijfsontwikkeling. No 9-9. p.751-753.
7. Willems, A.J.H. Grasteelt onder populieren. Populier. dec 1986. p. 59-61.
8. Beaton, A. 1987. Poplars and agroforestry. Quarterly Journal of Forestry. Oct. 1987. p. 225-233.
9. Sibbald, A.R. 1987. Silvopastoral systems: competition between grass and trees. Paper. 9 p.

Bijlage 3: Relatie tussen de hoogteligging van het keileem oppervlak en het voorkomen van natte plekken in het mengteeltproefveld Eesveen

Inleiding

Ten behoeve van de mengteeltproef is de bodem van het proefveld Eesveen in 1989 gekarteerd door Sandra Clerkx. De resultaten zijn vastgelegd in een kort verslag en een kaart. Bij het destijds uitgevoerde onderzoek is vooral gekeken naar de dikte en begindiepte van de in het gebied aanwezige keileem in verband met de invloed van keileem op de waterhuishouding. Dit heeft geresulteerd in een keileem dieptekaart, waarin voor het proefveld in drie klassen de begindiepte van de keileem is aangegeven: ondieper dan 80 cm -mv, tussen 80 en 120 cm -mv en dieper dan 120 cm -mv. In het onderzoek wordt de conclusie getrokken, dat naarmate de keileem hoger in het bodemprofiel voorkomt de kans op wateroverlast voor de populier in het proefveld toeneemt. In het proefveld bleek echter dat de natte plekken niet samenvallen met hoog in het bodemprofiel aanwezige keileem. Op verzoek van Eltjo Dik heb ik in het najaar van 1992 in het proefveld 1 dag aanvullend bodemkundig onderzoek verricht.

Werkwijze

Tijdens het veldbezoek zijn in en buiten het proefveld een aantal grondboringen uitgevoerd en is een terreindepressie met wateroverlast in kaart gebracht. De boringen in het proefveld verdichten het boringennetwerk van Sandra Clerkx. De boringen buiten het proefveld gaven informatie over de diepte en ligging van de keileem in de omgeving. Met behulp van de 1:10.000 hoogtepuntenkaart is voor het proefveld en de omgeving een hoogtelijnenkaart gemaakt (kaart 1). Door de hoogtelijnen met de gevens van keileemdikte in cm -mv te combineren is de ligging van het oppervlak van de keileem t.o.v. NAP geconstrueerd. (kaart 2 en figuur 1). Bij de beoordeling van het resultaat moet men in het achterhoofd houden dat informatie van veel verschillende schaalniveau's is gebruikt.

Resultaat

Het proefveld ligt op de helling van een stuwwal. Uit de hoogtelijnenkaart (kaart 1) blijkt dat het hoogteverschil tussen de noordoostzijde van het proefveld en de zuidwestzijde maximaal 2.5 m is. De helling gaat over in een dalvormige laagte die loopt in de richting van de Steenwijker Aa. Uit de afgeleide kaart (2) die de ligging van de top van de keileem weergeeft blijkt dat het keileemoppervlak ook helt van noordoost naar zuidwest en aan de zuidwestzijde van het proefveld een dal vormt. Dit dal in de keileem is dieper dan de dalvormige laagte die aan maaiveld zichtbaar is. Over de hellingen van de stuwwal vindt horizontale afstroming van het op de keileem stagnerende water plaats. Dit water verzamelt zich in het dal in de keileem. Bij geringe afvoer kan er lange tijd in deze laagte blijven staan en wateroverlast optreden. Ook in het zomerseizoen zou bij hevige neerslag kortstondig wateroverlast kunnen optreden. Op kaart 3 is de zône aangegeven waar op grond van bovenstaande verklaring wateroverlast op kan treden. De tijdens het veldbezoek gekarteerde 'natte plek' valt grotendeels samen met met deze zône.

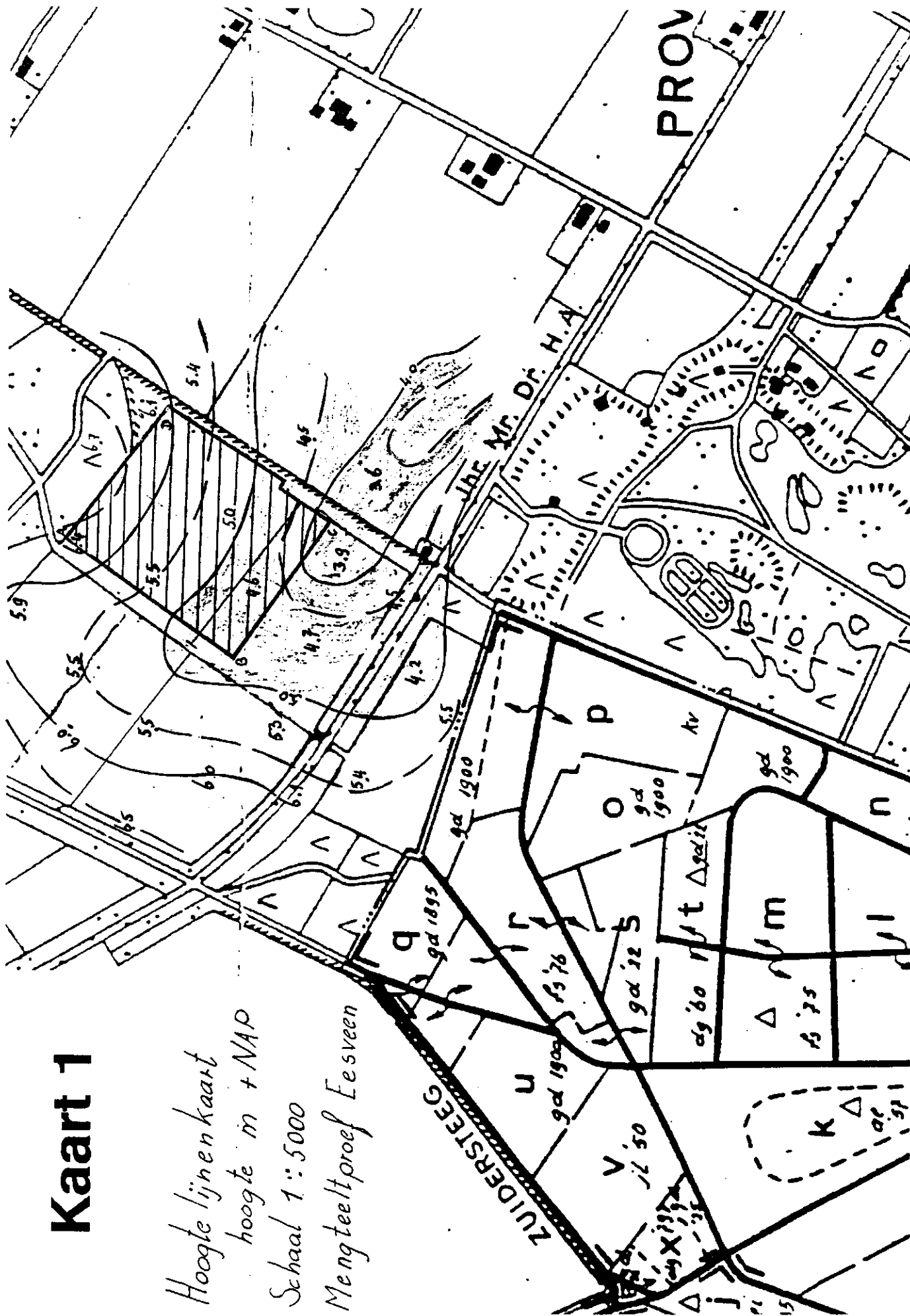
Conclusie

In het proefveld Eesveen treed op de helling, waar de keileem op 50 á 80 cm - mv ligt, geen wateroverlast op doordat het stagnerende water horizontaal wordt afgevoerd. Het water verzamelt zich in een laagte aan de zuidwestzijde van het proefveld; een dalvormige depressie in de keileem die aan maaiveld niet waarneembaar is. Hierdoor kan er in het deel van het proefveld waar de keileem relatief diep zit (130-180 cm -mv) wateroverlast optreden.

