

Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente
Vestiging Aalsmeer
Linnaeuslaan 2a, 1431 JV Aalsmeer
Tel. 0297-352525

ISSN 0921-710X

ONTWIKKELING EN KWALITEIT VAN POTPLANTEN

Project 2210

Ir. M.W.C. Dijkshoorn-Dekker
Aalsmeer, juni 1995

Rapport 6
Prijs f 25,00

Rapport 6 wordt u toegestuurd na storting van f 25,00 op gironummer 174855 ten name van PBG Aalsmeer onder vermelding van 'Rapport 6: Ontwikkeling en kwaliteit potplanten'.

isN 586106

Eindrapportage project 2210:

Ontwikkeling en kwaliteit van potplanten

Projectleider: Ir. M.W.C. Dijkshoorn-Dekker
Assistent: B.A. Eveleens-Clark
Projectperiode: 1 september 1990 t/m 31 augustus 1994
Financiering: Produktschap voor Siergewassen
Plaats: Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente
Linnaeuslaan 2a
1431 JV Aalsmeer

Publikatie van het PBG

Niets uit deze publikatie mag worden gebruikt zonder toestemming van de auteur

VOORWOORD

De afgelopen vier jaar heb ik met veel plezier gewerkt aan het onderzoek dat in dit rapport is beschreven. Vele mensen die een bijdrage hebben geleverd aan de totstandkoming van dit verslag wil ik in dit voorwoord hartelijk bedanken. Een aantal wil ik met name noemen.

Als eerste wil ik Barbara Eveleens bedanken voor haar inzet als assistent. Vele metingen heeft zij verricht en lange datafiles verwerkt. Haar enthousiasme en grote interesse voor het project hebben geleid tot een hele leuke samenwerking. Ook wil ik hierbij de stuurgroep onder leiding van Lex Dop en de begeleidingscommissie, bestaande uit José Vogelesang (PBG), Erik Persoon (NTS) en Heino van Rijnberk (VBN), noemen. Zij hebben de voortgang gevolgd en hebben mede richting gegeven aan dit onderzoek.

Medewerkers van de vakgroep Tuinbouwplantenteelt te Wageningen wil ik bedanken voor hun suggesties tijdens het maandelijkse "OMO-clubje". Met name Hugo Challa en Klaas-Jan Leutscher wil ik noemen voor hun inzet voor mijn project. Hun kritische blik op het onderzoek en steun was voor mij heel waardevol.

Twee stagiaires hebben meegewerkt aan het onderzoek, te weten Arno van der Meer (Agrarische Hogeschool) en Erik Bovée (Landbouwuniversiteit). Ook hen wil ik hartelijk bedanken.

Dank ben ik ook verschuldigd aan vele tuinders en met name de Landelijke Ficus Commissie. Door deelname aan deze commissie bleef ik goed op de hoogte van de ontwikkelingen in deze sector.

Verder wil ik een dankwoord richten aan de afdeling Informatica (PBG) en de statistici van GLW-DLO te Wageningen voor hun statistische ondersteuning. Een compliment gaat ook naar de afdeling Bedrijf (PBG) voor de uitvoering van de proeven en de verzorging van het gewas.

Tenslotte wil ik alle collega's van het Proefstation bedanken voor de fijne samenwerking.

Marijke Dijkshoorn-Dekker
Aalsmeer, 22 juni 1995

SAMENVATTING

In Nederland vormen de potplanten een belangrijke produktgroep. In 1993 bedroeg de geschatte exportwaarde 1,7 miljard gulden. De laatste jaren zijn de produktiekosten sterk verlaagd door toenemende mechanisatie en procesautomatisering. Echter toenemende concurrentie van de omringende landen en overproductie zijn er de oorzaak van dat de opbrengsten de laatste tijd onder druk staan. De Nederlandse potplantensector zal zijn marktpositie moeten versterken. Deze kan versterkt worden door een betere aansluiting bij de wensen van handel en consument. Door het leveren van partijen met de door de consument gewaardeerde uiterlijke kenmerken is dit te bereiken. De huidige teeltwijze van potplanten levert eindprodukten op met een relatief grote spreiding in uitwendige kwaliteit. Voor de teler is het moeilijk om naar een gewenst produkt toe te werken. Een deel van deze problemen wordt veroorzaakt door het ontbreken van een objectieve kwaliteitsbeoordeling, een ander deel door gebrek aan kennis over sturende factoren tijdens de teelt.

De doelstelling van dit project was onderzoek naar de mogelijkheid van een planmatige teeltwijze, zodat het gewenste eindprodukt op het gewenste tijdstip kan worden opgeleverd. Het identificeren en herkennen van plantprocessen, welke minimaal noodzakelijk zijn om te komen tot een kwantitatieve beschrijving van de plant is daarbij zeer belangrijk. Daarmee is het mogelijk om uitgaande van de bestaande simulatiemodellen een model voor potplanten te verkrijgen, waarin naast de drogestofproductie ook de vorm en ontwikkeling van de planten wordt gesimuleerd. Het project werd uitgevoerd met *Ficus benjamina* 'Exotica', eerste pluksel weefselkweekstek. Het gewas *Ficus* kan jaarrond worden geteeld en heeft mogelijkheden om zich in de toekomst uniform en 'industrieel' te laten telen. Verder geeft dit gewas geen complicaties in verband met bloei.

De samenvatting is opgedeeld in twee delen. In het eerste deel wordt de praktische toepassing van de experimenten beschreven. Het tweede deel geeft een beschrijving van het ontwikkelingsmodel.

Deel 1

De groei en de ontwikkeling van *Ficus benjamina* 'Exotica' zijn modelmatig vastgelegd. Voor een goede uitvoering van het project en vanwege de complexiteit van de materie was een afbakening van het terrein van onderzoek noodzakelijk. In het model wordt uitgegaan van de standaardadviesnormen: twee stekken per pot voor een plant-lengte van 1,20 m. Ook is er vanwege de homogeniteit van het materiaal en het uitlopen van alle okselknoppen gekozen voor Franse weefselkweekstek, eerste pluksel (hoofdstuk 2, deel 1B).

Het model heeft zich in eerste instantie gericht op de vorm, gevuldheid en breedte in verhouding tot de hoogte (deel 1A). Deze plantkenmerken zijn kwaliteits-bepalend voor de *Ficus*. Deze kwaliteitsbepalende plantkenmerken kwamen naar voren door het leggen van een koppeling tussen de subjectieve kwaliteit, beoordelingen door de telers, en de objectieve kwaliteit, vastgesteld met behulp van beeldverwerking. Hieruit bleek dat de

visuele kwaliteit van de Ficus voor 94,3% wordt bepaald door een vijftal variabelen, namelijk:

- * de dichtheid vooraanzicht in de 3^e en 4^e laag (38%)
- * de breedte vooraanzicht in de 4^e en 5^e laag (15%)
- * de breedte zij aanzicht in de 3^e laag (41%)

In hoofdstuk 2 van deel 1B is gekeken of er onderlinge concurrentie van stekken binnen één pot bestaat en zo ja, welk effect dit heeft op de groei en ontwikkeling van Ficus benjamina 'Exotica'. Hierbij zijn het aantal stekken per pot, stekeigenschappen en de herkomst van de stekken meegenomen. Weefselkweekstekken laten een beter gevulde plant zien in vergelijking tot stek-van-stek planten. Er is een hogere okselknopuitloop waar te nemen bij de weefselkweekstekken. Door de hogere tweedegraads zij scheut-bezetting zien de weefselkweekplanten er in hun totaliteit gevulder uit. De lengte-toename van de weefselkweekstekken echter is minder in vergelijking tot de stek-van-stek.

In steklengte zal er een groter verschil moeten worden aangelegd om eventuele concurrentie tussen stekken te kunnen waarnemen. Het verschil in lengte tussen een grote en een kleine stek was in dit onderzoek niet groot genoeg om eventuele concurrentie in lengte te kunnen aantonen. Het aangebrachte lengteverschil bleef constant in de tijd en had geen verdere invloed op de uniformiteit van een partij. Het sorteren op steklengte binnen de onderzochte lengteklassen lijkt daarom niet van belang. Wel is het zo, dat wanneer wordt uitgegaan van een langere steklengte, er een grotere eindlengte van de plant wordt bereikt.

Het overslaan' van stekken gaf uiteindelijk hetzelfde teeltresultaat te zien als direct starten in de eindpot.

Luchttemperatuur en licht (wijderzetten) hebben een grote invloed hebben op de ontwikkeling van de plant. Om deze reden is eerst uitgebreid gekeken naar het effect van deze twee factoren op de groei en ontwikkeling van de plant. Toepassing van een temperatuurreeks (hoofdstuk 3, deel 1B), variërend tussen de 17°C en 35°C, leidde tot een verlaging van de produktietijd en een vermindering van de visuele kwaliteit bij een te hoge temperatuur. Bij temperaturen van 32°C en hoger was de verhouting van de stengels veel minder en was de hoek van de zij scheuten met de hoofdscheut veel kleiner. In een oriënterende proef (gegevens niet gepresenteerd) in kassen met een hoge lichtdoorlatendheid en een constant vochtdeficit bleek het effect van de temperatuur op de hoek van de zij scheuten met de hoofdscheut veel kleiner te zijn.

Opvallend is dat de 35°C-behandeling erg afwijkend was in vergelijking met de overige temperatuurbehandelingen. De 35°C-behandeling liet een verlaging van het totale bladoppervlak zien, evenals een verkleining van de bladlengte, een verlaging van het aantal eerstegraads zij scheuten en een kleinere planthoogte. Deze reactie lijkt samen te hangen met het gerealiseerde vochtdeficit in de kas. Het vochtdeficit bij 35°C was vrij hoog.

Beïnvloeding van het aantal bladeren door de toepassing van verschillende temperaturen kon niet betrouwbaar worden aangetoond. Er was wel een trend waarneembaar dat een verhoging van de temperatuur leidt tot een toename van het

aantal bladeren. Toepassing van verschillende temperaturen liet zowel een stijging van het totale versgewicht als het drooggewicht zien. Het optimum van de drogestofproductie lag eerder rond de 29°C dan boven de 32°C. Het gerealiseerde vochtdeficit en de geconditioneerde kassen kunnen hier debet aan zijn.

Toepassing van hogere temperaturen gaf een reductie op de internodiumlengte.

Tussen de 20°C en 29°C was er geen achteruitgang van de visuele kwaliteit waarneembaar, ondanks de verandering in de hoek van de zijscheuten met de hoofdscheut. De visuele kwaliteit was tevens vastgelegd aan de hand van een beoordeling door telers. De planten hadden een goede verdeling van blad en takken. De houdbaarheid van de planten werd niet beïnvloed door de in de teelt aangelegde temperaturen.

Het wijderzetten had een grote invloed op de ontwikkeling en groei van potplanten (hoofdstuk 4 deel 1B). Toepassing van de verschillende schema's door het plaatsen van potten in verband liet vooral een ander uiterlijk van de plant zien. Ruimere plantverbanden hebben bij *Ficus benjamina* 'Exotica' tot een verkleining van de uiteindelijk bereikte plantlengte geleid. De lengte van de hoofdscheut nam af bij wijdere schema's en de lengte van de zijscheuten nam toe. Echter een te ruim plantschema gaf 'afwijkingen' in de vorm van de plant te zien. Voor een *Ficus* van 60 cm hield dit een plantschema in dat uitgaat van 12 planten per m² en dat tijdens de teelt nog in een ruimer verband wordt geplaatst. Na het ontstaan van de twaalfde zijscheut bleven de daaropvolgende zijscheuten sterk in groei achter.

Het vers- en drooggewicht en het percentage drogestof van stengel en blad van de hoofdscheut lieten een toename zien met een ruimer wordend plantschema. Het aantal bladeren aan de hoofdscheut en het bladoppervlak werd niet aantoonbaar beïnvloed door toepassing van verschillende wijderzetschema's. De ontwikkeling en groei van de eerste- en tweedegraads zijscheuten werd in sterkere mate beïnvloed door gebruik te maken van verschillende plantschema's. Elke verruiming van het aantal planten per m² liet voor de eerstegraads zijscheuten een betrouwbaar effect zien op het droog- en versgewicht van blad en stengel. Een verruiming van het plantschema leidt tot een verhoging van deze gewichten. Dit gold ook voor het drogestofpercentage. Het bladoppervlak en het aantal bladeren lieten tot op zekere hoogte bij een verruiming van het schema ook een significante toename zien. Voor de tweedegraads zijscheuten werden dezelfde resultaten gevonden als bij de eerstegraads zijscheuten.

De uiteindelijke teeltduur was afhankelijk van het gehanteerde wijderzetschema. Voor een ruimer plantschema waren meer weekm²'s benodigd. Het dichtste plantschema was het meest economisch. Het constant houden van 24 planten m² leidde tot de beste subjectieve kwaliteit. Een indicatieve kostenberekening liet zien dat het plaatsen van constant 24 planten m², zowel in de zomer als in de winter, een besparing geeft op de gemaakte kosten aan extra netto weekm² en extra arbeidskosten in vergelijking tot de standaardbehandeling, 48-24-12 planten m².

Deel 2

Lengte- en breedtegroei is belangrijk om een bepaalde vorm in planten te krijgen, zowel in de hoogte als in de breedte. De vorm van de planten wordt evenals de lengte/breedte-verhouding bepaald door het wel dan niet uitlopen van de primaire zij scheuten en de lengtegroei van de hoofd- en zij scheuten. De gevuldheid wordt naast de hoek van de zij scheuten met de hoofdscheut en de doorbuiging van de zij scheuten óók bepaald door het uitlopen van de secundaire zij scheuten. Het model heeft inzicht moeten geven in het wel dan niet uitlopen van primaire en secundaire zij scheuten onder invloed van licht en temperatuur en de lengtegroei van de hoofd- en zij scheuten, zodat het vaststellen van een vorm, gevuldheid en lengte/breedte-verhouding mogelijk werd.

De ontwikkeling van de planten is nauwkeurig gevolgd, zodat een beschrijving van het dynamische gedrag van *Ficus benjamina* mogelijk was (hoofdstuk 2, deel 2). De lengtegroei van de hoofdscheut van *Ficus benjamina* bleek een regelmatig patroon te zijn. De lengte van de hoofdscheut (LH) nam toe door de lengtegroeisnelheid (LGR). Deze lengtegroeisnelheid werd beïnvloed door de plastochron (P) en de maximale internodiumlengte (L_{max}). De temperatuur en het licht hadden invloed op de plastochron. De maximale internodiumlengte werd beïnvloed door de positie op de stengel van de plant en door licht. Temperatuur heeft waarschijnlijk binnen bepaalde grenzen geen invloed op de maximale internodiumlengte. Na een vertraging van drie internodia werd de groei van de eerste zij scheut in gang gezet (constante a). Hierna werd bij de vorming van elk internodium op de hoofdscheut een zij scheut op elk drie internodia lager gelegen positie aangelegd. De lengte van elke zij scheut (1,..., n-1, n) nam op dezelfde manier toe als de hoofdscheut, maar begint wel met een langere maximale internodiumlengte.

Plastochron (P) is de tijd die verloopt tussen de vorming van twee opeenvolgende bladeren ofwel de reciprook van de bladafsplittingsnelheid (hoofdstuk 3, deel 2). De plastochron werd in dit onderzoek uitgedrukt in dagen. De plastochron bij *Ficus* werd non-destructief bepaald, zonder direct gebruik van een referentielengte en daarmee samenhangende dagelijkse bladlengtemeting.

De plastochron bleek alleen afhankelijk te zijn van het licht beneden een bepaald lichtniveau. Beneden dit lichtniveau was de afsplitsing van bladeren niet meer visueel waarneembaar. Boven dit lichtniveau was de plastochron afhankelijk van de temperatuur. Of de plastochron bij een te laag lichtniveau direct of met een vertraging visueel tot stilstand komt, kwam niet duidelijk uit het onderzoek naar voren. Tevens is niet duidelijk hoelang het lichtniveau laag moet zijn om de plastochron visueel tot stoppen te brengen.

Een verhoging van de temperatuur heeft tot een verkleining van de plastochron van de hoofdscheut geleid. Echter bij 35°C daalde de bladafsplittingsnelheid en werd de plastochron groter. Voor de zij scheuten werd aangenomen dat zij eenzelfde reactie op de temperatuur geven als de hoofdscheut.

De wijderzetproef in de winter gaf over het algemeen een verhoging te zien van de plastochron, wanneer deze vergeleken werd met de wijderzetproef in de zomer. De bladeren werden minder snel afgesplitst. In de zomer vond er tijdens de teelt een vergroting van de plastochron voor de hoofdscheut plaats bij de ruimere plantschema's.

In de winter was dit effect veel minder aanwezig. Ook voor de zijscheuten op hogere internodiumposities was er een vergroting van de plastochron te zien voor de ruimere plantschema's. Dit zou kunnen duiden op een sink/source-effect.

Verwacht werd dat het stoppen van de zijscheutengroei evenals de hoofdscheut samenhangt met het lichtniveau.