Het is tevens niet uitgesloten dat ook in de helling kleine depressies in de keileem aanwezig zijn waar stagnerend water zich verzamelt.

Kaart 1

Hoogte lijnen kaart
 hoogte m + NAP
 Schaal 1:5000
 Mengteeltproef Eesveen

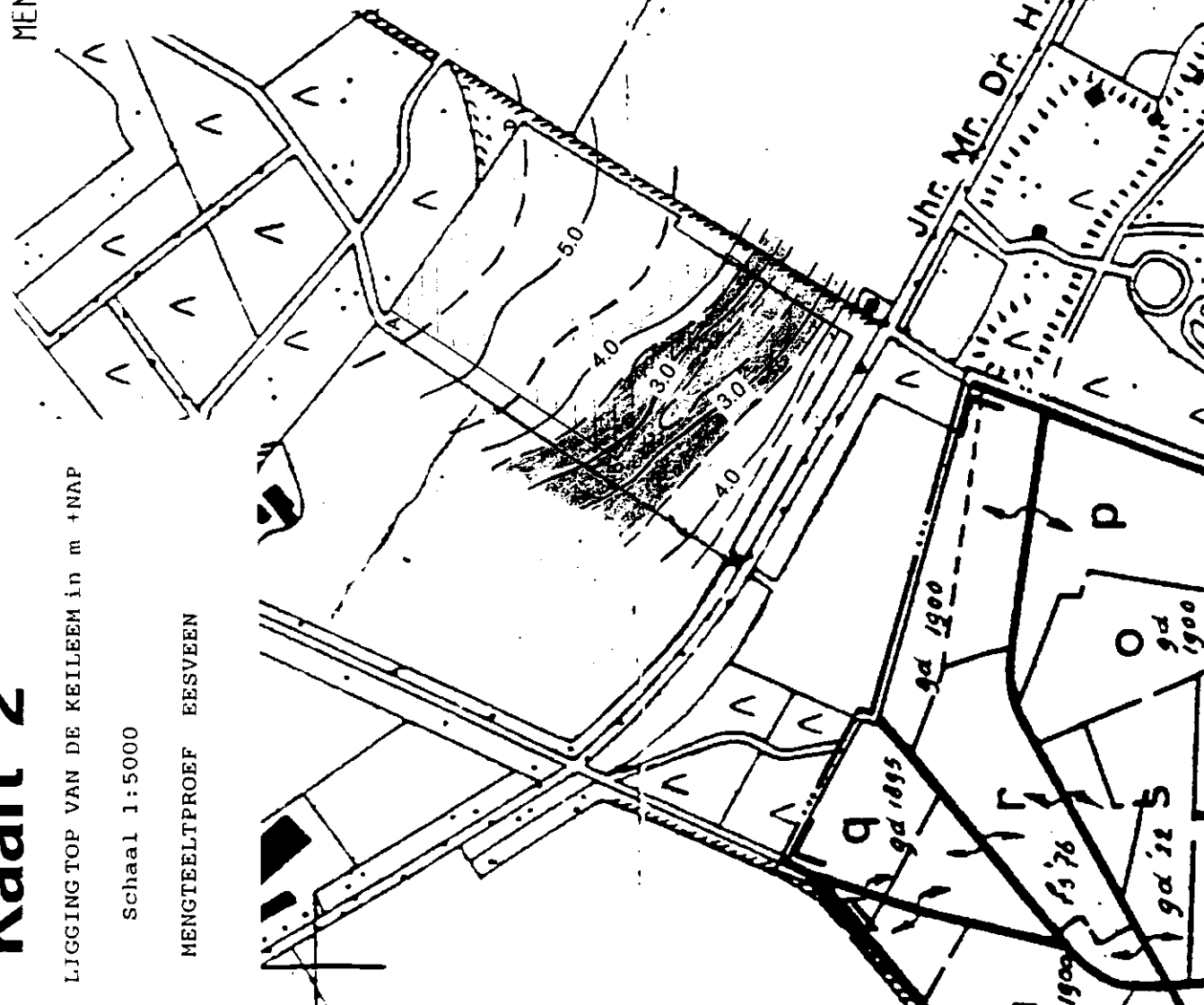


Kaart 2

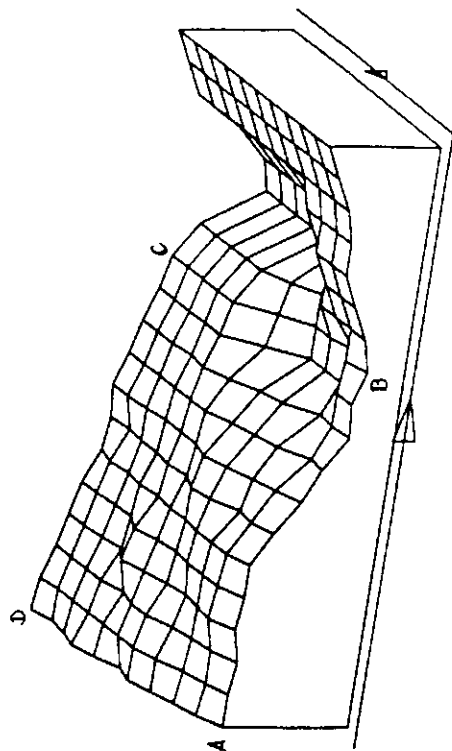
LIGGINGTOP VAN DE KEILEEM IN m +NAP

Schaal 1:5000

MENGTEELTPROEF EESVEEN



MENGTEELTPROEF EESVEEN; HOOGTELIJGING KEILEEM



Figuur 1

PROVINCIE OV

Kaart 3

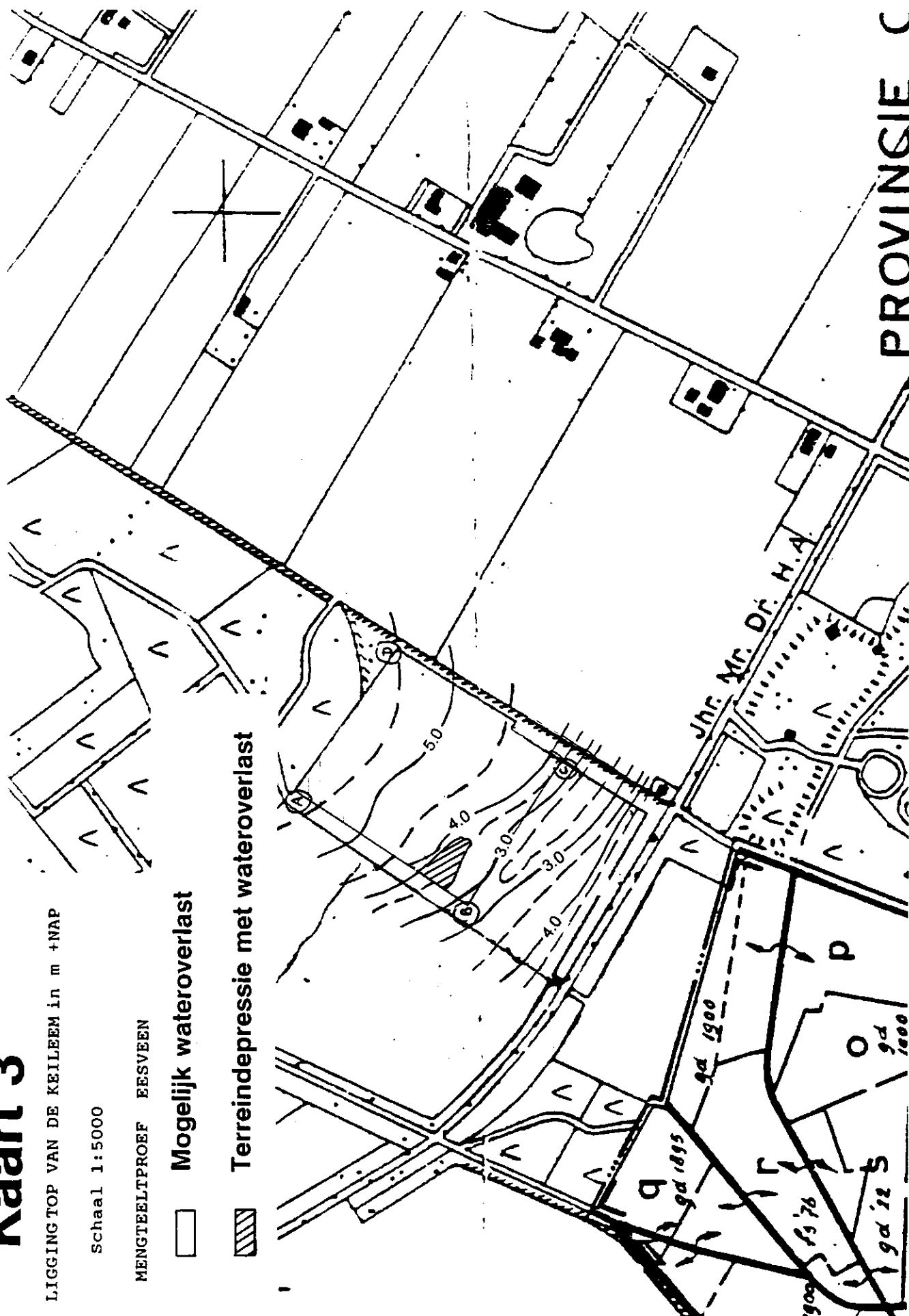
LIGGINGTOP VAN DE KEILEEM in m +NAP

Schaal 1:5000

MENGTEELTPROEF EESVEEN

□ Mogelijk wateroverlast

▨ Terreindepressie met wateroverlast



Bijlage 4: Toegediende meststoffen en andere bewerkingen op het proefveld**Suikerbiet: toegediende stoffen per ha en andere bewerkingen**

Bewerking	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Magkal	5 april: 2000 kg	21 maart: 3250 kg	13 maart: 3250 kg	8 april: 1000 kg		
spitten	2 mei	5 april	2 april	10 april	30 maart	4 mei
Zaaien	3 mei:	18 april+15+25 mei:	12 april:	21 april:	31 maart:	11 mei:
ras	Accord	Accord herzaai	Accord	Hilde	Evita	Evita
afstand in rij	18 cm	18 cm	18,5 cm	18,5 cm	18 cm	18 cm
Bemesting	3 mei:	12 april+4 juli:	28 maart+26 juni:	2 april:	25 maart:	26 april + 20 mei:
kg N	110	155 50	155 50	155	145	145 + 50
kg P ₂ O ₅	110	115	115	115	115	115
kg K ₂ O	250	300	300	250	250	250
Onkruidbestrijding		24 april:	18 april:	24 april:	8 april:	
- Profam		5 kg	6 kg	6 kg	6 kg	
- Betanal	15 mei: 7,5 l	8 mei: 3,5 l	31 mei: 5 l			
- BT+G+T+O in l/ha (Betanal Tandem + Goltix + Targa + Olie)				8 mei: 4 * 0,75 2 juni: 3+2,5+2+2	21 april: 2+1+1+1 28 april: 2+1+1+1 13 mei: 0+1+5+1	7 juni: 2+1+1+1 23 juni: 2+1+1+1
Ziekten/plagen	26 mei: 2 l parathion	muizenkorrels	muizenkorrels	muizenkorels	muizenkorrels	muizenkorrels
Handwieden	27 juni: strokenfrees	12 juni schoffelen 21 juni hakken	16 en 25 juli: hakken	1 en 2 juli: hakken	12 mei: parathion 15 juli: hakken	
Plantaantal	80.000	85.000	92.000	80.000	78.000	91.000
Oogst	19 oktober	9 oktober	6 november	15 oktober	2 november	8 november

Mais: toegediende stoffen per ha

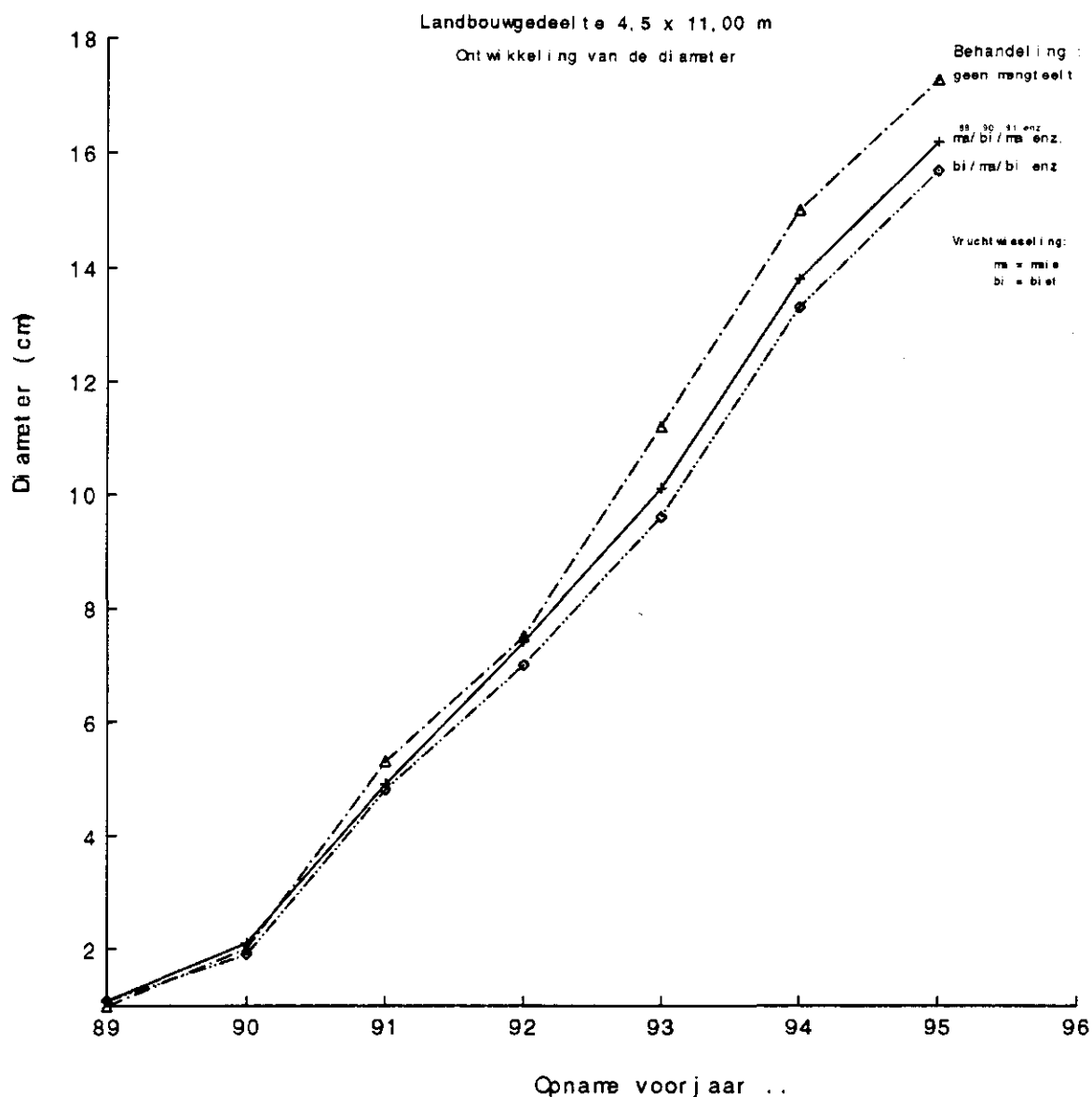
	1989	1990	1991	1992	1993	1994
kg N breedwerpig	145	150	150	150	130	125
kg N in de rij	20	50	45	45	50	50
kg P ₂ O ₅ breedwerpig	0	0	80	40	0	0
kg P ₂ O ₅ in de rij	80	50	50	45	50	50
kg K ₂ O	150	250	300	300	300	300
kg Mg	30					
kg Magn. Kalk		2700				
kg CaO	1080					
ras	LG2080	LG2080	LG2080	LG2080	LG2080	LG2080
plantaantal	115.000	120.000	120.000	110.000	105.000	110.000
Onkruidbestrijding:						
Paraquat					4 l	3 l
Laddok+olie	4 + 3 l	4 l	4 + 3 l	4 + 3 l	4 + 3 l	4 + 3 l
Wieden		1 maal				

De stikstofbemesting is toegediend in de vorm van kunstmest

Gras: toegediende stoffen per ha naast de stikstofbemesting

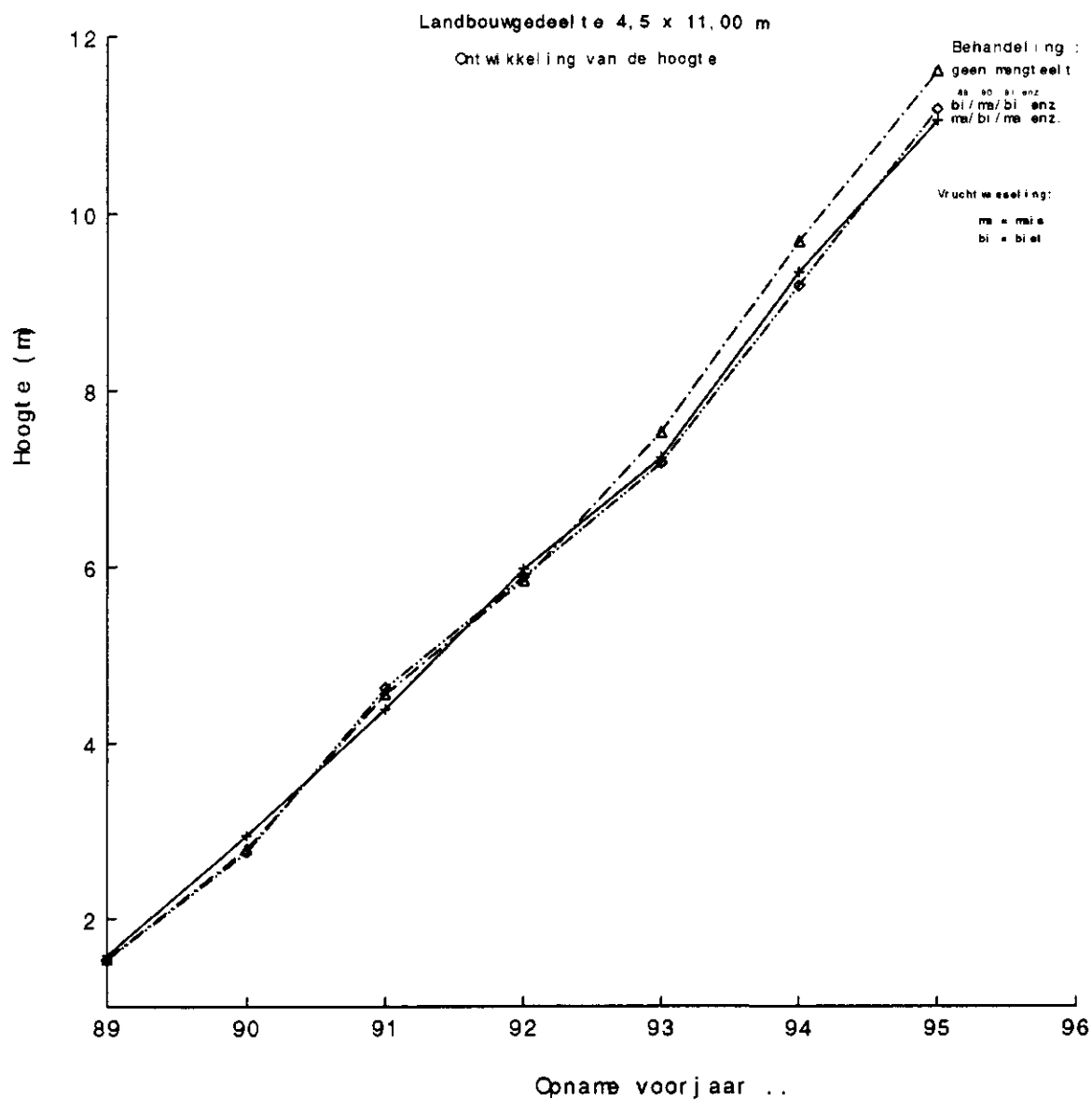
	1989	1990	1991	1992	1993	1994
kg P ₂ O ₅	120	116	100	100	100	80
kg K ₂ O	420	496	580	580	500	400