De internodiumlengte bleek positiegebonden te zijn (hoofdstuk 4, deel 2). Voor de hoofdscheut werd een toenemende internodiumlengte gevonden met een oplopende positie in de plant. De internodiumlengte nam toe tot een stationair niveau werd bereikt. Dit stationaire niveau was zowel door het buitenlicht te beïnvloeden als door het wijderzetten. Het telen van de plant onder lichte omstandigheden ($\leq 700 \text{ W/m}^2$) liet een hoger stationair niveau zien dan het telen onder lichtarme omstandigheden ($\leq 450 \text{ W/m}^2$). Het wijderzetten van de planten gaf, ondanks dat de planten meer licht kunnen opvangen, een reductie van het niveau van de internodiumlengte te zien van 4,5 naar 4 cm. Voor het modelleren zou dit kunnen betekenen dat de aanpak via internodiumlengte (als 'bouwsteen') het niet erg makkelijk maakt, omdat er een verstrengeling van effecten optreedt.

Het uiteindelijke niveau van de internodiumlengte voor de hoofdscheut werd meestal op internodiumpositie 10 bereikt. Daarna leek het dat zowel temperatuur als wijderzetten geen invloed meer hebben op het niveau.

Het toepassen van verschillende temperaturen had geen invloed op het uiteindelijk bereikte niveau van de internodiumlengte voor de hoofdscheut. Het uitvoeren van de temperatuurproef onder lichte ($\leq 700 \text{ W/m}^2$) en lichtarme omstandigheden ($\leq 450 \text{ W/m}^2$) gaf een verschil van 1 cm in internodiumlengte.

De ontwikkelingsproeven lieten een iets afwijkend verloop van het bereikte niveau van de internodiumlengte zien ten opzichte van de andere uitgevoerde proeven.

De internodiumlengte voor de zijscheuten leek eenzelfde verloop te hebben als de hoofdscheut. Voor de invloed van wijderzetten en temperatuur op de internodiumlengte van de zijscheuten werd er in eerste instantie van uitgegaan dat de zijscheuten eenzelfde internodiumverloop lieten zien als de hoofdscheut.

De bladlengte liet eenzelfde verloop zien als het verloop van de internodium-lengte (hoofdstuk 5, deel 2). De bladlengte nam toe tot een stationair niveau. Ook voor de bladlengte gold dat het stationaire niveau niet afhankelijk is van de temperatuur. Alleen bij 35°C trad er bladverkleining op.

Voor de bladlengte werd aangenomen dat het verloop van de bladlengte op de zijscheut eenzelfde patroon zou laten zien als het bladlengte-verloop op de hoofdscheut. In het onderzoek werd geconstateerd dat bij de zijscheut de bladlengte van het eerste blad langer is in vergelijking tot het eerste blad van de hoofdscheut.

De hoek die de zijscheut maakt met de hoofdscheut was afhankelijk van de temperatuur (hoofdstuk 6, deel 2). De hoek werd steeds kleiner met een toenemende temperatuur. De leeftijd van de zijscheut beïnvloedde ook de hoek die de zijscheut met de hoofdscheut maakt. De doorbuiging van de zijscheut hing samen met zijn lengte.

REF92 is een model dat de drogestofproductie van een gewas simuleert. Als input wordt

gebruik gemaakt van klimaatgegevens, een aantal specifieke parameters en gegevens van een Ficus-teelt. Aanpassing van het model voor een variërende plant-dichtheid in de teelt heeft geleid tot goede simulatieresultaten van de drogestofproductie van Ficus bij verschillende wijderzetschema's.

SUMMARY

Potplant production in The Netherlands is an important industry. The estimated export value in 1993 was 1.7 thousand million guilders. Production costs have been considerably reduced during the last few years as a result of increased mechanisation and the use of automated systems. Conversely, increased competition from surrounding countries and overproduction have led to increasing pressure on profit margins. The Dutch potplant industry must strengthen its position in the international market. A closer affinity with the demands of the trader and consumer should benefit, while production of batches of plants with external plant features that are preferred by the consumer will help to achieve this. Current production methods often result in finished products with a relatively large diversity in external quality. It is difficult for the grower to produce a crop with a predetermined quality. One part of the problem is the lack of an objective method of determining quality, another is inadequate knowledge of the critical plant processes during production.

The aim of this project is to investigate the feasibility of planned production to achieve a desired finished product within a predetermined period. The identification and recognition of the plant processes, which form the minimum requirements to develop a description of the quality of the plant, is extremely important. Using these processes and an existing simulation model as a basis, a model for potplanten can be developed, where as well as dry matter production the form and development of the plant can be simulated. This project was carried out with *Ficus benjamina* 'Exotica' propagated from tissue culture. *Ficus* can be produced throughout the year and is in the future a crop that is suitable for an 'industrial' method of production. Additionally this crop provides no complications due to flowering.

The summary is divided into two sections. In the first section the practical application of the experiments is described. In the second section a description of the developmental model is given.

Section 1

The growth and development of *Ficus benjamina* 'Exotica' were described in a model. To accomplish this, certain restraints were made on the area of research. This was necessary because of the complexity of the investigation. The model is based on the standards implemented by the the Dutch Flower Auction (Verenigde Bloemenveiling Nederland): two cuttings per pot for a 1.20 m plant. Cuttings propagated from French tissue culture were used to guarantee the homogeneity of the crop and the development of all the primary lateral shoots. (Chapter 2, section 1B)

Initially the model featured the shape, the filling and the width in relation to the height (section 1A). These plant features determine the quality of *Ficus*. They were found by linking the subjective quality, determined by growers, and the objective quality, obtained with the aid of image processing.

From this it was apparent that the visual quality of *Ficus* was explained for 94.3% by

five variables, namely:

- * the filling in front view of the 3rd and 4th layer (38%)
- * the width in front view of the 4th and 5th layer (15%)
- * the width in side view of the 3rd layer (41%)

The experiment described in chapter 2 of section 1B investigated if mutual competition exists between two cuttings in one pot and if so, what effect this has on the growth and development of *Ficus benjamina* 'Exotica'. The number of cuttings per pot, the length of the cuttings and the origin of the cuttings were taken into account. Cuttings from tissue culture develop into a fuller plant in comparison to cuttings taken from vegetatively propagated plants. A larger number of primary lateral shoots develop on the tissue-cultured cuttings. As the tissue-cultured cuttings develop a larger number of secondary lateral shoots, these plants appear fuller. In contrast, the cuttings from tissue culture show less increase in length than the vegetatively propagated cuttings.

A larger initial difference in the length of cuttings must exist to investigate possible mutual competition between cuttings. In this experiment the difference in length between tall and short cuttings was not large enough to illustrate possible competition in the increase of length. The initial difference in length remained constant during the experiment and had no further influence on the uniformity of a batch. Therefore selection of cuttings based on length does not appear to be important within the range of initial lengths used. The fact remains that the longer the initial cutting, the taller the finished plant in the same time span.

There was no difference in the plant features of the finished product between cuttings that had been repotted and those that remained in the initial pot.

Air temperature and light (plant density) considerably influence the development of the plant. Therefore the effects of these two factors on the growth and development of the plant were first thoroughly investigated. The application of a temperature series (chapter 3, section 1B), varying between 17°C to 35°C, lead to a reduction in the production time and a decrease in the visual quality at too high a temperature. At temperatures of 32°C and above the "woodiness" of the stems was considerably reduced and the angle of the lateral shoot in relation to the main shoot decreased markedly. In an introductory experiment (results not shown) in glasshouses with high light levels and a constant vapour pressure deficit the effect of temperature on the angle of the lateral shoot was much less.

It is noticeable that the 35°C treatment varied considerably from the other temperature treatments. At this temperature a decrease in leaf area as well as a decrease in the length of the leaves, a reduction of the number of primary lateral shoots and a shorter plant were visible. This reaction seemed to be connected with the vapour pressure deficit realized in the glasshouse. The vapour pressure deficit at 35°C was fairly high.

A significant influence of temperature on the number of leaves could not be shown. There seemed to be a trend towards an increase in temperature resulting in an increase

in the number of leaves. An increase in temperature showed an increase in total fresh weight as well as dry matter. The optimum temperature for dry matter production seemed though to be nearer 29°C than 32°C. The vapour pressure deficit and the climatized glasshouses could account for this.

The application of higher temperatures gave a reduction in the length of the internodes.

The visual quality of the plants grown between 20°C and 29°C was not impaired, even though there were changes in the angle the lateral shoots made with the main shoot. The visual quality was also judged by growers. The distribution of leaves and shoots over the plant was good. The keeping quality of the plants was not influenced by the temperature experienced during production.

Plant density and the spacing out of plants have a great influence on the growth and development (chapter 4, section 1B). The use of different spacing schedules where the plants are placed in strict relation to each other resulted in, above all, different plant forms. With *Ficus benjamina* 'Exotica' the wider spacings reduced the final plant length. At the lower plant densities the length of the main shoot decreased while the length of the lateral shoots increased. In fact an extremely low plant density resulted in abnormalities in shape of the plant. A *Ficus* with a finished length of 60 cm had an abnormal shape when the initial spacing was 12 pots per m² and wider schedules were used during the crop. After the initiation of the twelfth lateral shoot the lengths of the subsequent lateral shoots were checked.

The fresh and dry weight and the percentage of dry matter in the stem and leaves of the main shoot increased as the wider schedules were used. The number of leaves on the main shoot and the leaf surface area were not significantly influenced by the application of different spacing schedules. The development and growth of the primary and secondary lateral shoots was strongly influenced by the implementation of different spacing schedules. A decrease in plant density per m² led to a significant effect on the dry and fresh weight of the leaf and stem. Lower densities led to an increase in these weights. The dry matter percentage also increased. Leaf surface area and the number of leaves were also significantly increased to a certain extent when the wider schedules were used. Secondary lateral shoots showed the same reaction as the primary lateral shoots.

The actual duration of the crop depended on the spacing schedule used. More weekm²s are required for the wider spacings. The closest schedule was the most economical. Constant spacing at 24 pots per m² gave the best subjective quality. A provisional calculation of the production costs showed that a constant spacing of 24 pots per m² during both summer and winter gave a saving on the extra netto week m² and the extra labour costs in comparison to the standard schedule 48-24-12 pots per m².

Section 2

The shape of the plant is dependent on growth in both the length and the breadth. Both the shape and the relationship between length and width are also determined by the eventual development of the primary lateral shoots and the increase in growth of the main and lateral shoots. Fullness of the plant depends not only on the angle of the lateral shoots in relation to the main shoot and the degree of bending of the lateral shoots but also by the development of secondary lateral shoots. The model must help to explain whether the primary and secondary lateral shoots will or will not develop at different temperatures and under different light conditions. Also the increase in length of the main and lateral shoots must be understood so that the definition of a shape, plant mass and the relationship between the length and the width can follow.

The development of the plants was accurately recorded so that a description of the dynamic behaviour of *Ficus benjamina* could be made (chapter 2, section 2). The increase in length of the main shoot seemed to show a regular pattern. The length of the main shoot of *Ficus benjamina* increased as a result of the lengthwise growth rate (LGR). This LGR is influenced by the plastochron (P) and the maximum length of the internode (Lmax). Temperature and light influenced the plastochron. The maximum internode length was influenced by the position on the main shoot and by light. Within certain limits temperature probably did not influence the maximal length of the internodes. After a delay of three internodes the visible growth of the first lateral shoot commenced (constant a). Hereafter the development of each internode on the main shoot coincided with the visible growth of a lateral shoot on each internode situated three positions lower. The length of every lateral shoot (1,...,n-1, n) increased in the same way as the main shoot, but began with a longer maximum internode length.

Plastochron (P) is the time that elapses between the formation of two subsequent leaves and is also explained as the reciprocal of the leaf unfolding rate (chapter 3, section 2). In these experiments plastochron was calculated in days. The plastochron for *Ficus benjamina* was determined by non-destructive methods, without direct use of a reference length and therefore the corresponding daily measurements of leaf lengths.

The plastochron only seemed to be influenced by light levels below a certain intensity. The leaf unfolding rate was no longer visible below this level. Above this level the plastochron was temperature dependent. Whether the plastochron stops directly or slowly comes to a visible halt was not clear from this investigation. Furthermore it is not clear how long the low light level must be maintained to visibly stop the plastochron.

An increase in temperature reduced the plastochron. At 35° C however, the leaf unfolding rate decreased and the plastochron therefore increased. It is assumed that the lateral shoots will give the same reaction to temperature as the main shoot.

The plant density experiment carried out during the winter showed a general increase in the plastochron when compared to the same experiment in the summer. The leaf unfolding rate was lower. In the summer an increase in the plastochron for the main shoot was observed in the widest plant spacings. In the winter this effect was much less apparent. The lateral shoots positioned higher on the main shoot also showed an increase in the plastochron in the widest spacing schedules. This could indicate a sink/source

effect.

It is expected that the cessation in the growth of the lateral shoots, as with the main shoot, is correlated to light level.

The length of the internodes seemed to be dependent on their position (chapter 4, section 2). On the main shoot the internode length increased as the position of the internode increased. The internode length increased to reach a stationary level. This stationary level was influenced by light levels outside the glasshouse as well as by different spacing schedules within the glasshouse. Plants grown under good light conditions ($\leq 700 \text{ W/m}^2$) had a higher stationary level than plants grown under darker conditions ($\leq 450 \text{ W/m}^2$). Conversely in the plant density experiments, although the plants received more light when widely spaced, there was a reduction in the internode length from 4.5 to 4.0 cm. To create a model the approach using internodes (as 'building blocks') could be too complicated because there seems to be an interaction in the effect light has on the plant.

The final stationary level of the internode length on the main shoot was generally reached at the 10th internode. After this it seemed that temperature as well as spacing have no further influence on this level.

Application of different temperatures had no effect on the final level of the length of the internode on the main shoot. In the temperature experiment carried out under both light ($\leq 700 \text{ W/m}^2$) and poor light conditions ($\leq 450 \text{ W/m}^2$) a difference of 1 cm in internode length occurred.

In the experiments recording the development (chapter 2, section 1B) a slightly abnormal pattern in reaching the stationary level in internode length for the main shoot occurred, when compared to the other experiments described.

The internode length on the lateral shoots seemed to show a similar pattern to the main shoot. It was initially accepted that the influence of spacing and temperature on the internode length of the lateral shoots was similar to that of the main shoot.

The length of the leaves followed the same pattern as the length of the internode (chapter 5, section 2). The length of the leaves increased to a stationary level. It was also found to be true that for the leaf length the stationary level was not temperature dependent. Only under 35°C was a reduction in length recorded.

It was assumed that the sequence of the length of the leaves on the lateral shoot will show a similar pattern to that of the main shoot. In this research it was found that the first leaf on the lateral shoot was longer than the first leaf of the main shoot.

The angle of the lateral shoot in relation to the main shoot is temperature dependent. (chapter 6, section 2). The angle decreases with an increase in temperature. The age of the lateral shoot also influences the angle it makes with the main shoot. The bending of the lateral shoot depends on the length.

REF92 is a model which simulates dry matter production of a crop. The input consists of climatic data, a number of specific parameters and criteria of the Ficus crop. The modification of the model for a varying plant density within the crop has provided a good simulation of the dry matter production of Ficus for different plant densities.