Bijlage 5: Afbeeldingen over de ontwikkeling van de populieren in de mengteeltproef

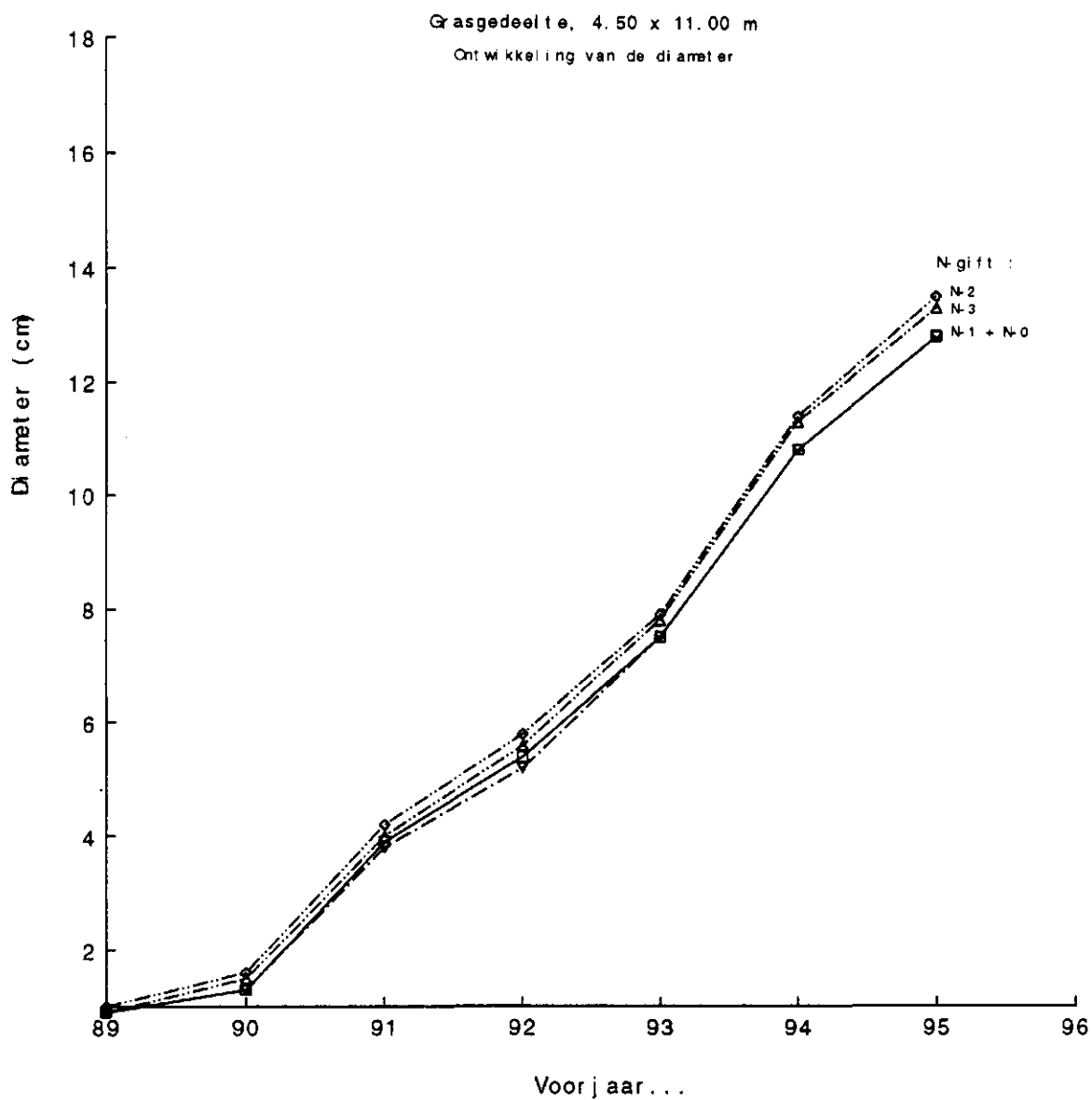


Afbeelding 1 Diameter-ontwikkeling in het landbouwgedeelte (4.5 x 11.0 m)

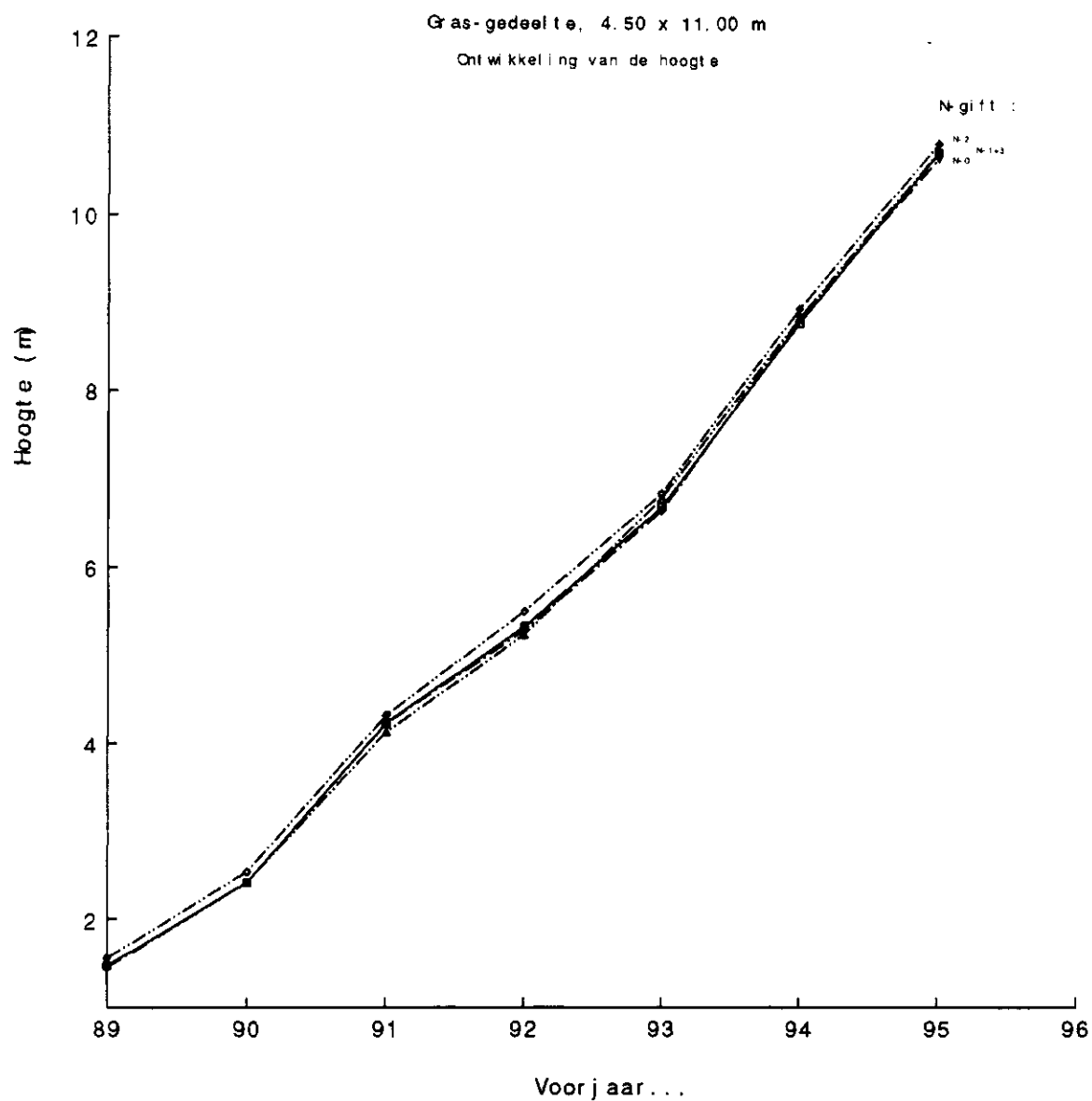
Bijlage 6: Resultaten per rij voor biet en mais en per oost-, midden- en westveld voor gras