INHOUD

Voorwoord	I
Samenvatting	II
Summary	VIII
Inhoudsopgave	XIII
1 Project 'Ontwikkeling en kwaliteit van potplanten'	1
1.1 Achtergrond van het project	1
1.2 Projectdoel	1
1.3 Projectorganisatie	2
1.4 Opbouw van het rapport	2
DEEL 1A: HET VASTSTELLEN VAN DE VISUELE KWALITEIT	3
1 De visuele kwaliteit	5
1.1 Inleiding	5
1.1.1 Algemeen	5
1.1.2 Getalsmatige definiëring van kwaliteit	6
2 Het subjectief vastleggen van de visuele kwaliteit	7
2.1 Inleiding	7
2.2 Verkennend onderzoek naar de kwaliteitskenmerken (experiment 1)	8
2.2.1 Doel	8
2.2.2 Materiaal en methoden	8
2.2.3 Resultaten	8
2.2.4 Discussie en conclusie	9
2.3 Bepalen van de visuele kwaliteitskenmerken (experiment 2)	9
2.3.1 Doel	9
2.3.2 Materiaal en methoden	9
2.3.3 Resultaten panelbeoordeling en discussie	13
3 Het objectief vastleggen van de visuele kwaliteit	16
3.1 Inleiding	16
3.1.1 Doel	16
3.2 Materiaal en methoden	16
3.2.1 Algemeen	16
3.2.2 Bepaling van de dichtheid	20
3.2.3 Bepaling van de rondheid	20
3.2.4 Bepaling van het optisch zwaartepunt	22
3.3 Resultaten	23
3.4 Discussie en conclusies	24
3.4.1 Meetfouten met beeldverwerking	26

DEEL 1B: HET STUREN VAN DE PLANT NAAR HET EINDPRODUKT	27
1. Ficus benjamina	29
1.1 Herkomst	29
1.2 Plantkundige beschrijving	29
1.3 Economische betekenis	30
1.4 Het uitgangsmateriaal	31
1.5 Teeltwijze	32
2. Heeft concurrentie tussen Ficus-stekken invloed op de uniformiteit van een partij?	33
2.1 Inleiding	33
2.1.1 Doel	33
2.2 Materiaal en methoden	33
2.2.1 Teeltmedium en voedingsoplossing	35
2.2.2 Klimaatregistratie	36
2.2.3 Waarnemingen	36
2.2.4 Statistische verwerking	37
2.3 Resultaten en Discussie	37
2.3.1 Klimaatrealisatie	37
2.3.2 Herkomst	37
2.3.3 Steklengte en concurrentie	38
2.3.4 'Overslaan'	40
2.4 Discussie en conclusies	41
3. Effect van de luchttemperatuur op de ontwikkeling en groei van Ficus benjamina 'Exotica'	42
3.1 Inleiding	42
3.1.1 Doel	42
3.2 Materiaal en methoden	43
3.2.1 Klimaatregistratie	43
3.2.2 Waarnemingen	43
3.2.3 Bepaling van de houdbaarheid	46
3.2.4 Statistische verwerking	46
3.3 Resultaten	46
3.3.1 Klimaatrealisatie	46
3.3.2 Ontwikkeling van het gewas	48
3.3.3 Houdbaarheid	55
3.4 Discussie en conclusie	55
4. Het effect van wijderzetten op de ontwikkeling en groei van Ficus benjamina 'Exotica'.	58
4.1 Inleiding	58
4.1.1 Doel	58
4.2 Materiaal en methoden	58
4.2.1 Klimaatregistratie	60
4.2.2 Waarnemingen	60
4.2.3 Statistische verwerking	62

4.3 Resultaten	62
4.3.1 Klimaatregistratie	62
4.3.2 Ontwikkeling van het gewas	64
4.3.3 Economische gevolgen	74
4.4 Discussie en conclusies	79
DEEL 2: DE ONTWIKKELING VAN FICUS BENJAMINA 'EXOTICA'	81
1. Inleiding	83
1.1 Algemeen	83
1.2 Uitgangssituatie van het model	83
2. Het dynamische gedrag van Ficus benjamina	84
3. Plastrochron	89
3.1 Algemeen	89
3.2 Plastrochron hoofdscheut	92
3.2.1 Invloed van het wijderzetschema (10 maart-26 juli 1993)	92
3.2.2 Invloed van het wijderzetschema (9 december-18 juli)	94
3.2.3 Invloed van lichtniveau	97
3.2.4 Invloed van de temperatuur	100
3.3 Plastrochron van de zijscheuten	101
3.3.1 Invloed van het wijderzetten	101
3.3.2 Invloed van het lichtniveau	105
3.3.3 Invloed van de temperatuur	105
3.4 Overzicht plastrochron	106
4. Maximale internodiumlengte	107
4.1 Hoofdscheut	107
4.1.1 Invloed van de temperatuur	107
4.1.2 Invloed van het wijderzetten	107
4.1.3 Invloed onder constante omstandigheden	110
4.2 Maximale internodiumlengte van de zijscheut	112
4.2.1 Invloed onder constante omstandigheden	112
4.2.2 Invloed van de temperatuur	115
4.2.3 De invloed van het wijderzetten	115
4.3 Overzicht internodiumlengte	115
5. De bladlengte	117
6. Hoek van de zijscheut	119
7. De lengtegroei van de hoofdscheut en de zijscheuten	119
8. Phyllotaxis	123

9. Tweedegraads zijscheuten	123
10. Koppeling van het ontwikkelingsmodel aan REF92	123
Vervolgonderzoek	125
Literatuur	127
Bijlagen 1 t/m 21	

1. PROJECT 'ONTWIKKELING EN KWALITEIT VAN POTPLANTEN'

1.1 Achtergrond van het project

Potplanten vormen een steeds belangrijkere produktgroep in de Nederlandse bloemisterij. In 1993 bedroeg de geschatte exportwaarde 1,7 miljard gulden. De laatste jaren zijn de produktiekosten sterk verlaagd door toenemende mechanisatie en proces-automatisering. Echter, toenemende concurrentie van de omringende landen en overproduktie zijn er de oorzaak van dat de opbrengsten de laatste tijd onder druk staan. Om de Nederlandse marktpositie te versterken is het van het grootste belang dat kennis en moderne uitrusting wordt benut voor het produceren van een kwalitatief hoogstaand produkt. Invoering van kwaliteitsnormen kan leiden tot het onderscheiden van het Nederlandse produkt ten opzichte van de omringende landen. Hierbij is het van belang dat een produkt van gestandaardiseerde kwaliteit (vorm, kleur e.d.) zo mogelijk jaarrond wordt aangeboden. Een complicatie bij het invoeren van kwaliteitsnormen is echter het ontbreken van objectieve kwaliteitskenmerken. Een goede methodiek om deze objectieve kwaliteitskenmerken vast te stellen is tot nu toe nog niet voorhanden.

Het invoeren van kwaliteitsnormen stelt ook zijn eisen aan de telers. Voor de telers houdt invoering in dat zij in staat moeten zijn om een gedefinieerd produkt te produceren. Dit vereist van de teler een nauwgezette teeltplanning en sturing van de groei, met name vorm en gevuldheid van de plant in de richting van het gewenste eindprodukt. Naar aanleiding van de hierboven geschetste problematiek is het project 'Ontwikkeling en kwaliteit van potplanten' opgezet.

1.2 Projectdoel

De doelstelling van het project was onderzoek naar de mogelijkheid van een planmatige teeltwijze, zodat het gewenste eindprodukt op het gewenste tijdstip kan worden opgeleverd. Het identificeren en herkennen van plantprocessen, welke minimaal noodzakelijk zijn om te komen tot een kwantitatieve beschrijving van de plant is daarbij zeer belangrijk. Daarmee is het mogelijk om uitgaande van de bestaande simulatiemodellen een model voor potplanten te verkrijgen, waarin naast de drogestofproduktie ook de vorm en ontwikkeling van de planten wordt gesimuleerd.

Het project werd uitgevoerd in drie fasen:

- a. Het vaststellen van de visuele kwaliteit.
- b. 'Vertalen' van de visuele kwaliteit naar meetbare plantkenmerken.
- c. Het sturen van de plant naar het gedefinieerde eindprodukt.

Het project werd uitgevoerd met *Ficus benjamina* 'Exotica' als voorbeeldgewas. Dit gewas kan jaarrond worden geteeld en heeft mogelijkheden om zich in de toekomst uniform en 'industrieel' te laten telen. Verder geeft dit gewas geen complicaties in verband met bloei.

1.3 Projectorganisatie

Het project werd gefinancierd door het Produktschap voor Siergewassen en had een looptijd van vier jaar. Op 1 september 1990 is het project gestart. Een begeleidingscommissie heeft de inhoudelijke kant van het project begeleid. Hierin namen vertegenwoordigers van het bedrijfsleven, waaronder Vereniging van Bloemenveilingen in Nederland en de Nederlandse Tuinbouw Studiegroepen (VBN, NTS) en onderzoekers van het Proefstation voor de Bloemisterij in Nederland (PBN) te Aalsmeer aan deel. De vergaderfrequentie van deze commissie was eenmaal in de twee maanden. De voortgang van het project werd bewaakt door een stuurgroep, waarin eveneens vertegenwoordigers van bovenstaande organisaties zitting hebben genomen. De stuurgroep had twee keer per jaar overleg.

1.4 Opbouw van het rapport

Het vaststellen van de visuele kwaliteit wordt besproken in deel 1A van het verslag. Op de uitvoering van de proeven wordt ingegaan in deel 1B van het verslag. Deel 2 van het verslag wordt geheel toegewijd aan de identificatie en herkenning van de plantprocessen, welke minimaal noodzakelijk zijn om te komen tot een kwantitatieve beschrijving van de plant. Ook wordt in dit deel aandacht besteed aan de modellering van de plantprocessen.

DEEL 1A

VASTSTELLEN

VAN DE

VISUELE KWALITEIT

1. DE VISUELE KWALITEIT

1.1 Inleiding

1.1.1 Algemeen

Kwaliteit wordt bepaald door beslissingen in de gehele keten van teelt tot consument. Naast de prijs van het produkt en een constante aanvoer, is kwaliteit één van de belangrijkste middelen om de marktpositie te versterken.

Wat is kwaliteit en waar wordt kwaliteit door bepaald? Het begrip kwaliteit wordt verschillend geïnterpreteerd. Enkele voorbeelden zijn:

- De mate waarin een produkt voldoet aan de verwachtingswaarde van de consument (kwaliteit) bepaalt mede de prijs (Ravensberg, 1985).
- Kwaliteit betekent letterlijk hoedanigheid (Mulder, 1985).
- Kwaliteit bij planten kan worden gedefinieerd als het geheel van eigenschappen, dat van invloed is op de geschiktheid van de desbetreffende plant om te voldoen aan de gestelde verwachtingswaarde van de consument (Brockhoff, 1984).
- Meerdere bloemen per plant,
- zwaardere planten,
- langere houdbaarheid,
- een hogere prijs (Vogelezang et al., 1988).

Kwaliteit heeft betrekking op heel veel eigenschappen van de plant, zowel de morfologische eigenschappen (uitwendige kwaliteit) als de fysiologische eigenschappen (inwendige kwaliteit).

Steenkamp et al. (1986) onderscheiden twee vormen van kwaliteit: de objectieve en subjectieve kwaliteit. De objectieve kwaliteit van een produkt kan omschreven worden als 'conform de specificaties'. Het is de kwaliteit vanuit het productieproces. Voor de consument is het productieproces en het (gespecificeerde) produkt een gegeven. De consument beoordeelt een produkt vanuit een eigen (subjectief) oogpunt met betrekking tot 'de geschiktheid voor het gebruik'. Steenkamp et al. duiden deze vorm aan als subjectieve kwaliteit.

In fase 1 van het project wordt er gekeken naar uitwendige kwaliteit. De uitwendige kwaliteit bij potplanten wordt onder andere bepaald door kleur, lengte, stevigheid, bloem- en bladbezetting en samenhang tussen plantgrootte en potmaat (Brockhoff, 1984). Een onderzoek op consumenten- en handelsniveau is nodig om antwoord te krijgen op de volgende vraag: "Wat wordt als kwaliteitskenmerk ervaren?". Aansluitend daarop kan gezocht worden naar de kwaliteitseisen van een produkt door de subjectieve kwaliteit, de mening van de consument, en de objectieve kwaliteit, de kwaliteit, zoals deze door middel van beeldverwerking wordt vastgelegd, aan elkaar te koppelen. Hierna is het voor de telers mogelijk om het aanbod af te stemmen op de gevraagde kwaliteit en tevens algemeen te streven naar een kwaliteitsverbetering in de productie.

Momenteel wordt kwaliteit subjectief, 'op het oog', vastgesteld. Het toepassen van een objectieve meetmethodiek met een non-destructief karakter zal leiden tot een vergroting van de uniformiteit binnen het gewas. Het stelt de teler in staat op basis van objectief meetbare plantkenmerken tijdens en aan het eind van de teelt te sorteren. Dit zal uiteindelijk leiden tot een grotere uniformiteit van partijen in de afzetketen. Daarnaast biedt een objectieve meetmethodiek de veilingen de mogelijkheid tot het vormen van uniforme partijen.

1.1.2 Getalsmatige definiëring van kwaliteit

In dit project werd gewerkt met het modelgewas *Ficus benjamina* 'Exotica'. Dit gewas kan jaarrond geteeld worden en heeft mogelijkheden om zich in de toekomst uniform en 'industriëel' te laten telen. Verder geeft dit gewas geen complicaties in verband met bloei. Om de visuele kwaliteit vast te stellen is een *Ficus* van 1,20 meter met twee stekken per pot gebruikt.

Om de visuele kwaliteit te kunnen vaststellen werd eerst een verkennend onderzoek naar plantkenmerken, die de visuele kwaliteit bepalen, uitgevoerd (experiment 1, hfdst 2). In het ideale geval had dit plaats moeten vinden met behulp van een representatieve groep consumenten, die als beoordelingspanel fungeert. Hiervoor zou een marktonderzoek nodig zijn. In de stuurgroep werd gekozen voor uitvoering van het experiment met medewerking van een groep telers (experiment 2, hfdst 2). Dit experiment valt uiteen in twee delen. In paragraaf 2.3 wordt ingegaan op de bepaling van de visuele kwaliteitskenmerken, gezien vanuit het oogpunt van de telers. Hoofdstuk 3 behandelt de meting van de visuele plantkenmerken en daarbij mogelijk optredende meetfout.

2. HET SUBJECTIEF VASTLEGGEN VAN DE VISUELE KWALITEIT

2.1 Inleiding

Uit literatuuronderzoek blijkt dat er weinig aanknopingspunten zijn voor de eisen, die aan de uitwendige kwaliteit van de Ficus gesteld worden. Praktijkonderzoek op het Proefstation voor de Bloemisterij heeft laten zien dat het uitgangsmateriaal invloed heeft op de lengtegroei en de vertakking van Ficus benjamina 'Exotica' en daarmee invloed heeft op de kwaliteit van de plant (Kromwijk & Van Mourik, 1990). Uit dit onderzoek is gebleken dat planten uit stek van weefselkweekmoerplanten een betere vertakking, maar een geringere lengtegroei gaven ten opzichte van planten uit stek van gewone moerplanten. De kwaliteit van de planten afkomstig van weefselkweekmoerplanten was daarmee beter. Naarmate de weefselkweekmoerplanten ouder waren, nam het effect van een betere vertakking en een geringere lengtegroei af. Ook de herkomst van stekken en van moerplanten kunnen verschillen in vertakking en lengtegroei veroorzaken (Kromwijk & Van Mourik, 1990).

Ficustelers leggen de nadruk op een aantal kwaliteitsaspecten. De meeste nadruk wordt gelegd op het verkrijgen van een volle plant. Daarnaast wordt er gelet op de kleur van het blad, de opbouw van de plant (vorm) en het ziektevrij zijn van het produkt (Van Rijnberk, 1988).

Met ingang van 1 september 1990 is het landelijke aanvoerschrift Ficus in werking getreden (Van Rijnberk, 1990). In dit aanvoerschrift van Ficus (zie bijlage 1) worden een aantal 'minimale eisen' genoemd, waaraan een potplant moet voldoen om verhandeld te worden via de klok of via het bemiddelingsbureau. Naarmate de planten meer afwijken van de gestelde kwaliteits- en sorteringseisen worden ze geveild in een lagere kwaliteitsgroep. In het algemeen geldt in dit aanvoerschrift dat Ficussen goed van opbouw en vorm moeten zijn. Ten aanzien van de sortering van de planten is de eis gesteld, dat de aangevoerde Ficussen per partij uniform dienen te zijn in plantvorm, hoogte of lengte, volume, bladkleur en het aantal planten of stekken per pot. Dit geldt ook voor potmaat en potkleur. De hoogte van de plant wordt vrijstaand gemeten, in de natuurlijke stand van de plant (zonder hoes en inclusief de pot). In het algemeen geldt bij het sorteren als uitgangspunt, dat de kleinste plant in de partij bepalend is voor de maatvoering.

Bij het landelijke aanvoerschrift Ficus zijn ook standaardadviesnormen gevoegd. Hierin zijn richtlijnen opgenomen voor de planthoogte en de plantbreedte, de potmaat, de potkleur en het aantal stekken per pot. Door planten te verhandelen die aan deze omschrijvingen voldoen, ontstaan gestandaardiseerde, uniforme produkten die een aparte plaats innemen in de verhandeling (Van Rijnberk, 1990).

Echter, planten die voldoen aan de eisen van de standaardadviesnormen kunnen onderling toch nog qua uiterlijk verschillen, bijvoorbeeld ten aanzien van gevuldheid en plantopbouw. Een nauwkeuriger definiëring van de kwaliteit van Ficus is noodzakelijk om het project 'Ontwikkeling en kwaliteit van potplanten' goed te kunnen uitvoeren.

Met behulp van kleinschalige, verkennende panelonderzoeken is er een beeld van de visuele kwaliteit bij enkele potplanten verkregen (Oprel, 1986, 1988). De hoogte, vorm in bovenaanzicht (rondheid) en vorm in zijaanzicht (gevuldheid) waren in deze

onderzoeken bepalend voor de visuele kwaliteit. Bij bloeiende potplanten speelden tevens het aantal en de verdeling van de bloemen een rol (Straat, 1991). In grote lijnen kwamen de uitkomsten overeen met resultaten uit een consumentenonderzoek ten aanzien van aankoopoverwegingen, te weten: plantvorm, grootte en uiterlijk in het algemeen (Genugten, 1986; Anonymus, 1987).

2.2 Verkennend onderzoek naar de kwaliteitskenmerken (experiment 1)

2.2.1 Doel

Het doel van dit experiment was het bepalen welke plantkenmerken belangrijk zijn voor de kwaliteit van de plant en hoe ze gezien worden vanuit de ogen van de teler.