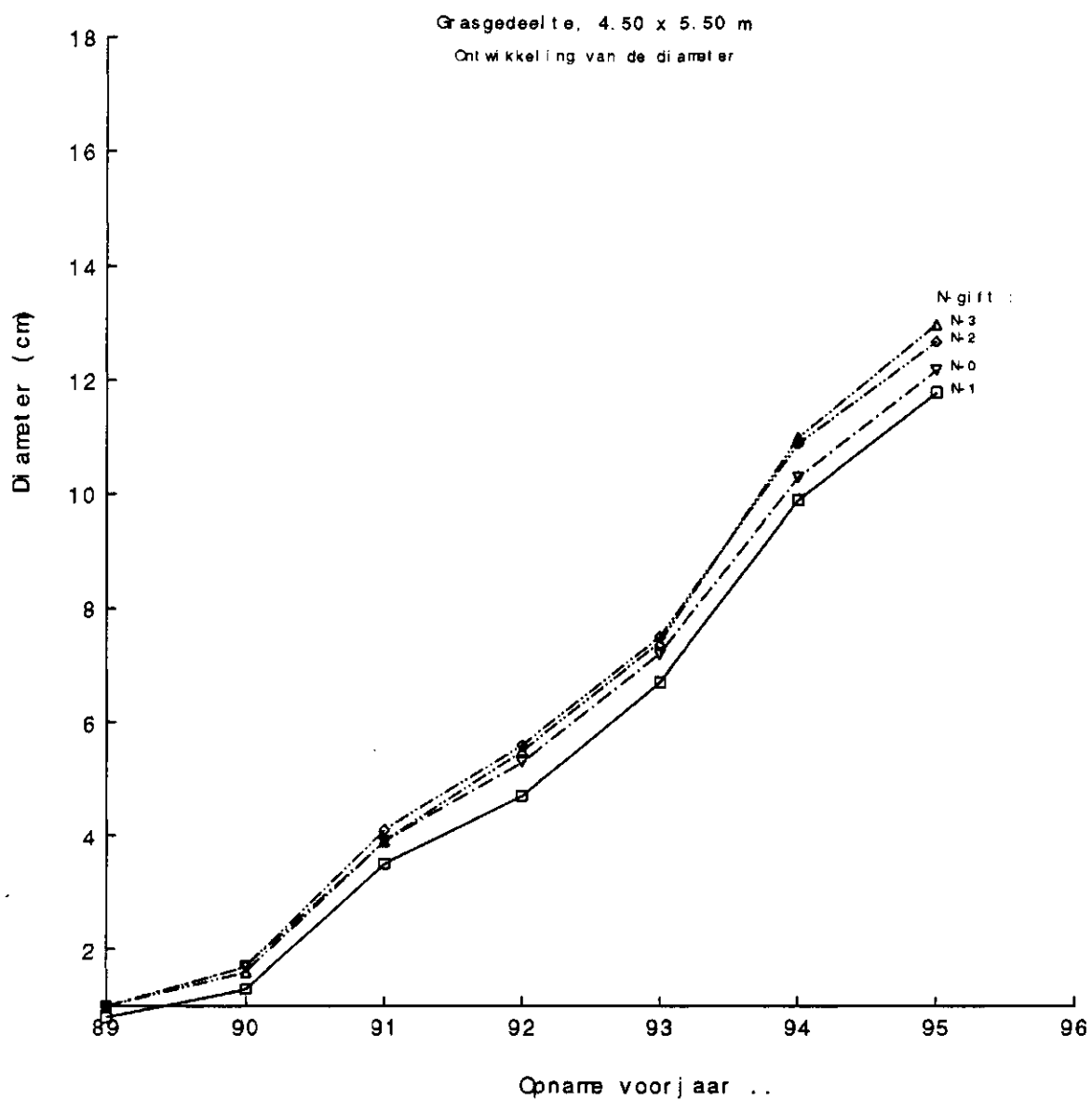
Afbeelding 2 Hoogte-ontwikkeling in het landbouwgedeelte (4.5 x 11.0 m)