2.2.2 Materiaal en methoden

Voor dit verkennende onderzoek waren acht Ficussen van 1,20 m op een rij gezet. Om een zo'n groot mogelijke spreiding in de verschillende plantkenmerken te krijgen, werden de planten bij verschillende telers gehaald. Vervolgens werden de planten door acht telers individueel op kwaliteit gesorteerd. Hierbij werden onder andere de volgende vragen gesteld:

- * Waar let U op als U planten op kwaliteit beoordeelt?
- * Hoe ziet U deze plantkenmerken, hoe zou U deze plantkenmerken beschrijven?
- * Hoe zouden deze plantkenmerken volgens U gemeten kunnen worden?

2.2.3 Resultaten

Uit het individueel sorteren op kwaliteit door telers kwamen de volgende punten naar voren:

- De planten werden allemaal het eerst van voren bekeken.
- Naast de voorkant van de planten werd ook de achterkant bekeken.
- Een eerste sortering op kwaliteit vond plaats op het kwaliteitskenmerk gevuldheid aan de onderkant van de plant. Het afwezig zijn van vulling werd als zeer negatief ervaren.
- De gevuldheid van de plant was belangrijk voor de kwaliteit van de plant. De gevuldheid werd door de teler gezien als een regelmatige verdeling van de zijscheuten over de gehele plant.
- Sortering vond ook plaats op de vorm van de plant. Het liefst werd een piramide-vorm gezien, die van onderen eerst iets taps toeloopt.
- De achterkant van de plant moest qua gevuldheid en vorm bij de voorkant passen. Dit betekende dat de plant vanaf de zijkant gezien geen gaten mocht vertonen in haar gevuldheid/vorm.
- Lange uitstekende zijscheuten werden niet als een negatief kwaliteitsaspect gezien. Met lange uitstekende zijscheuten behielden de planten nog sierwaarde.

- De kwaliteit van een plant wordt minder met afnemende gevuldheid en afwijkende vorm.

2.2.4 Discussie en conclusie

De kwaliteit van *Ficus benjamina* 'Exotica' blijkt grotendeels bepaald te worden door de kwaliteitskenmerken 'gevuldheid' en 'vorm'. Het kwaliteitsaspect 'rondheid van de plant' werd tijdens het sorteren van de planten niet genoemd. Volgens telers zouden Ficussen altijd een buikzijde hebben en een achterkant. Zolang de achterkant van een Ficus met zijn gevuldheid en vorm niet uit de toon valt bij de voorkant wordt de uitwendige kwaliteit van de plant er niet minder op.

Aan de hand van de resultaten uit dit onderzoek is een gerichte enquête opgesteld (zie bijlage 2). Deze enquête is in paragraaf 2.3 toegepast voor de bepaling van de visuele kwaliteitskenmerken.

2.3 Bepalen van de visuele kwaliteitskenmerken (experiment 2)

2.3.1 Doel

Het doel van het experiment was het kwalitatief en kwantitatief vaststellen van de visuele kwaliteitskenmerken, die voor de teler bepalend zijn.

2.3.2 Materiaal en methoden

Algemeen

De subjectieve kwaliteitskenmerken werden vastgesteld aan de hand van 25 planten van *Ficus benjamina* 'Exotica'. Vanwege de gewenste spreiding in plantkenmerken werden de planten bij verschillende kwekers en uit een eigen proef gehaald (dezelfde planten worden gebruikt in hoofdstuk 3). De planten waren alle opgepot in eenzelfde pot (zwarte 21 cm ES-pot) met een gelijk aantal stekken per pot (twee stekken per pot). Van alle planten werd eventueel aanwezig verdord blad en slechte bladpunten verwijderd. De beoordeling van de planten op kwaliteitskenmerken werd uitgevoerd door een panel bestaande uit 19 telers. In de enquête wordt naast de beoordeling van planten op kwaliteitskenmerken ook ingegaan op het bedrijf van de teler. Enkele kenmerken van het panel staan vermeld in tabel 1. De meeste telers waren omgeschakeld van groente/bloemen naar potplanten. Gewassen, die voor de omschakeling werden geteeld, waren onder andere: komkommer, roos, Freesia en Cymbidium.

Tabel 1: Kenmerken van het panel

	Minimum	Maximum
Bedrijfs grootte (m ²)	7.000	70.000
Ficusareaal per bedrijf (m ²)	3.200	52.000
% Ficusareaal ¹	43	100
% Ficus benjamina 'Exotica' ¹	0	85
% Golden King ¹	2	25
% Ficus gevarieerd ^{1,2}	1	6
% overige gewassen ^{1,3}	0	57
Hoelang al Ficusteler (jaar)	2	18

¹ Van de totale bedrijfs grootte.

² Onder andere: Starlight, Foliola, Reginald, Natasja, Lyrata, Deltoidea, Repens, Robusta, Profit.

³ Onder andere: Howea forsteriana, komkommers, Areca, Nephrolepis, Bamboe, Fatsia, Schefflera, Roos, Cymbidium.

Voor de beoordeling werden de planten op een rij geplaatst met hun 'buik' naar voren. Elke plant werd beoordeeld met rapportcijfers op schaal 1...10 op de volgende plantkenmerken:

1. totale indruk
2. gevuldheid
3. vorm in vooraanzicht
4. vorm in zijaanzicht
5. gevuldheid onderste helft van de voorkant
6. gevuldheid bovenste helft van de voorkant
7. gevuldheid van de achterkant
8. breedte
9. totale indruk voorkant
10. totale indruk achterkant

Met behulp van multipale lineaire regressie is getracht verbanden te vinden tussen beoordelingscijfers van de afzonderlijke plantkenmerken en de objectief gemeten kentallen van de plant met de totale indruk als te verklaren variabele.

Modelbeschrijving

Het (additieve) model van Steenkamp et al. (1986) wordt gebruikt voor de analyse van de kwaliteitskenmerken. Zij beschrijven de subjectieve kwaliteit als volgt:

Subjectieve kwaliteit

$$K_{ij} = c - \left\{ \sum_{t=1}^m w_{it} (x_{ijt} - y_{it})^2 \right\}^{1/2} \quad (1)$$

waarbij:

- K_{ij} = kwaliteit van produkt j in de ogen van individu i
- c = constante
- m = aantal kwaliteitsattributen die door de individuen als kwaliteitskenmerken ervaren worden
- w_{it} = gewicht dat individu i toekent aan kwaliteitsattribuut t
- x_{ijt} = score van produkt j op kwaliteitskenmerk t in de ogen van individu i
- y_{it} = ideale score van een produkt op attribuut t in de ogen van individu i
- i = persoon
- j = plant

De constante c geeft hier de maximum score aan. Voor elke afwijking, zowel naar boven als beneden, van de optimale score voor elke kenmerk wordt een bepaald aantal strafpunten, afhankelijk van het gewicht w , van de maximale score afgetrokken.

Het hieronder beschreven model wordt door Steenkamp et al. (1986) gebruikt voor het vaststellen van de objectieve kwaliteit. In het model wordt uitgegaan van gemeten plantkenmerken.

Objectieve kwaliteit

$$K_j = c - \left\{ \sum_{t=1}^{m'} w_t (x_{jt} - y_j)^2 \right\}^{1/2} \quad (2)$$

waarbij:

- K_j = de kwaliteit van produkt j
- c = constante
- w_t = gewicht van attribuut t
- x_{jt} = score van produkt j op attribuut t
- y_t = ideaalpunt
- m' = aantal objectieve (gemeten) attributen

Er wordt m' genomen omdat hier alleen technisch meetbare kenmerken in de kwaliteitsbeoordeling worden meegenomen.

Voor dit experiment zijn bovenstaande modellen in een aangepaste versie gebruikt zodat individuele beoordelingen van afzonderlijke kenmerken gewaardeerd kunnen worden met rapportcijfers van 1 t/m 10. De modellen zien er dan als volgt uit:

Subjectieve kwaliteit per individuele plant per beoordelaar

$$K_{ij} = c + \sum_{t=1}^m w_{it} \cdot x_{ijt} \quad (3)$$

waarbij:

- c = constante
- j = plant (1...25)
- i = beoordelaar (1...19)
- t = beoordeelde attribuut (1...m)
- w = gewicht van het attribuut voor de totaalbeoordeling K_{ij}
- x = score

Subjectieve kwaliteit per plant per gemiddelde beoordelaar

$$K_j = c + \sum_{t=1}^m w_t \cdot x_{jt} \quad (4)$$

Objectieve kwaliteit per plant

$$\underline{K}_j = c + \sum_{t=1}^{m'} w_t \cdot x_t \quad (m' \text{ is het gemeten attribuut}) \quad (5)$$

Bovenstaande definities zijn gebruikt bij de statistische analyse van de metingen en de panelbeoordeling. De eerste twee definities (3,4) leggen het verband tussen de beoordelingen voor de totale indruk per plant gemiddeld over het aantal panelleden en de beoordelingen voor de subjectieve kenmerken (kwaliteitsattributen) zoals hierboven opgesomd. De derde definitie (5) legt het verband tussen de beoordelingen voor de totale indruk per plant gemiddeld over het aantal panelleden en de objectief, met behulp van digitale beeldverwerking gemeten kengetallen.

2.3.3 Resultaten panelbeoordeling en discussie

De waardering van de afzonderlijke panelleden voor de gevraagde plantkenmerken varieerde van 0 à 1 tot 9 à 10 (tabel 2). Tabel 3 laat de gemiddelde spreiding van de kenmerken zien. Het verschil tussen de hoogste en laagste beoordeling voor de meeste kenmerken is groter dan 6 punten.

De subjectieve kwaliteit per beoordelaar en per plant (de totaalindruk K_{ij}) blijken na statistische analyse sterk positief gecorreleerd te zijn met alle kenmerken ($r^2 > 0.82$). Dit houdt in dat een hoge waardering voor alle kenmerken correspondeert met een hoge waardering voor de totaalindruk en dat een lage waardering voor alle kenmerken correspondeert met een lage waardering voor de totaalindruk.

Bij het kwalitatief en kwantitatief vaststellen van visuele kwaliteitskenmerken middels een panelbeoordeling spelen een aantal aspecten een rol. Bij de beoordeling is het noodzakelijk dat de variatie tussen de planten binnen een beoordelingspartij zo groot mogelijk is. Hierdoor is het mogelijk om er achter te komen welke plantkenmerken de visuele kwaliteit bepalen. Het ontstaan van een 'zwevende standaard' bij de panelleden tijdens een beoordeling moet vermeden worden. Een 'zwevende standaard' ontstaat wanneer de planten op één tijdstip op alle plantkenmerken beoordeeld worden, zodat vergelijk tussen de planten onderling mogelijk is. Door elk plantkenmerk voor alle planten afzonderlijk te laten beoordelen, kan dit effect vermeden worden. De uitvoering van experiment 1 (paragraaf 2.2) was van belang voor het opstellen van een goede enquête. Het is noodzakelijk dat de panelleden onderscheid kunnen maken tussen de verschillende plantkenmerken, zodat de gewichten van de verschillende plantkenmerken in de samenstelling van het totaalcijfer terug te vinden is.

Uit het onderzoek blijkt dat de variatie tussen de planten (2.7-8.8) groot genoeg geweest is (zie tabel 3). Dit betekent dat het beoordelingspanel niet kritisch genoeg geweest is op het moment van de beoordeling en alle plantkenmerken even belangrijk

Tabel 2: De gemiddelde waardering en de maximale spreiding per kenmerk van de 25 beoordeelde planten *Ficus benjamina* 'Exotica'.

Kenmerken	Minimum	Gemiddelde	Maximum
Totaalindruk	0	6.1	10
Gevuldheid totaal	0	6.2	10
Vorm voorkant plant	0	6.1	9
Vorm zijkant plant	1	6.3	10
Gevuldheid onderkant plant	0	5.9	9
Gevuldheid bovenkant plant	0	6.1	9
Gevuldheid achterkant plant	0	5.8	9
Breedte van de plant	0	6.2	9
Totaalindruk voorkant plant	0	6.1	10
Totaalindruk achterkant plant	0	6.0	10

Tabel 3: De gemiddelde waardering en de gemiddelde spreiding per kenmerk van de 25 beoordeelde planten *Ficus benjamina* 'Exotica'.

Kenmerken	Minimum	Gemiddelde	Maximum
Totaalindruk	2.7	6.1	8.8
Gevuldheid totaal	2.4	6.2	8.8
Vorm voorkant plant	2.6	6.1	8.8
Vorm zijkant plant	3.2	6.3	8.8
Gevuldheid onderkant plant	2.5	5.9	8.7
Gevuldheid bovenkant plant	2.9	6.1	8.6
Gevuldheid achterkant plant	2.5	5.8	8.6
Breedte van de plant	2.6	6.2	8.8
Totaalindruk voorkant plant	2.7	6.1	8.8
Totaalindruk achterkant plant	2.4	6.0	8.8

vond. Dit in tegenstelling tot het verkennend onderzoek (zie experiment 1), waar wél onderscheid gemaakt werd tussen de verschillende plantkenmerken. Er is in dit experiment geen goed onderscheid tussen de verschillende kenmerken verkregen. Dit betekent dat voor het vaststellen van de visuele kwaliteit het niet meer mogelijk is om te zien hoe zwaar bepaalde kenmerken bijdragen aan de totstandkoming van het totaalcijfer. Een groter beoordelingspanel had waarschijnlijk dit probleem kunnen voorkomen. Gebleken is echter dat het zeer moeilijk is om 50-100 telers op één tijdstip bij elkaar te krijgen.

Uit onderzoek van Oprel (1988) en Straat (1991) is gebleken dat de subjectieve kwaliteit van Begonia goed vast te stellen is. Bij het vaststellen van de visuele kwaliteit is naast een beoordelingspanel, bestaande uit telers ook een beoordelingspanel, bestaande uit consumenten genomen. Dit zou een andere mogelijkheid kunnen zijn om de visuele kwaliteit van Ficus vast te stellen.

3. HET OBJECTIEF VASTLEGGEN VAN DE VISUELE KWALITEIT

3.1 Inleiding

Digitale beeldverwerking lijkt als methodiek toepasbaar voor het vaststellen van objectieve criteria bij potplanten (Guyer et al., 1986; Hines et al., 1986,1987). Met behulp van digitale beeldverwerking kunnen plantkenmerken objectief gemeten worden. Het subjectieve element door menselijke interactie kan met behulp van deze apparatuur worden vermeden. Uiteindelijk wordt getracht de subjectieve waarden te koppelen aan de objectief gemeten criteria van de volgroeide plant. Hierdoor is het mogelijk kwaliteit te definiëren met behulp van deze criteria, waardoor de kwaliteitsnormen, die de koper c.q. gebruiker belangrijk vindt, vertaald worden naar kwaliteitskenmerken (hoogte, diameter e.d.) waarop de teler zich kan richten. Later is het eventueel mogelijk een link te leggen tussen de kwaliteitsbepalende criteria en de gemeten criteria van het halfwasstadium en het stekstadium. Indien er correlaties blijken te bestaan, is dit een aanwijzing dat sorteren van een partij in een vroeg stadium van de teelt kan leiden tot homogenere partijen in het volgroeide stadium.

Uit onderzoek is gebleken dat beeldanalysetechnieken in de kwaliteitsbepaling perspectieven bieden voor het vaststellen van de visuele kwaliteitskenmerken (Oprel, 1987; Straat, 1991; Vegter, 1992).

Veelbelovende resultaten zijn gevonden bij de sortering van Saintpaulia-stekken (Dijkstra et al., 1990; Vegter, 1992). Bij chrysantestekken vindt ook sortering met behulp van beeldverwerking plaats (Vliet, 1990).

3.1.1 Doel

Het doel was het objectief vastleggen van plantkenmerken met behulp van digitale beeldverwerking.