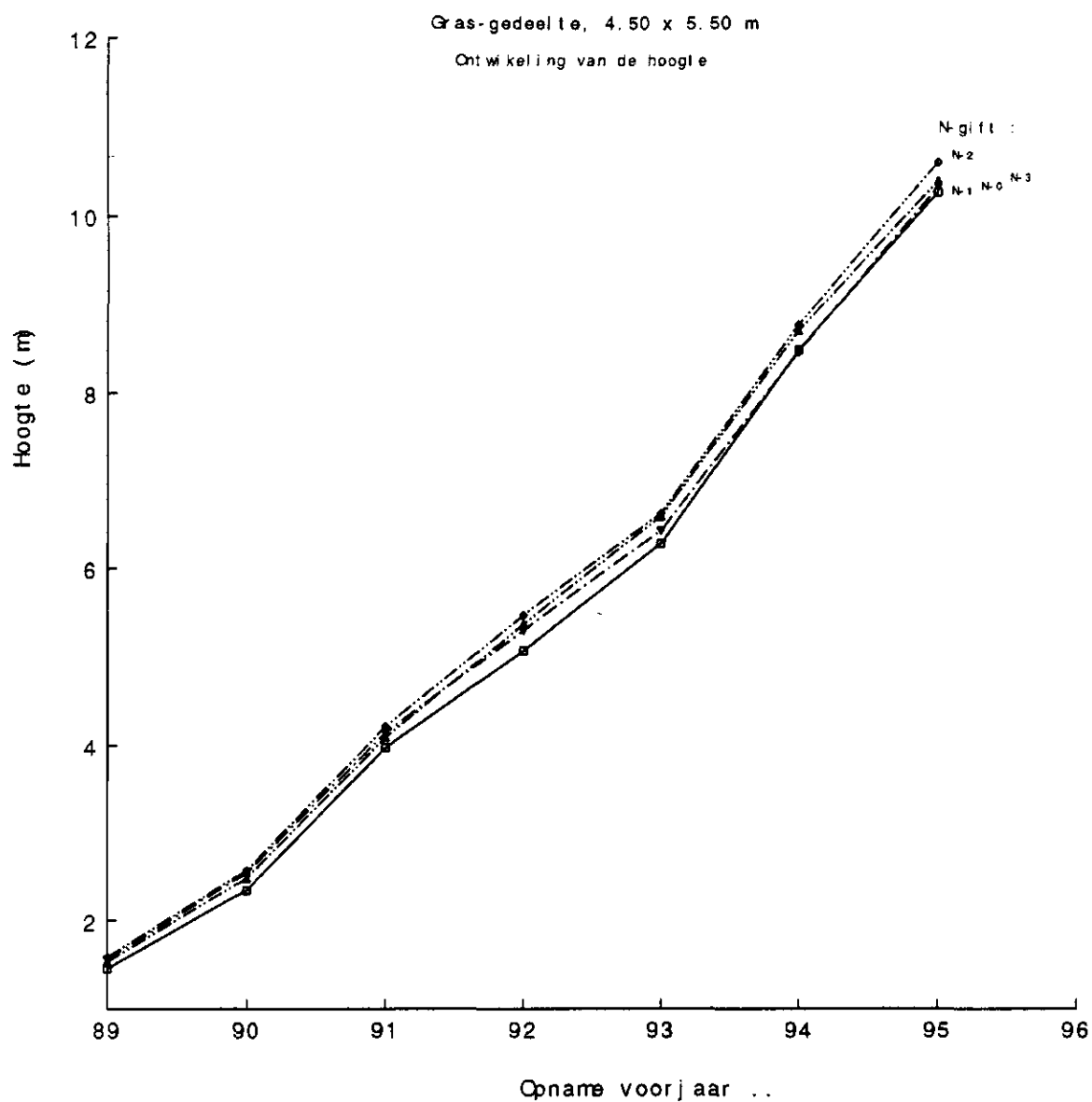
Afbeelding 3 Diameter-ontwikkeling in het grasgedeelte
(4.5 x 11.0 m)



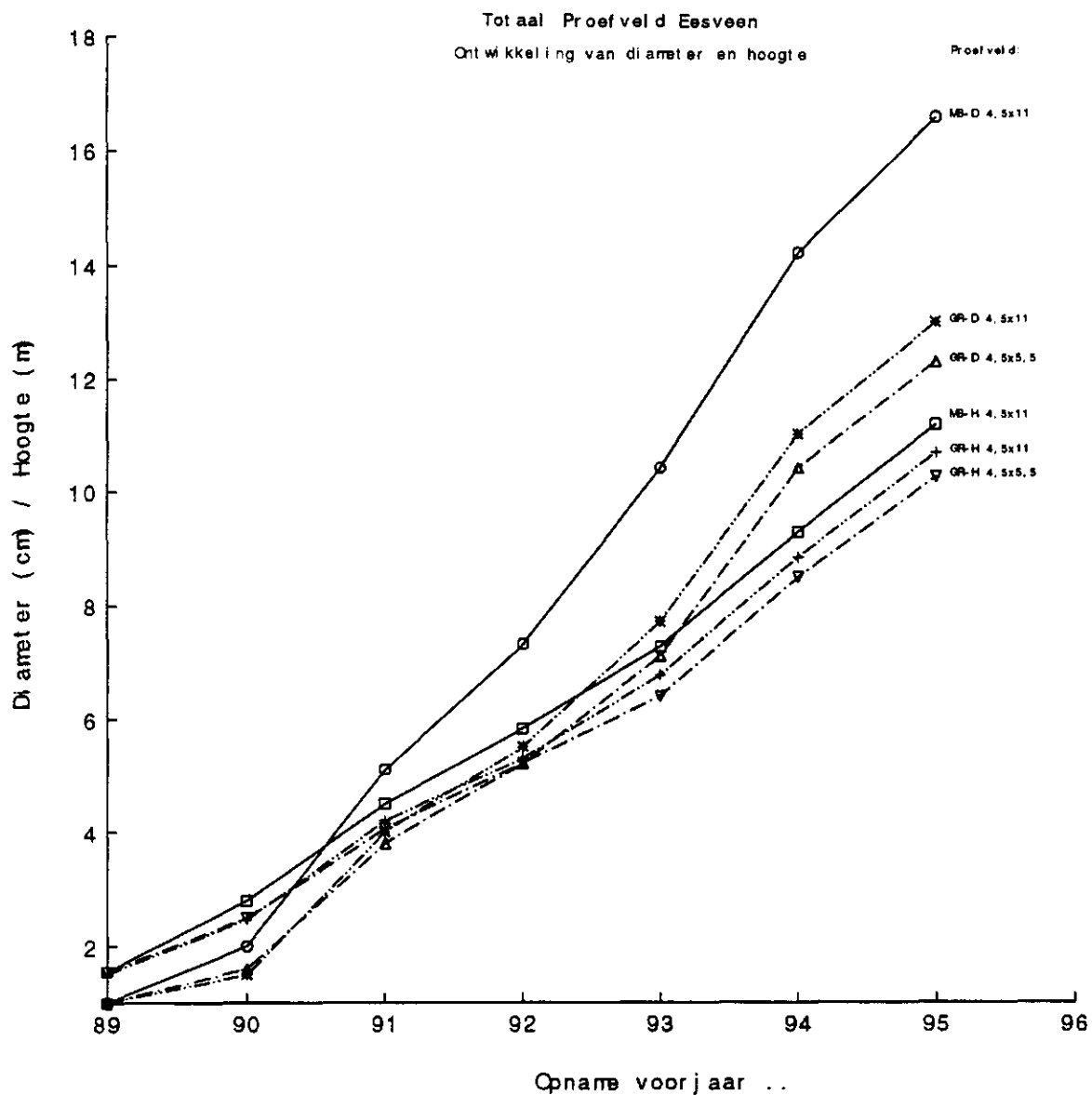
Afbeelding 4 Hoogte-ontwikkeling in het grasgedeelte
(4.5 x 11.0 m)



Afbeelding 5 Diameter-ontwikkeling in het grasgedeelte
(4.5 x 5.5 m)



Afbeelding 6 Hoogte-ontwikkeling in het grasgedeelte
(4.5 x 5.5 m)



Afbeelding 7 Diameter-en Hoogte-ontwikkeling in het gehele proefveld te Eesveen.