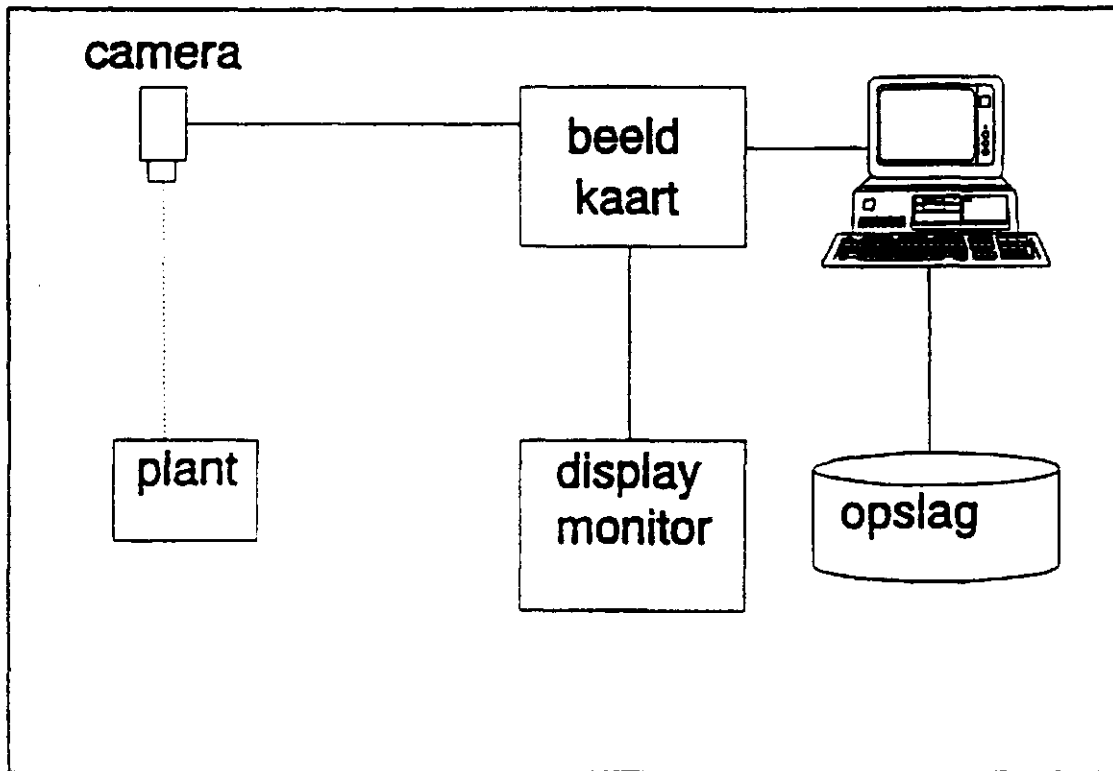
3.2 Materiaal en methoden

3.2.1 Algemeen

Voor het objectief vastleggen van de visuele plantkenmerken werden 25 planten van *Ficus benjamina* 'Exotica' gebruikt. Dit waren dezelfde planten die gebruikt werden voor de bepaling van de visuele kwaliteit (paragraaf 2.3). De planten waren alle opgepot in een zwarte 21 cm ES-pot, twee stekken per pot.

De beeldopnamen zijn gemaakt met een lichtbak (technische gegevens zie bijlage 3) in een verduisterde studio onder constante lichtomstandigheden. Een schematische voorstelling van de meetopstelling is gegeven in figuur 1. De opnamen werden gemaakt met achtergrondbelichting. Bij een opname met achtergrondbelichting kan een goede scheiding gemaakt worden in achtergrond en voorgrond. Vóór de opnamen van de planten is er eerst een opname gemaakt van de meetopstelling, gecalibreerd met maatlatjes. Daarna is elke opname van de plant gecorrigeerd voor deze zogenaamde lege

opname om invloed van de achtergrond uit te sluiten.



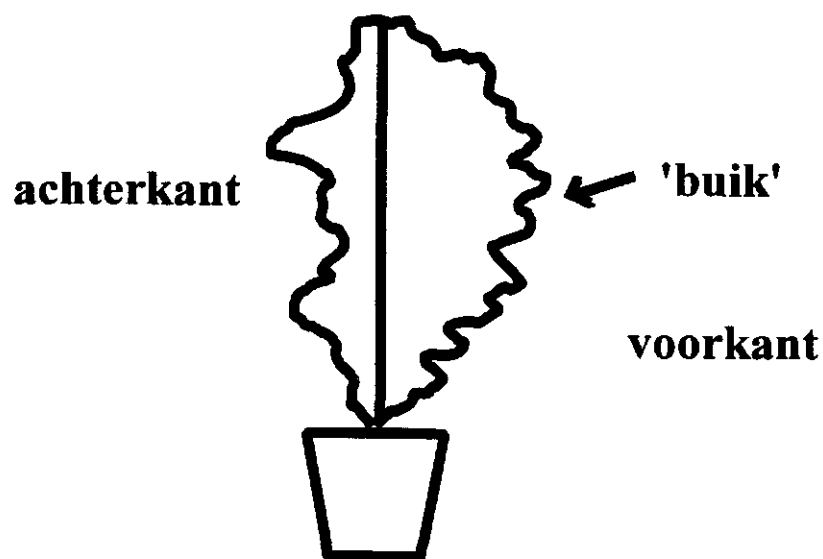
Figuur 1: De meetopstelling.

Er werden drie opnamen van elke plant gemaakt namelijk: boven-, voor- en zijopname. Bij het maken van de plantopnamen werd eenzelfde positie van de plant aangehouden. De buik van de plant was naar voren gericht (zie figuur 2). Dit geldt niet voor de bovenopname van de plant.

Van elke plant werden de hieronder vermelde kenmerken met digitale beeldanalyse bepaald. Met convex hull wordt hier gedefinieerd als de kleinste omhulling, die het gehele object omsluit.

vooropname: * Bepalen van de convex hull: in stappen van 10 cm buitenomtrek middelen om de uitstekende scheuten te verwijderen. De plant is ongeveer 100 cm hoog.

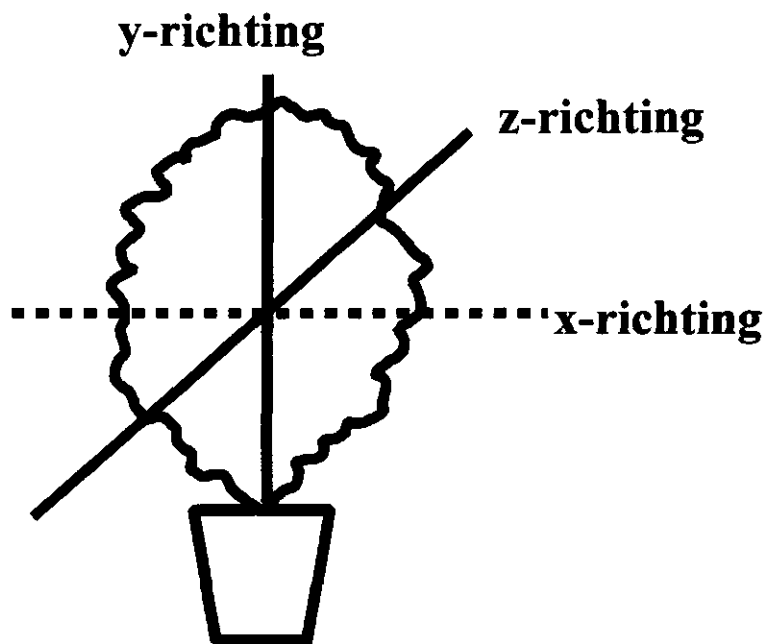
- * Bepalen van de hoogte, grootste breedte en bijbehorende hoogte van de convex hull.
 - * Originele opname opdelen in vijf horizontale stroken van 20 cm hoogte (zie figuur 7).
 - * Per strook verticale raaklijn trekken aan beide zijden van de plant. Afstand tussen deze raaklijnen per strook opgeven.
 - * Verticale lijn trekken vanuit het hart van de pot. Per strook zowel links als rechts van de verticale lijn bepalen wat het geprojecteerd bladoppervlak is, alsmede de gemiddelde breedte van de plant tot aan de lijn.
- zijopname:
- * Originele opname opdelen in vijf horizontale stroken van 20 cm hoogte (zie figuur 7).
 - * Verticale lijn trekken vanuit het hart van de pot. Per strook zowel links als rechts van de verticale lijn bepalen wat het geprojecteerd bladoppervlak is, alsmede de gemiddelde breedte van de plant tot aan de lijn.
- bovenopname:
- * Bepalen van optisch zwaartepunt.
 - * Bepalen van de verhouding grootste straal/kleinste straal.
 - * Bepalen van oppervlakte.



Figuur 2: Positie van de plant

Naast het bepalen van kenmerken met behulp van beeldverwerking zijn er ook kenmerken met de hand gemeten, namelijk:

- * Breedte van de plant op elke 20 cm planthoogte in de x-richting (zie figuur 3).
- * Breedte van de plant op elke 20 cm planthoogte in de z-richting (zie figuur 3).
- * Lengte en positie van de zijscheuten op de hoofdscheut van de plant.



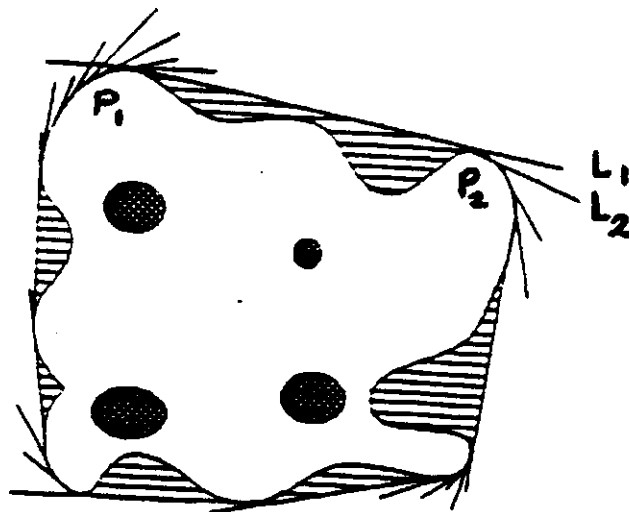
Figuur 3: Bepaling van de breedte van de plant in het vlak (x,y,z).

Voor het analyseren van de beelden werd gebruikt gemaakt van het programmapakket TCL-image met oplossend vermogen van 512 x 512 pixels (= beeldpunten). De technische gegevens van de beeldverwerkingsapparatuur zijn vermeld in bijlage 3.

3.2.2 Bepaling van de dichtheid

Voor het bepalen van de dichtheid van de plant met beeldverwerking zijn er verschillende methoden mogelijk. Een methode die onafhankelijk is van de positionering van de plant is het bepalen van de convex-hull. De convex-hull van een object is de kleinste omhulling die het gehele object omsluit. De convex-hull wordt bepaald op de volgende manier. Trek door het meeste linkse en hoogste punt, P_1 , van een object O een horizontale lijn L_1 heen. Roteer deze lijn rechtsom totdat L_1 raakt aan het object O . Het punt van O dat raakt aan L_1 en het verste weg is van P_1 wordt het raakpunt P_2 met de geroteerde lijn L_2 . Dit proces wordt herhaald totdat $P_n = P_1$ (figuur 4) (Rosenfeld en Kak, 1982). De dichtheid van de plant wordt vervolgens bepaald door het totaal aantal voorgrondpixels te delen door het aantal pixels behorende bij de convex-hull.

Zwart gekleurde gebieden: gaten in het oppervlak
Gearceerde gebieden: convex hull van de plant



Figuur 4: Het bepalen van de convex-hull.

3.2.3 Bepaling van de rondheid

Rondheid kan op verschillende manieren gedefinieerd worden. Een aantal definities van rondheid worden gegeven in de cursusmap digitale beeldverwerking in de landbouw (1989). Voor het gebruik bij beeldverwerking is het noodzakelijk die definitie te gebruiken, die goede resultaten oplevert en bovendien snel en gemakkelijk te berekenen is. Toepassing bij de verwerking van een groot aantal stekken of planten vereist een grote verwerkingssnelheid. Er wordt in dit onderzoek gebruik gemaakt van de

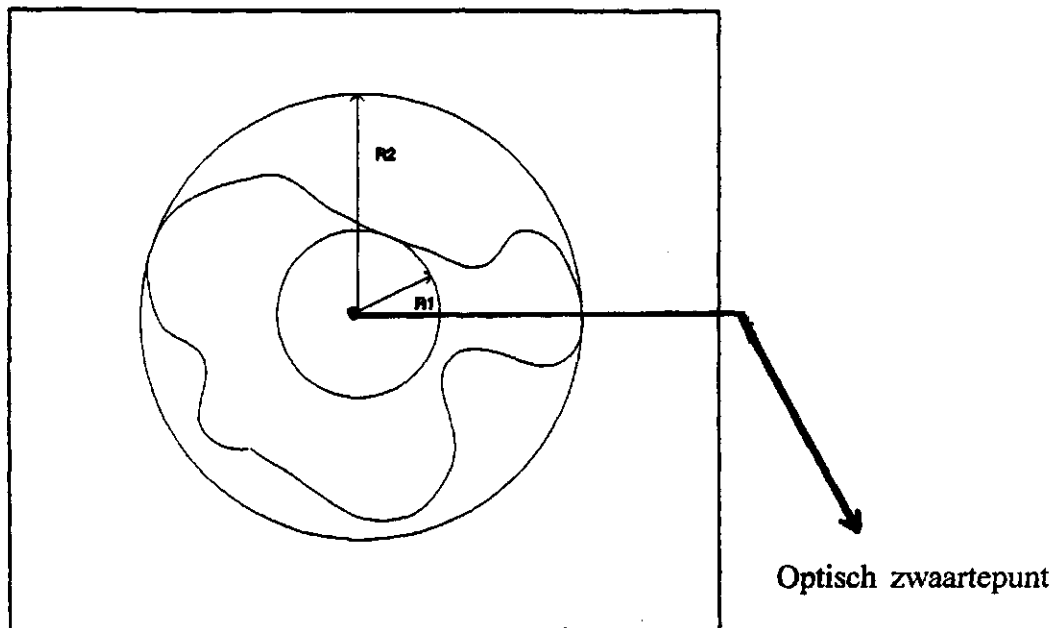
sphericiteit en de excentriciteit van een voorwerp.

De sphericiteit van een voorwerp is gedefinieerd als de verhouding tussen de grootste inwendige cirkel en de kleinste uitwendige cirkel van het voorwerp (figuur 5) (cursusmap digitale beeldverwerking in de landbouw, 1989). Als middelpunt is het optisch zwaartepunt gekozen. Van elke beeldlijn is de eerste en de laatste voorgrondpixel en uiteindelijk het dichtstbijzijnde punt en het meest verafgelegen punt van het optisch middelpunt bepaald.

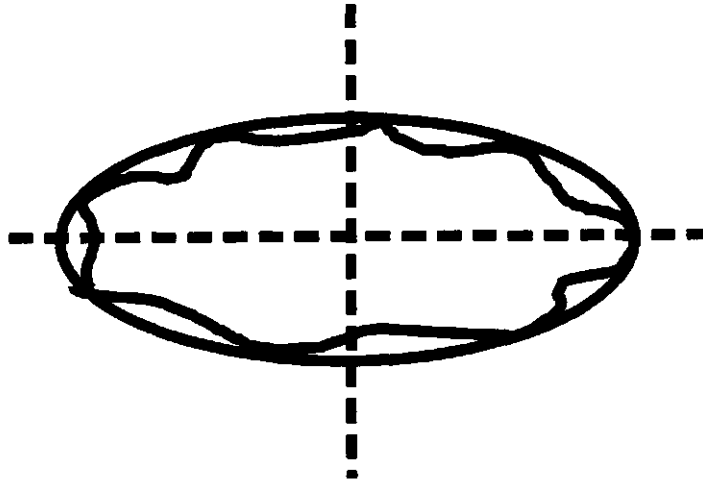
De excentriciteit van een voorwerp is gedefinieerd als de verhouding tussen de grootste as van de elips en de kleinste as van de elips (figuur 6). De elips wordt zo om het voorwerp getrokken dat het zoveel mogelijk raakpunten heeft met het object. Daarna wordt het optisch zwaartepunt als middelpunt gekozen, waarna de grootste en de kleinste as bepaald wordt.

R1 = de straal van de grootste inwendige cirkel

R2 = de straal van de kleinste uitwendige cirkel



Figuur 5: Bepaling van de rondheid door middel van de sphericiteit van een voorwerp.



Figuur 6: Bepaling van de rondheid door middel van de excentriciteit van een voorwerp.

3.2.4 Bepaling van het optisch zwaartepunt

Guyer et al. (1986) beschrijven het centrale traagheidsmoment van een voorwerp als volgt:

$$CMI = \sum \sum [(X - X_{gem})^2 + (Y - Y_{gem})^2] * F(x,y)$$

waarbij:

$F(x,y) = 1$, in het geval van een voorgrondpixel
 $F(x,y) = 0$, in het geval van een achtergrondpixel

Voor het bepalen van het optisch zwaartepunt komt dit neer op het sommeren van de afstanden per pixel vanaf een referentie-punt in pixels per richting en de totale afstanden in pixels te delen door het aantal voorgrondpixels.

$$D_x = \frac{\Sigma (X_{ref} - X) * F(x,y)}{\text{aantal voorgrondpixels}}$$

$$D_y = \frac{\Sigma (Y_{ref} - Y) * F(x,y)}{\text{aantal voorgrondpixels}}$$

waarbij:

D_x = decentralisatie van optisch zwaartepunt ten opzichte van referentiepunt in de x-richting.

D_y = decentralisatie van optisch zwaartepunt ten opzichte van referentiepunt in de y-richting.

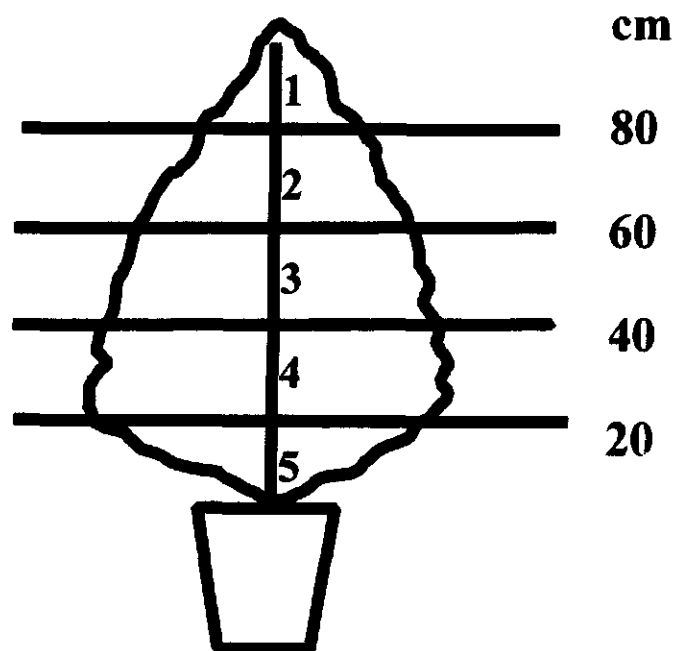
3.3 Resultaten

Voor de beeldanalyse is de plant opgedeeld in vijf horizontale stroken van 20 cm (zie figuur 7). Beeldanalysegegevens van 25 planten werden voor de statische analyse (zie modelbeschrijving in 2.3.2) gebruikt. De te verklaren variabele was de gemiddelde totale indruk per plant.

Verwerking met behulp van statische analyse laat zien dat de visuele kwaliteit van Ficus (1,20 m) voor 94,3% wordt bepaald door een vijftal variabelen. Deze variabelen zijn:

- * de dichtheid vooraanzicht in de 3^e en 4^e laag (38%)
- * de breedte vooraanzicht in de 4^e en 5^e laag (15%)
- * de breedte zijaanzicht in de 3^e laag (41%)

Dit betekent dat een optimale visuele kwaliteit bereikt wordt door een grote gevuldheid rond het optisch zwaartepunt. Hoe opener de plant wordt, hoe lager de kwaliteit. Het optisch zwaartepunt is afhankelijk van de vorm en ligt bij Ficus lager dan het midden van de plant.



Figuur 7: Opdeling van de plant

Meer informatie omtrent de onderkant van de plant kan verkregen worden door het meten van de plantbreedte in de onderste 40 cm (dus van de pot tot het optisch zwaartepunt). Voor een goede visuele kwaliteit moet een plant in laag 4 en 5 een bepaalde taklengte hebben. Een kale onderkant doet afbreuk aan de visuele kwaliteit.

Een natuurlijke plantvorm is gewenst. De breedte in zijaanzicht in laag 3 (het midden van de plant) geeft een indruk van de plantvorm. De breedte in zijaanzicht in laag 3 is in zekere zin een maat voor de rondheid van de plant.

De plant die het meest aan de kwaliteitseisen voldeed en gewaardeerd werd met een ruime negen staat afgebeeld op foto 1.

3.4 Discussie en conclusies

De resultaten uit dit onderzoek vertonen grote overeenkomsten met het verkennend onderzoek (zie paragraaf 2.2). Ook hier is de gevuldheid van de onderkant van de plant belangrijk. De gevuldheid werd door de teler gezien als een regelmatige verdeling van de zijscheuten over de gehele plant. De variabelen breedte in vooraanzicht (laag 4 en 5) en breedte in zijaanzicht (laag 3) komen ook uit het verkennend onderzoek als belangrijk naar voren. Het liefst wordt door een teler een piramide-vorm gezien en moet de achterkant van de plant bij de voorkant 'passen'.



Foto1: De hoogst gewaardeerde plant.

3.4.1 Meetfouten met beeldverwerking

Bij het maken van opnamen van de plant kunnen zich twee typen meetfouten voordoen. Allereerst de fout, die optreedt als gevolg van overgangen in het beeld van voorgrond naar achtergrond, de resolutie van het beeld. De grootte van deze toevallige fout hangt sterk samen met het oplossend vermogen van camera en beeldkaart.

Grenspixels zijn moeilijk te definiëren. Een deel van de pixel wordt belicht, een ander deel niet. Ze behoren dan zowel bij het object als bij de voorgrond c.q. achtergrond. Per beeldlijn geeft dit in het meest optimale geval een fout van een pixel per overgang. Door beeldvullend te werken is het mogelijk om het aantal grenspixels in verhouding tot het aantal objectpixels te minimaliseren of door de gebruikte resolutie te vergroten. Bij het beeldvullend werken wordt de camera zo dicht mogelijk bij het object geplaatst, zodat het grootste object nog juist volledig in beeld is.

De formule voor het bepalen van de relatieve fout ten gevolge van resolutie van het beeld staat hieronder vermeld:

$$R_f = (X * Y) / O * 100\%$$

R_f = de relatieve fout

X = het aantal overgangen per beeldlijn

Y = het aantal grenspixels per overgang

O = het aantal objectpixels

Door Straat (1991) zijn de maximale foutenmarges van de metingen met de camera voor Begonia bepaald.

Een tweede fout die voorkomt is de vertekening van het beeld, een systematische fout. Deze fout is het gevolg van de divergerende werking van de cameralens. Vertekening gaat een rol spelen bij het meten van grote potplanten. Hierbij gaat vaak de diepte van het beeld meespelen, waardoor vertekening toeneemt als gevolg van de variërende afstand van het voorwerp tot aan de lens.

Een foutenanalyse van de metingen met de camera voor Ficus zal nog uitgevoerd worden.

DEEL 1B

STUREN

VAN DE PLANT

NAAR HET

EINDPRODUKT

1. FICUS BENJAMINA

1.1 Herkomst

Het geslacht *Ficus* komt voor in de tropische en subtropische streken van Afrika, Europa, Azië en het gebied van de Stille Oceaan. *Ficus* behoort tot de familie van de Moraceae, de moerbeïachtigen. Het is een zeer uitgebreid en gevarieerd plantengeslacht. Van dit geslacht zijn ongeveer 2000 soorten bekend, waarvan de meeste van nature in de schaduw van andere planten groeien.

De echte vijg, *Ficus carica*, en de vroeger voor de rubberaanwinning aangeplante *Ficus elastica* zijn heel bekend. Slechts een klein aantal soorten wordt als sierplant gebruikt (sinds 1860).

De *Ficus*-planten ontleen hun sierwaarde vooral aan het vaak fraaie blad, dat qua vorm, grootte en kleur sterk uiteenloopt. Er zijn groene en bonte soorten en rassen met een sterk variërende bladtekening. Vooral groenbladige soorten blijken in het algemeen zeer sterke kamerplanten te zijn. Bontbladige soorten en soorten met een sterk getekende bladvorm stellen vaak meer eisen aan hun omgeving.

Het *Ficus*-sortiment wordt ingedeeld in drie hoofdgroepen. Er wordt onderscheid gemaakt op grond van habitus en bladgrootte van de soorten. De indeling is als volgt (Adrichem et al., 1979):

Groep 1: Weinig of niet vertakte planten op stam met min of meer grote zijbladeren.

Groep 2: Struikvormig vertakte planten met middelgrote bladeren.

Groep 3: Klimmende groeiwijze met stengels en hechtwortels (luchtwortels).

Plantensoorten die tot deze groepen behoren zijn:

Groep 1: *Ficus elastica*, *Ficus lyrata*, *Ficus benghalensis*, *Ficus altissima*.

Groep 2: *Ficus benjamina*, *Ficus retusa*, *Ficus indica*, *Ficus nitida*, *Ficus deltoidea*.

Groep 3: *Ficus pumila*, *Ficus radicans*.

1.2 Plantkundige beschrijving

De habitus van *Ficus benjamina* varieert sterk, van klimplanten, struiken tot bomen. *Ficus benjamina* is een kleinbladige plant, die sterk vertakkend is. De takken zijn licht gebogen. De jonge stengeldelen zijn groen en worden later bruin. De bladeren van *Ficus benjamina* staan verspreid over de stengel. Het jonge blad is lichtgroen en gegolfd en de hoofdnerf is bruin. Het volwassen blad is sterk glanzend en minder gegolfd. De bladlengte van bladeren in één pot varieert van 7 tot 15 cm, de bladbreedte varieert van 3 tot 5 cm. De bladeren zelf zijn ongedeeld of gelobd en veernervig. De hoofdnerf in het jonge blad is bruin.

Ficus benjamina vormt luchtwortels, die eenmaal verbonden met de grond kunnen uitgroeien tot een volledige plantstengel. De planten zijn het hele jaar groenblijvend, maar kunnen hun oude blad laten vallen.

Algemene kenmerken van het *Ficus*-geslacht zijn de aanwezigheid van het witte melksap, het litteken rondom de tak aan de voet van de bladsteel en de bloeiwijze. De karakteristieke bloeiwijze bestaat uit een flesvormig orgaan, dat aan de top een opening heeft. Op de binnenzijde hiervan staan vele bloemetjes. Dit orgaan ontstaat uit de sterk verdikte bloembodem en vormt een vlezige schijnvrucht, de vijg. De Romeinse naam voor vijg is *Ficus*. *Ficus benjamina* komt normaal gesproken in onze kamercultuur niet tot de vorming van vruchtjes (Burger en Snijders, 1991).

1.3 Economische betekenis

Ficus is al geruime tijd een belangrijke kamerplant, die hoog genoteerd staat in de kamerplanten-top 25 (Top 25 snijbloemen en potplanten, 1995). Sinds 1981 zelfs op de eerste plaats. *Ficus* wordt op enige afstand gevolgd door andere kamerplanten. Een overzicht van de aanvoer- en omzetontwikkeling van *Ficus* van de laatste jaren is weergegeven in tabel 4. Met een opbrengst van ruim 118,9 miljoen gulden was het aandeel van *Ficus* in 1993 9,1% van de totale Nederlandse omzet aan kamerplanten (Tuinbouwstatistiek, 1993). *Draceana* volgt daarna *Ficus* met een totale omzet van 67,6 miljoen gulden in 1993. Uit tabel 4 blijkt dat het aandeel van *Ficus* in de totale omzet van kamerplanten het laatste jaar iets gedaald is ten opzichte van de voorafgaande jaren.

Tabel 4: Aanvoer- en omzetontwikkeling *Ficus*

Jaar	Aanvoer x 1000 st.	Omzet x mln. gulden	Gemiddelde veilingprijs in ct./st.	Aandeel in % van totale omzet kamerplanten
1990	26.696	114.1	428	9.8
1991	32.734	128.3	392	10.1
1992	31.470	125.3	398	9.9
1993	29.393	118.9	405	9.1

Een groot deel van de Nederlandse *Ficus*-productie wordt geëxporteerd.

1.4 Het uitgangsmateriaal

Voor het uitgangsmateriaal wordt in de praktijk zowel gebruik gemaakt van een moerplantenbestand of van produktieplanten. Van de produktieplanten wordt zowel kop- als tussenstek gesneden. De moerplanten kunnen uit stek zijn of via meristeemcultuur vermeerderd. Vermeerdering via meristeemcultuur leidt tot een snellere beworteling van het stek, een betere vertakking van het stek en homogenere partijen (Kristiansen, 1989; Kromwijk en Van Mourik, 1991). De verschillende klonen binnen eenzelfde cultivar hebben ook invloed op de homogeniteit van een partij stek. Bech (1983) vond dat selectie van de beste kloon binnen een cultivar leidde tot een homogenere produktie en een betere kwaliteit.

Het stekmateriaal wordt op verschillende manieren verkregen:

1. Stek van moerplanten.

Bij deze methode wordt er een moerplantenbestand, meestal afkomstig van meristeemcultuur, aangehouden, waarvan kopstek wordt geknipt. De moerplanten gaan ongeveer 2 à 3 maanden mee. Bij deze methode is bekend dat hoe langer er van de moerplanten stek wordt geknipt, hoe meer de kwaliteit van het stekmateriaal achteruit gaat (Kromwijk en Van Mourik, 1991).

2. Stek-van-stek methode

Uit de stekken van de eerste generatie moerplanten uit meristeemcultuur wordt een tweede generatie moerplanten opgezet.

3. Stek van de beste produktieplanten

Uit een produktiepartij worden de beste planten geselecteerd, waarvan zoveel mogelijk stek wordt geknipt. Er wordt zowel kop- als tussenstek geknipt. Bij deze methode is het uitgangsmateriaal veel heterogener, waardoor het moeilijker is een homogenere partij planten aan het einde van de teelt te kunnen afleveren.

4. Stek van het produktiegewas

Hierbij worden er 3 à 4 stekken per plant geknipt. Ook bij gebruik van deze methode is bekend dat het moeilijker is om aan het einde van de teelt een homogene partij af te leveren.

In de praktijk wordt het meest gebruik gemaakt van methode 1 en 2 vanwege de homogeniteit van de partij.

Het stek moet in de praktijk aan bepaalde eisen voldoen. Deze eisen zijn:

- Het stek moet minstens drie bladeren hebben.
- De stengel van het stek moet voldoende verhout zijn.

De kwaliteit van het stek is afhankelijk van de conditie en de leeftijd van de moerplanten.

Voor de beworteling van het stek is een voldoende luchtig stekmedium nodig. Er worden verschillende materialen voor de beworteling gebruikt zoals mandpotjes, jiffy-potjes en grovopotjes. De beworteling van het stek vindt plaats in folietunnels bij een hoge luchtvochtigheid en temperatuur. Na het doorkomen van de wortels vindt afharding van de stekken plaats, het folie wordt dan verwijderd. De stekken worden beschermd

tegen direct zonlicht door krijten of schermen.

1.5 Teeltwijze

Bij het oppotten wordt het stek gesorteerd op uiterlijke kenmerken, zodat de teelt begint met een zo'n homogeen mogelijke partij. Hierbij wordt vooral gelet op de lengte van de stekken. De potgrond, die gebruikt wordt, is afhankelijk van het gebruikte watergeefstelsel. In de praktijk worden stekken zowel direct in de eindpot als apart in een kleinere pot opgepot. Enkel opgegroeide stekken worden na een aantal weken omgezet naar twee of drie stekken per pot afhankelijk van het beoogde eindproduct. Het aantal stekken per pot wordt bepaald door de uiteindelijk gewenste eindlengte, cultivar en veilingvoorschriften. Vaak geldt hoe hoger de beoogde eindlengte, hoe meer stekken er per pot geplaatst zijn. Dit kan variëren van één tot negen stekken per pot. Ook is er een grote variatie aanwezig in de gebruikte potmaat in relatie tot de eindlengte. Om meer standaardisatie hierin te krijgen, heeft de VBN richtlijnen opgesteld, de zogenaamde standaardadviesnormen (zie bijlage 1).

De planten worden na het oppotten in rijen of in verband geplaatst. Het aantal planten per m² is afhankelijk van het gewenste eindproduct. Tijdens de teelt worden de planten gestokt bij een lengte van 20 à 25 cm. Het ringen van de hoofdscheut vindt plaats bij elke 15 à 20 cm groei. De teeltduur van *Ficus benamina* is afhankelijk van de gebruikte cultivar, de gewenste eindlengte en uiterlijk van de plant en het ingestelde klimaat. Bij *Ficus benamina* zijn in de praktijk grote verschillen aanwezig in aangelegde wijderzetschema's, ingestelde temperatuur, relatieve luchtvochtigheid, watergeefsystemen etc.

Voor de afzet van planten hebben de veilingen landelijke aanvoerschriften opgesteld. Het landelijk aanvoerschrift van *Ficus* is in bijlage 1 opgenomen. In het landelijk aanvoerschrift worden aanvoer, kwaliteit, sortering en verpakking van *Ficus* beschreven. *Ficus* kan in elk gewenst stadium worden afgeleverd op de veilingen, mits een goede plant/pot-verhouding aanwezig is. De meest voorkomende *Ficus*-maten zijn 60, 90, 120 en 150 cm.

2. HEEFT CONCURRENTIE TUSSEN FICUS-STEKKEN INVLOED OP DE UNIFORMITEIT VAN EEN PARTIJ?

2.1 Inleiding

Er zijn grote verschillen in visuele kwaliteit waarneembaar binnen en tussen partijen Ficus. Het is voor de veilingen hierdoor niet mogelijk om uniforme partijen samen te stellen zowel voor als na de klok. Hierbij zouden echter zowel grote als kleine afnemers baat hebben.

Verschillen in visuele kwaliteit kunnen door diverse factoren worden veroorzaakt. Gedacht kan worden aan onder andere de opkweek van de Ficus (wijderzetten, opbinden), het uitgangsmateriaal (weefselkweek, stek-van-stek, lengte van stekken) en klimaatfactoren (licht, temperatuur). Ook het aantal stekken per pot zou invloed kunnen hebben op de uniformiteit van de partij evenals het wel dan niet overslaan (= het bij elkaar zetten van enkel opgegroeide stekken in één pot) tijdens de Ficus-teelt.