Bijlage 6: Resultaten per rij voor biet en mais en per oost-, midden- en westveld voor gras

OPBRENGST BIET REFERENTIE						
jaar	1989	1990	1991	1992	1993	1994
rijnummer						
1	640	691	651	1025	394	256
2	541	517	553	712	417	435
3	489	490	560	667	492	459
4	489	490	560	667	492	459
5	489	490	560	667	492	459
6	489	490	560	667	492	459
7	489	490	560	667	492	459
8	489	490	560	667	492	459
9	489	490	560	667	492	459
10	489	490	560	667	492	459
11	489	490	560	667	492	459
12	489	490	560	667	492	459
13	489	490	560	667	492	459
14	489	490	560	667	492	459
15	489	490	560	667	492	459
16	489	490	560	667	492	459
17	604	626	560	666	537	403
18	580	653	543	955	526	357

OPBRENGST BIET MENGTEELT						
bietmeng	1989	1990	1991	1992	1993	1994
rijnummer						
1	782	516	507	370	291	203
2	504	430	521	426	329	244
3	526	485	554	560	354	322
4	526	485	554	560	354	322
5	526	485	554	560	354	322
6	526	485	554	560	354	322
7	526	485	554	560	354	322
8	526	485	554	560	354	322
9	526	485	554	560	354	322
10	526	485	554	560	354	322
11	526	485	554	560	354	322
12	526	485	554	560	354	322
13	526	485	554	560	354	322
14	526	485	554	560	354	322
15	526	485	554	560	354	322
16	526	485	554	560	354	322
17	581	533	536	475	254	290
18	773	650	465	498	182	234

OPBRENGST BIET DERVING in mengteelt per RIJ (%)						
jaar/rijnr.	1989	1990	1991	1992	1993	1994
1	22.2	-25.3	-22.1	-63.9	-26.1	-20.7
2	-6.8	-16.8	-5.8	-40.2	-21.1	-43.9
3	7.6	-1.0	-1.1	-16.0	-28.0	-29.8
4	7.6	-1.0	-1.1	-16.0	-28.0	-29.8
5	7.6	-1.0	-1.1	-16.0	-28.0	-29.8
6	7.6	-1.0	-1.1	-16.0	-28.0	-29.8
7	7.6	-1.0	-1.1	-16.0	-28.0	-29.8
8	7.6	-1.0	-1.1	-16.0	-28.0	-29.8
9	7.6	-1.0	-1.1	-16.0	-28.0	-29.8
10	7.6	-1.0	-1.1	-16.0	-28.0	-29.8
11	7.6	-1.0	-1.1	-16.0	-28.0	-29.8
12	7.6	-1.0	-1.1	-16.0	-28.0	-29.8
13	7.6	-1.0	-1.1	-16.0	-28.0	-29.8
14	7.6	-1.0	-1.1	-16.0	-28.0	-29.8
15	7.6	-1.0	-1.1	-16.0	-28.0	-29.8
16	7.6	-1.0	-1.1	-16.0	-28.0	-29.8
17	-3.8	-14.9	-4.3	-28.7	-52.7	-28.0
18	33.3	-0.5	-14.4	-47.9	-65.4	-34.5

OPBRENGST MAIS MENGTEELT						
jaar/rijnr.	1989	1990	1991	1992	1993	1994
1	255	168	117	112	52	44
2	188	164	102	128	60	47
3	188	164	102	144	75	59
4	169	158	116	144	75	59
5	169	158	116	151	94	88
6	169	158	116	151	94	88
7	169	158	116	151	94	88
8	169	158	116	151	94	88
9	169	158	116	145	101	82
10	171	159	103	145	101	82
11	171	159	103	119	82	51
12	222	158	103	83	82	44

OPBRENGST MAIS REFERENTIE						
jaar/rijnr.	1989	1990	1991	1992	1993	1994
1	261	204	140	209	166	173
2	181	177	127	164	126	154
3	181	177	127	154	139	149
4	176	163	130	154	139	149
5	176	163	130	151	118	132
6	176	163	130	151	118	132
7	176	163	130	151	118	132
8	176	163	130	151	118	132
9	176	163	130	150	129	145
10	176	168	121	150	129	145
11	176	168	121	149	141	135
12	227	193	115	173	154	147

OPBRENGST MAIS DERIVING in mengteelt per rij (%)						
jaar/rijnr	1989	1990	1991	1992	1993	1994
1	-2.3	-17.6	-16.4	-46.4	-68.7	-74.6
2	3.9	-7.3	-19.7	-22.0	-52.4	-69.5
3	3.9	-7.3	-19.7	-6.5	-46.0	-60.4
4	-4.0	-3.1	-10.8	-6.5	-46.0	-60.4
5	-4.0	-3.1	-10.8	0.0	-20.3	-33.3
6	-4.0	-3.1	-10.8	0.0	-20.3	-33.3
7	-4.0	-3.1	-10.8	0.0	-20.3	-33.3
8	-4.0	-3.1	-10.8	0.0	-20.3	-33.3
9	-4.0	-3.1	-10.8	-3.3	-21.7	-43.4
10	-2.8	-5.4	-14.9	-3.3	-21.7	-43.4
11	-2.8	-5.4	-14.9	-20.1	-41.8	-62.2
12	-2.2	-18.1	-10.4	-52.0	-46.8	-70.1

[illegible]

GRASOPBRENGST - DERVING %																		
	GD%N1O55	GD%N1M55	GD%N1W55	GD%N2O55	GD%N2M55	GD%N2W55	GD%N3O55	GD%N3M55	GD%N3W55	GD%N1O11	GD%N1M11	GD%N1W11	GD%N2O11	GD%N2M11	GD%N2W11	GD%N3O11	GD%N3M11	GD%N3W11
	meng	meng	meng	meng	meng	meng	meng	meng	meng	meng	meng	meng	meng	meng	meng	meng	meng	meng
ref/meng	N1	N1	N1	N2	N2	N2	N3	N3	N3	N1	N1	N1	N2	N2	N2	N3	N3	N3
bemesting	O	M	W	O	M	W	O	M	W	O	M	W	O	M	W	O	M	W
post/midden/	55	55	55	55	55	55	55	55	55	110	110	110	110	110	110	110	110	110
plantenverband	den%	den%	den%	den%	den%	den%	den%	den%	den%	den%	den%	den%	den%	den%	den%	den%	den%	den%
jaar																		
1989	-16.3	-7.3	-4	-20.1	-13.7	-17.9	-11	-4.2	-1.9	-9.3	-11.9	-12.2	-15.7	-18.3	-15.1	-5.4	-15.2	-4.2
1990	-3.2	18.2	-1.1	-13.7	3.6	-7.5	-5.8	-5.5	-4.2	-5.1	-1.3	-4.3	-20	-20.4	-13.9	-9.7	-11.4	-10.6
1991	13.8	31.1	9.5	9.3	21.6	9	2.7	12	-5.6	19.9	17.5	22.1	8.9	14.6	15.9	12.4	7.3	7.9
1992	-1.9	7.8	12.8	-10.8	-6.3	5.6	-14.8	2.5	9.5	-2.3	0.4	5.2	-6.6	-3.5	-4	2.5	5.8	4.9
1993	-4.7	3.3	-6.1	-18.4	-13.8	-17.1	-20.1	-15.8	-23.7	2.3	4.5	8.3	-12.3	-4.5	-2.2	-4.6	-2.5	-6.8
1994	-19.2	-5	-14.3	-38.5	-29.5	-36.8	-41.1	-36.4	-40.4	-0.2	5.2	4.7	-20	-13	-12.8	-21	-16.7	-16.8