De groei en de ontwikkeling van Ficus benjamina 'Exotica' wordt in het project 'Ontwikkeling en kwaliteit van potplanten' modelmatig vastgelegd. Hierbij wordt uitgegaan van de standaardadviesnormen, twee Ficus-stekken per pot voor een lengte van 1,20 m. (zie bijlage 1). Om de invloed van twee stekken in een pot op de uniformiteit van een partij te bekijken werd de volgende proef gestart.

2.1.1 Doel

Het doel was het nagaan van de invloed van het aantal stekken per pot, de stekeigenschappen en de herkomst van de stekken op de uniformiteit van een partij.

2.2 Materiaal en methoden

De proef werd uitgevoerd in kasafdeling KL04 van week 6 tot en met week 22 1991. Op 11 januari werden er stekken van Franse weefselkweek en stek-van-stek gestoken in een stekplaat, gevuld met een stekmedium (zie deel 1B: 2.2.1). Het stek-van-stek werd genomen uit het midden van de 'moerplant' en er werden alleen kopstekken gebruikt. Van het weefselkweekmateriaal werd het eerste pluksel genomen. Na een bewortelingsperiode van vier weken werden de stekken opgepot in 12 en 19 cm ES-potten (week 6). Als potgrond werd Flush-grof (Ego, Aalsmeer) gebruikt, potgrond speciaal geschikt voor eb/vloedsysteem.

De volgende proeffactoren werden ingezet:

Proeffactoren

- aantal stekken per pot
 - 1
 - 2
- herkomst
 - Franse weefselkweek, eerste pluksel
 - stek-van-stek uit het midden van de plant
- steklengte
 - klein (zie tabel 5)
 - groot (zie tabel 5)
- overslaan
 - wel
 - niet
- herkomst
 - weefselkweek
 - stek van stek

Tabel 5: Kenmerken van het stekmateriaal met bijbehorende standaardafwijking.

Stekmateriaal		Stek-van-stek	Weefsel
Groot	Lengte (cm)	12.7 ± 1.3	5.5 ± 0.9
	# Blad op hoofdscheut	5.6 ± 0.8	6.7 ± 0.9
	# Bladeren	7.4 ± 1.7	8.8 ± 1.6
	# Zijscheuten	1.7 ± 1.0	1.8 ± 0.9
Klein	Lengte (cm)	8.9 ± 0.8	4.0 ± 0.5
	# Blad op hoofdscheut	5.0 ± 0.7	6.6 ± 0.8
	# Bladeren	6.2 ± 1.1	8.8 ± 1.5
	# Zijscheuten	0.8 ± 0.6	1.9 ± 0.9

= aantal

Alle stekken werden vanaf het begin geplaatst in een 19 cm ES-pot, behalve de stekken, die werden overgeslagen. Deze stekken werden eerst in een 12 cm ES-pot opgepot. Met het 'overslaan' wordt hier bedoeld het bij elkaar zetten van twee enkel opgegroeide stekken in één 19 cm ES-pot. Het overslaan van de stekken gebeurde na elf weken, op dat moment was het gewas 'gesloten'. Bij 'het overslaan' werd geselecteerd op gelijkheid van de stekken voor iedere 19 cm-pot conform de praktijksituatie.

Van te voren werd geloot op welke eb/vloedtafel weefselkweek en op welke tafel stek-van-stek werd geplaatst (zie bijlage 4). Hierbij werden randtafels in de kas uitgesloten. Op elke tafel werden de behandelingen en potten ad random neergezet. De proefpartijen werden met minimaal twee randrijen omsloten. Per behandeling werden er 60 stekken gebruikt. De overige stekken werden voor de randrijen gebruikt. Voor het wijderzetten van de proefpartijen in 19 cm ES-potten werd het volgende wijderzetschema gehanteerd:

De eerste 6 weken:	25 potten per m ²
De volgende 10 weken:	16 potten per m ²

Voor de 12 cm ES-potten gold het hieronder genoemde wijderzetschema:

De eerste 6 weken:	64 potten per m ²
De volgende 5 weken:	25 potten per m ²
	↓ overslaan
De daaropvolgende 5 weken:	16 potten per m ²

Het wijderzetten werd met een van te voren gemaakte mal uitgevoerd, zodat elke plant evenveel ruimte kon benutten. De planten werden in verband wijdergezet, zodra het gewas voldoende 'gesloten' was. Dit komt in de praktijk ongeveer overeen met een LAI (Leaf Area Index) van 3. Tijdens de teelt werden de stekken gestokt en bij ongeveer elke 15 cm groei opgebonden.

De temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid in de kas werden ingesteld op respectievelijk dag en nacht 20°C en 60%. Schermen van het gewas heeft plaatsgevonden bij een instraling buiten van 700 W/m² met een zonneweringsscherm LS 10. Er werd tijdens de proef geen CO₂ gedoseerd. De watergift met behulp van eb/vloed-systeem was afhankelijk van de behoefte van het gewas; naar de zomer toe oplopend van 2x per week 6 minuten tot dagelijks 6 minuten vloed inclusief op- en afvoertijden. De voedingsoplossing had een EC van 2,0. De samenstelling van de oplossing is vermeld in een schema van paragraaf 2.2.1 van deel 1B. Het nemen van grondmonsters en monsters van de voedingsoplossing heeft regelmatig plaatsgevonden om eventuele voorkomende afwijkingen te registreren en bij te stellen.

2.2.1 Teeltmedium en voedingsoplossing

Stekmedium: 100% Zweedse turf
10% perlite
toegevoegd per m³ 3 kg kalk en 0,5 kg PG-mix

Eb/vloedmedium: Flush grof: 75% turfstrooisel (hal 3)
 10% korlmolm
 15% perlite
 ¼ kg PG-mix
 3 ¼ kg Dolocal (pH 5,5)

De voedingsoplossing voor alle Ficus-teelten is samengesteld volgens onderstaande ionenbalans:

Macro-elementen (mmol.l ⁻¹)							Spore-elementen (µmol.l ⁻¹)					
NO ₃	H ₂ PO ₄	SO ₄	NH ₄	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
14.1	2	1.3	1.4	7.3	4	1	15	5	3	10	0.5	0.5

2.2.2 Klimaatregistratie

De temperatuur en relatieve luchtvochtigheid in de kas zijn circa 1 meter boven het gewas gemeten met behulp van een Flucon meetbox. De gegevens zijn vastgelegd in etmaalgemiddelden.

2.2.3 Waarnemingen

Elke plant werd 1x in de twee weken waargenomen. Hierbij werden de volgende uiterlijke kenmerken gemeten:

- lengte van de plant (cm)
- aantal bladeren aan de hoofdscheut
- aantal eerstegraads zijscheuten
- aantal tweedegraads zijscheuten
- aantal bladeren

Hieruit werden nog twee variabelen berekend, namelijk het aantal eerstegraads zijscheuten per lengte-eenheid en het aantal tweedegraads zijscheuten per lengte-eenheid. Aan het eind van de proef werd zowel het droog- als versgewicht (in g) van de individuele planten bepaald.

2.2.4 Statistische verwerking

Van elke meetvariabele is de variantie per veld berekend (per behandeling per tafel). Om te toetsen of de spreiding binnen elk veld evengroot was, is variantieanalyse toegepast. Toepassing van variantieanalyse op de varianties van de gemiddelden per tafel liet zien dat de spreiding tussen elk proefveld evengroot was. Tevens is er tweezijdig getoetst met variantieanalyse om te onderzoeken of er concurrentie tussen de stekken optrad in de tijd. Hierbij werd vastgesteld of het lengteverschil tussen twee stekken in één pot voor zowel weefselkweek als stek-van-stek toenam in de tijd. Variantieanalyse is ook toegepast om het uiteindelijke behandelingseffect te bekijken.

2.3 Resultaten en Discussie

2.3.1 Klimaatrealisatie

Bij de start van de proef in week 6 1991 was het zeer koud buiten. Hierdoor is het niet mogelijk geweest om een temperatuur van 20°C te realiseren. De gemiddelde etmaaltemperatuur in de maand februari is 18,5°C geweest bij een relatieve luchtvochtigheid van gemiddeld 56,2%. In maart, april en mei 1991 werd een gemiddelde etmaaltemperatuur van 21,7°C gerealiseerd. De relatieve luchtvochtigheid was in deze periode gemiddeld 67,0%.

2.3.2 Herkomst

In dit onderzoek is bij *Ficus benjamina* 'Exotica' duidelijk een verschil geconstateerd tussen planten afkomstig van weefselkweek en planten afkomstig van stek-van-stek (foto 2). De stek-van-stek planten namen sneller in lengte toe. Bij weefselkweekplanten is een lengtetoeename waargenomen van 52 cm in zestien weken, bij stek-van-stek-planten echter een toename van 65 cm in dezelfde periode. Er is geen verschil in gemiddelde internodiumlengte tussen de twee herkomsten aangetoond; beide herkomsten hadden een gemiddelde internodiumlengte van 3,4 cm (zie bijlage 5 en 6).

Gelet op de zijscheutvorming zijn de weefselkweekplanten beduidend meer vertakt dan de stek-van-stek-planten. Het aantal zijscheuten per lengte-eenheid is voor de weefselkweekplanten 0,3 in tegenstelling tot de stek-van-stek met 0,2 zijscheuten per cm lengte (zie bijlage 5 en 6). Dit is onder andere het gevolg van een hogere knopuitloop op de hoofdscheut bij weefselkweekplanten. Daarnaast zien weefselkweekplanten er in hun totaliteit ook gevulder uit door een hogere tweedegraads zijscheutbezetting.



Foto 2: Verschil tussen weefselkweek en stek-van-stek.

2.3.3 Steklengte en concurrentie

In tabel 6 worden de hoofdeffecten weergegeven van de proeffactoren, het aantal stekken per pot en de steklengte op de kenmerken eindlengte van de plant, het aantal bladeren aan de hoofdscheut en het aantal eerste- en tweedegraads zijscheuten. De aangebrachte verschillen in steklengten hebben geen verschil laten zien in latere uniformiteit. Voor zowel weefselkweek- als stek-van-stek-planten is waargenomen dat de lengtetoeename van grote en kleine stekken gelijk is, evenals de gemiddelde internodiuumlengte. Het plaatsen van één of twee stekken per pot heeft óók geen invloed gehad op deze lengtetoeename. Eenzelfde beeld gaf ook het plaatsen van een grote en een kleine stek in één pot.



Foto 3: Het verschil tussen één en twee stekken per pot.

Tabel 6: Hoofdeffecten van het aantal stekken per pot en de steklengte op de eindlengte van de plant, het aantal bladeren aan de hoofdscheut en het aantal eerste- en tweedegraads zijscheuten. Verschillende letters geven betrouwbare verschillen weer bij 5% onbetrouwbaarheid.

Kenmerken	Steklengte		Aantal stekken/pot	
	Klein	Groot	1	2
Lengtetoename (cm)	57.9	58.5	58.1	58.5
# Blad aan hoofdscheut	13.3	13.2	13.6 b	13.0 a
# Eerstegraads zijscheuten	14.5 a	15.0 b	15.1 b	14.3 a
# Tweedegraads zijscheuten	19.6 a	23.7 b	27.8 b	15.4 a
# Eerstegraads zijscheuten per lengte-eenheid	0.2	0.3 b	0.3 b	0.2 a
Internodiuumlengte (cm)	3.4	3.4	3.3 a	3.4

Het aantal zij scheuten per lengte-eenheid is voor alle steklengten hetzelfde geweest. Er was een klein verschil waarneembaar in het aantal tweedegraads zij scheuten tussen grote en kleine stekken. Een groter verschil in het aantal tweedegraads zij scheuten is waargenomen bij één of twee stekken in een pot. Twee stekken in een pot geven samen echter dezelfde hoeveelheid tweedegraads vertakking als één stek in een pot (foto 3).

2.3.4 'Overslaan'

In de praktijk worden Ficus-stekken direct in de eindpot opgepot of ze worden eerst in kleine potten opgepot en later naar de grotere eindpot 'overgeslagen'. De stekken worden 'overgeslagen', wanneer ze een lengte van 40 à 50 cm hebben bereikt. Om het effect hiervan op de uniformiteit te bekijken zijn aan het begin van de proef een aantal stekken eerst opgepot in 12 cm ES-potten. Na elf weken (week 16) zijn de stekken 'overgeslagen' naar 19 cm ES-potten, waarbij er twee stekken in een pot zijn geplaatst. Deze behandeling is vergeleken met een behandeling waarbij twee stekken direct in de eindpot zijn opgepot.

Tabel 7: Hoofdeffecten van uitgangsmateriaal en het overslaan van de stekken op de eindlengte van de plant, aantal bladeren aan de hoofdscheut en het aantal eerste- en tweedegraads zij scheuten. Verschillende letters geven betrouwbare verschillen weer bij 5% onbetrouwbaarheid.

Kenmerken	Uitgangsmateriaal		Overslaan	
	Stek-van-stek	Weefsel	Wel	Niet
Lengte (cm)	65.4 b	53.3 a	59.9 b	58.8 a
# Blad aan hoofdscheut	13.0	13.1	13.1	12.9
# Eerstegraads zij scheuten	13.5 a	15.5 b	14.5	14.6
# Tweedegraads zij scheuten	14.9 a	18.4 b	15.6 a	17.7 b
# Eerstegraads zij scheuten per lengte-eenheid	0.2 a	0.3 b	0.3 b	0.2 a
Internodiuumlengte (cm)	3.5	3.5	3.5 b	3.5 a

Aan het eind van de teelt is gebleken dat het direct plaatsen van twee stekken in de eindpot tot meer tweedegraads zij scheutvorming leidt dan de behandeling waarbij de stekken worden 'overgeslagen' (tabel 7 en bijlage 7). Het lengteverschil tussen de behandelingen is slechts 1 cm ten gunste van de behandeling met 'overslaan'. Het aantal zij scheuten per lengte-eenheid is voor beide behandelingen gelijk, evenals de internodiuumlengte. Waarschijnlijk vertakken twee stekken in de eindpot meer doordat in de behandeling, waarbij stekken worden overgeslagen, eerder lichtbeperking optreedt. De

stekken staan eerst in kleinere potten dicht bij elkaar, waardoor er eerder een lichtbeperking optreedt dan bij dicht tegen elkaar geplaatste grotere eindpotten. Het nut van het wel of niet 'overslaan' zal afgewogen moeten worden tegen de winst in beteelbaar oppervlak (ruimte) en bedrijfsmiddelen (potten, grond etc.).

2.4 Discussie en conclusies

Lengtegroei en vertakking worden beïnvloed door het uitgangsmateriaal. Planten geteeld uit stek van moerplanten, die zijn vermeerderd door middel van weefselkweek, geven een betere vertakking, maar een geringere lengtegroei ten opzichte van planten uit stek van gewone moerplanten. De kwaliteit van de planten afkomstig van weefselkweekmoerplanten is beter (Kromwijk en VanMourik, 1990). Bij het te lang stek snijden van een moerplant gaat de kwaliteit van de moerplant achteruit. De stekken worden onregelmatig en kunnen afwijkingen gaan vertonen (Zwinkels, 1987). Ook de herkomst van stekken en van moerplanten kunnen verschillen in vertakking en lengtegroei veroorzaken. Verschillen kunnen worden veroorzaakt door variatie in klonen of variatie in de beworteling van het stek. Het verschil tussen de snelst en de langzaamst groeiende genotypen van *Ficus benjamina*, verzameld in commerciële Deense kwekerijen, was 46,1% in termen van planthoogte, terwijl het aantal laterale scheuten 46,2% varieerde (Ottosen, 1988). Ook de resultaten van dit onderzoek stemmen hiermee overeen. Weefselkweekstekken laten een beter gevulde plant zien in vergelijking tot stek-van-stek-planten. Er is een hogere okselknopuitloop waar te nemen bij de weefselkweekstekken. Waarschijnlijk is dit te wijten aan het nog aanwezig zijn van hormonen, die afkomstig zijn van de voedingsbodem, in de weefselkweekplanten. Door de hogere tweedegraads zijnscheutbezetting zien de weefselkweekplanten er in hun totaliteit gevulder uit. De lengtetoeename van de weefselkweekstekken echter is minder in vergelijking tot de stek-van-stek.

Er zal een groter verschil in steklengte moeten worden aangelegd om eventuele concurrentie tussen stekken te kunnen waarnemen. Het verschil in lengte tussen een grote en een kleine stek is in deze proef niet groot genoeg geweest om eventuele concurrentie in lengte te kunnen aantonen. Het aangebrachte lengteverschil blijft constant in de tijd en heeft geen verdere invloed op de uniformiteit van een partij. Het sorteren op steklengte binnen de onderzochte lengteklassen lijkt daarom niet van belang. Wel is het zo, dat wanneer er wordt uitgegaan van een langere steklengte, er een grotere eindlengte van de plant wordt bereikt. Uit onderzoek van Kromwijk en Van Mourik (1991) bleek ook dat de lengte van een bewortelde stek invloed heeft op de uiteindelijke hoogte van de planten aan het eind van de teelt.

Het 'overslaan' van stekken geeft uiteindelijk hetzelfde teeltresultaat te zien als direct starten in de eindpot.

3. EFFECT VAN DE LUCHTTEMPERATUUR OP DE ONTWIKKELING EN GROEI VAN FICUS BENJAMINA 'EXOTICA'

3.1 Inleiding

Een belangrijke klimaatfactor, die de groei, ontwikkeling en kwaliteit van een potplant beïnvloedt, is de temperatuur. De temperatuur oefent invloed uit op ontwikkelings- en groeiprocessen zoals bladafsplitsingssnelheid, strekkingsgroei en drooggewicht. Bekend is dat de internodiumlengte wordt gereduceerd bij een verhoging van de temperatuur (neutrale DIF = verschil tussen nacht- en dagtemperatuur) bij *Ficus benjamina* en *Epipremnum*, maar wordt verlengd in *Ficus elastica* (Jensen and Andersen, 1992). Het betrof hier een verhoging van temperatuur van 21/21°C tot en met 33/33°C. Bij een aantal pot- en perkplanten leidt een negatieve DIF tot een verkorting van de internodia (Moe, Field, and Mortensen, 1992; Moe and Heins, 1990; Van Leeuwen, 1993).

Vele bladplanten kunnen zeer goed gedijen als zij opgekweekt worden bij hogere temperaturen dan tot nu toe gebruikelijk (Mortensen and Larsen, 1989; Mortensen, 1991). Van *Ficus benjamina* en *Ficus elastica* is bekend dat het temperatuuroptimum voor de dag en de nacht hoger ligt dan 32°C (Mortensen, 1988; Mortensen and Larsen, 1989). Dit onderzoek is wel uitgevoerd in klimaatcellen met vrijstaande planten, waardoor de optimumtemperatuur in werkelijkheid wel eens anders kan liggen in een gewassituatie door de verminderde lichtbenutting.

In het hieronder beschreven onderzoek wordt uitgegaan van constante temperaturen voor dag en nacht. Voor *Ficus benjamina* is gevonden dat de internodiumlengte niet toeneemt door gebruik te maken van omgekeerde dag/nachttemperaturen (Jensen and Andersen, 1992). Een toename van de gemiddelde temperatuur door een verhoging van de nachttemperatuur of de dagtemperatuur laat hetzelfde effect zien op het drooggewicht (Mortensen and Larsen, 1989). De gemiddelde temperatuur bepaalt dus de groei van *Ficus benjamina*. Hendriks en Müller (1988) vonden echter dat een *Ficus benjamina* bij een constante temperatuur groter werd met meer blad in vergelijking tot wisselende temperaturen. De temperaturen werden hierbij gewisseld om de twee uur.

Over de in de teelt gerealiseerde luchttemperatuur in relatie tot de houdbaarheid van *Ficus* is in de literatuur weinig bekend. Toepassing van tabletverwarming met een potttemperatuur van 30°C en een luchttemperatuur van 23 à 24 °C heeft bij *Ficus* niet geleid tot een achteruitgang van de houdbaarheid (Vogelezang, 1990). In de literatuur is wel veel bekend over de effecten van licht, bemesting en watergift gedurende de teelt en transport op de uiteindelijke houdbaarheid van *Ficus*. Verlaging van de lichthoeveelheid aan het einde van de teelt heeft een positieve uitwerking op de houdbaarheid (Steinkamp, Conover and Poole, 1991).

3.1.1 Doel

Het doel van het experiment was het bestuderen van het effect van de temperatuur op de ontwikkeling en groei van *Ficus benjamina* 'Exotica'.

3.2 Materiaal en methoden

Op 16 juli 1992 (week 29) werden bewortelde Franse weefselkweekstekken (zie voor kenmerken tabel 8) opgepot in een 14 cm ES-pot (zie deel 1B: 1.5.1). De stekken werden per tweetal in een pot geplaatst. Ondanks het watergeven met de hand, werd toch gebruik gemaakt van Flush-grof (Ego, Aalsmeer) als potgrond. Deze potgrond is door zijn eigenschappen eigenlijk speciaal geschikt voor het eb/vloedsysteem, maar om proeven onderling te kunnen vergelijken werd deze grond toch gebruikt. Dit betekende wel dat er meer water gegeven moest worden.

De potten werden ad random verdeeld over zeven geconditioneerde kassen, LL10 t/m LL16. De volgende behandelingen werden ingezet:

- | | |
|--------|--------|
| - 17°C | - 29°C |
| - 20°C | - 32°C |
| - 23°C | - 35°C |
| - 26°C | |

De behandelingen zijn volgens een lotingsschema verdeeld over de kassen (zie bijlage 8). Er bevonden zich twee betonnen bakken per kas met daarin een bevoeiingsmat. In elke bak werden potten ad random geplaatst. De proefpartijen werden met minimaal twee randrijen omsloten. Per behandeling werden er 60 stekken gebruikt. De planten werden éénmaal in verband wijdergezet, zodra het gewas voldoende 'gesloten' was. Dit komt ongeveer overeen met een LAI van 3. Tijdens de teelt werden de stekken gestokt en bij elke 15 cm groei geringd.

In de geconditioneerde kassen werd de temperatuur dag en nacht constant gehouden. Dit was te realiseren door het gewas te schermen bij een instraling van 450 W/m² met een buitenscherm. De vertragingstijd van het scherm was 5 minuten. Afhankelijk van de ingestelde temperatuur werd via roosters aan de zijkanten van de kas verwarmde of gekoelde lucht in de kassen geblazen. De regeltemperatuurvoeler bevond zich in het rooster, waardoor de uitgaande lucht van de kas werd gezogen. Er werd tijdens de proef geen CO₂ gedoseerd. De relatieve luchtvochtigheid was in deze kassen niet te regelen. Het nathouden van vloeren moest de relatieve luchtvochtigheid nog enigszins in de hand houden. Er werd met de hand bovendoor, dus op de pot, water gegeven. De watergift was afhankelijk van de behoefte van het gewas. Naarmate de temperatuur hoger was, werd er meer water gegeven. De voedingsoplossing had een EC van 2,0. De samenstelling van de oplossing is vermeld in een schema van paragraaf 2.2.1 van deel 1B. Het nemen van grondmonsters en monsters van de voedingsoplossing vond regelmatig plaats om eventuele afwijkingen te registreren en bij te stellen.

Beëindiging van de eerste proef vond plaats op 23 september 1992 (week 39). In week 34, op 20 augustus tijdens de eerste proef, werd een tweede proef gestart als herhaling van de eerste proef. De tweede proef werd op dezelfde manier uitgevoerd als

de eerste proef en werd beëindigd in week 43 op 21 oktober.

Tabel 8: Kenmerken van het stekmateriaal met bijbehorende standaardafwijking.

Kenmerken stekmateriaal		weefselkweek	standaardafwijking
Proef 1	Lengte (cm)	9.6	± 0.9
	# Blad op hoofdscheut	7.5	± 0.6
	# Bladeren	15.2	± 1.5
	# Zijscheuten	3.5	± 0.6
Proef 2	Lengte (cm)	11.2	± 1.5
	# Blad op hoofdscheut	8.3	± 1.0
	# Bladeren	19.5	± 5.7
	# Zijscheuten	4.3	± 1.3

3.2.1 Klimaatregistratie

Om na te gaan in hoeverre de temperatuurbehandelingen zijn gerealiseerd, zijn er klimaatwaarnemingen verricht. Voor de meting van de temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid werd gebruikt gemaakt van Flucon meetboxen. Deze meetboxen zijn uitgerust met een pT-100 element voor de temperatuurmeting en een capacitatieve vochtmeting voor bepaling van de relatieve luchtvochtigheid. De laatste meting kent een afwijking van +/- 3%. De meetboxen werden circa 40 cm boven het gewas opgehangen. Er werd iedere minuut gemeten, waarna een uursgemiddelde werd vastgelegd op een datalogger. Uit de gegevens van de relatieve luchtvochtigheid is het vochtdeficit berekend.

3.2.2 Waarnemingen

Elke proef werd iedere drie weken waargenomen.

Proef 1:

17 juli (start van de proef)
10 augustus
31 augustus
21 september

Proef 2:

20 augustus (start van de proef)
7 september
28 september
19 oktober

Per waarneming werden vier stekken per behandeling genomen. Hierbij werden de

volgende uiterlijke kenmerken gemeten:

- Lengte van de plant (cm)
- Aantal bladeren aan de hoofdscheut
- Aantal eerstegraads zijnscheuten
- Aantal tweedegraads zijnscheuten
- Aantal bladeren totaal
- Bladoppervlak van bladeren van de hoofdscheut, eerstegraads zijnscheuten en tweedegraads zijnscheuten (cm²)
- Droog- en versgewicht van de hoofdscheut, eerstegraads zijnscheuten en tweedegraads zijnscheuten (g)
- Lengte eerste- en tweedegraads zijnscheuten (cm)
- Van elk internodium op de hoofdscheut:
 - positie
 - lengte (cm)
 - diameter (mm)
 - drooggewicht (g)
 - versgewicht (g)
- Van elk blad op de hoofdscheut
 - positie
 - lengte (cm)
 - breedte (cm)
 - bladoppervlak (cm²)
 - drooggewicht (g)
 - versgewicht (g)
- Van twee willekeurige zijnscheuten:
 - internodium (zie voor metingen internodium hoofdscheut)
 - blad (zie voor metingen blad hoofdscheut)
 - positie van de zijnscheut

Aan het eind van de proef werd er naast deze meting nog een extra meting op respectievelijk 9 en 29 oktober uitgevoerd. Van acht planten werden van de hierboven genoemde kenmerken de eerste zeven kenmerken bepaald. Uit deze kenmerken zijn ook bladafsplittingsnelheden berekend en plastochrons (= de tijd die verloopt tussen twee opeenvolgende bladeren). Deze twee kenmerken worden nader behandeld in deel 2 van het verslag. Om het effect van de temperatuur op de takstand te bestuderen werd aan het einde van de proef de hoek van de zijnscheuten met de hoofdscheut middels een gradenboog vastgesteld. Per temperatuur werden er twee planten doorgemeten.

3.2.3 Bepaling van de houdbaarheid

Aan het einde van de teelt zijn per behandeling zes exemplaren genomen om ter oriëntatie de houdbaarheid van de planten te bepalen. De volgende behandelingen werden ingezet:

- geen transport
- één week transport
- twee weken transport

Het transport vond plaats bij een temperatuur van 15°C en een relatieve luchtvochtigheid van 70%. Na het transport werden de planten in de houdbaarheidsruimte geplaatst. De houdbaarheidsruimte heeft een temperatuur en relatieve luchtvochtigheid van resp. 20/20°C en 60% en een lichtintensiteit van 3 W/m² PAR (Photosynthetic Active Radiation). Planten zonder transport werden direct in deze ruimte geplaatst.

Aan de planten werden de volgende kenmerken waargenomen:

- aantal gevallen blaadjes
- aantal blaadjes met bladverbruining

Gedurende vijf weken werden de tellingen verricht.

3.2.4 Statistische verwerking

De metingen werden éénmaal in de vier weken verzameld. Variantieanalyse is toegepast om het uiteindelijke behandelingseffect te bekijken op elk meettijdstip. Relaties tussen de verschillende kenmerken zijn bekeken. Bij het vinden van verbanden tussen de verschillende kenmerken zijn de meeste uiteindelijk getoetst met regressie-analyse. Een aantal relaties worden hier behandeld. Op andere relaties wordt ingegaan in deel 2 van het verslag.

3.3 Resultaten

3.3.1 Klimaatrealisatie

In de eerste proef was het niet mogelijk om in de periode van 17 juli tot 8 augustus een temperatuur van 17°C te handhaven (zie tabel 9). Dit was te wijten aan de extreem hoge buitentemperatuur. Na deze periode werd deze temperatuur voor beide proeven goed in de hand gehouden. De overige temperaturen werden gedurende de hele proef goed gerealiseerd. In tabel 9 en 10 is een gemiddelde etmaaltemperatuur gegeven per meetperiode van circa drie weken (overeenkomstig de waarnemingstijdstippen).

Tabel 9: Gerealiseerde kasluchttemperatuur in °C van proef 1.

Setpoint Meetperiode	17°C	20°C	23°C	26°C	29°C	32°C	35°C
17-07 tot 10-08	19.5	21.1	23.2	26.5	28.7	32.7	35.0
10-08 tot 31-08	17.7	20.2	22.8	26.3	28.7	32.5	35.4
31-08 tot 21-09	17.4	20.1	22.8	26.4	28.8	32.2	35.5

Tabel 10: Gerealiseerde kasluchttemperatuur in °C van proef 2.

Setpoint Meetperiode	17°C	20°C	23°C	26°C	29°C	32°C	35°C
20-08 tot 07-09	17.3	20.1	22.8	26.3	28.8	32.2	35.5
07-09 tot 28-09	17.9	20.3	22.8	26.3	28.7	32.2	35.4
28-09 tot 19-10	17.2	20.0	22.7	26.3	28.7	31.7	35.2

Vanuit de geregistreerde relatieve luchtvochtigheidsgegevens is het gerealiseerde vochtdeficit berekend. Tabel 11 en 12 laten een oplopend vochtdeficit zien bij stijgende temperatuur. Met name boven de 29°C nam het vochtdeficit snel toe. Dit geldt zowel voor de eerste als de tweede proef. Een dergelijke verhoging van het vochtdeficit kan invloed hebben op de ontwikkeling en groei van de planten.

Tabel 11: Gerealiseerd vochtdeficit in g/kg van proef 1.

Temperatuur Meetperiode	17°C	20°C	23°C	26°C	29°C	32°C	35°C
17-7 tot 10-08	*	*	1.0	4.5	**	7.7	7.7
10-08 tot 31-08	*	*	1.4	5.9	**	11.2	14.5
31-08 tot 21-09	*	*	2.1	6.9	**	12.3	17.5

* dichtbij 0,0 g/kg.

** data ontbreken door afwijkende Flucon-metbox.

Tabel 12: Gerealiseerd vochtdeficit in g/kg van proef 2.

Temperatuur Meetperiode	17°C	20°C	23°C	26°C	29°C	32°C	35°C
20-08 tot 07-09	*	*	1.8	6.3	**	12.4	17.2
07-09 tot 28-09	*	*	1.1	6.7	**	11.3	16.2
28-09 tot 19-10	*	*	2.6	7.7	**	12.0	16.7

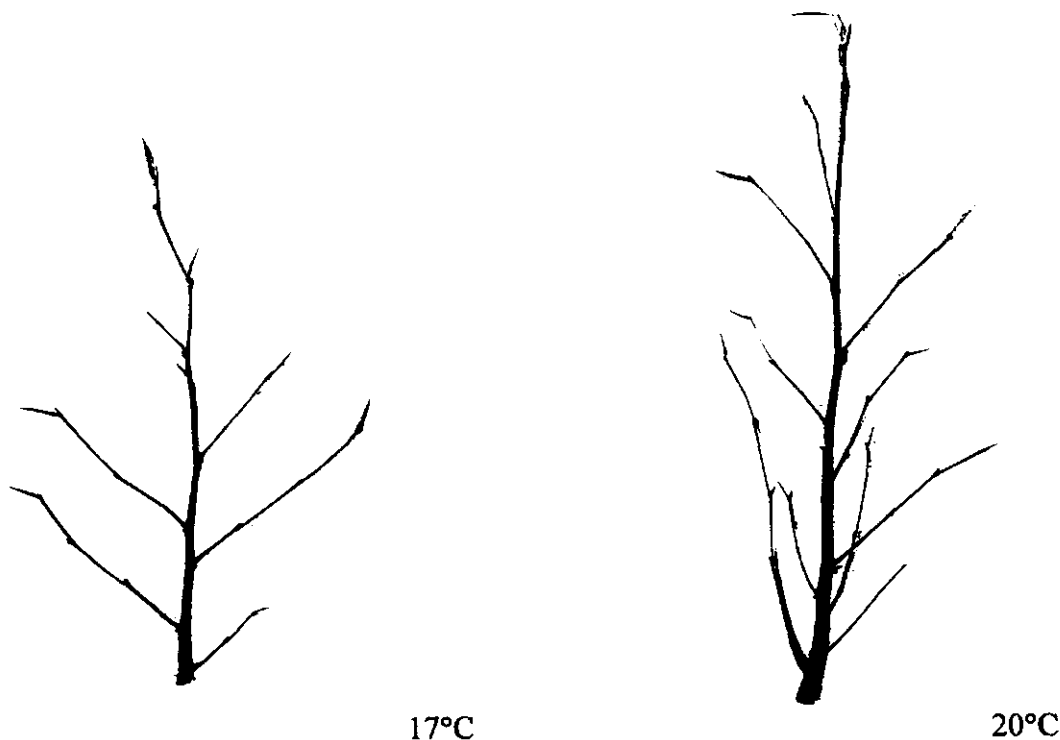
* dichtbij 0,0 g/kg.

** data ontbreken door afwijkende Flucon-meetbox.

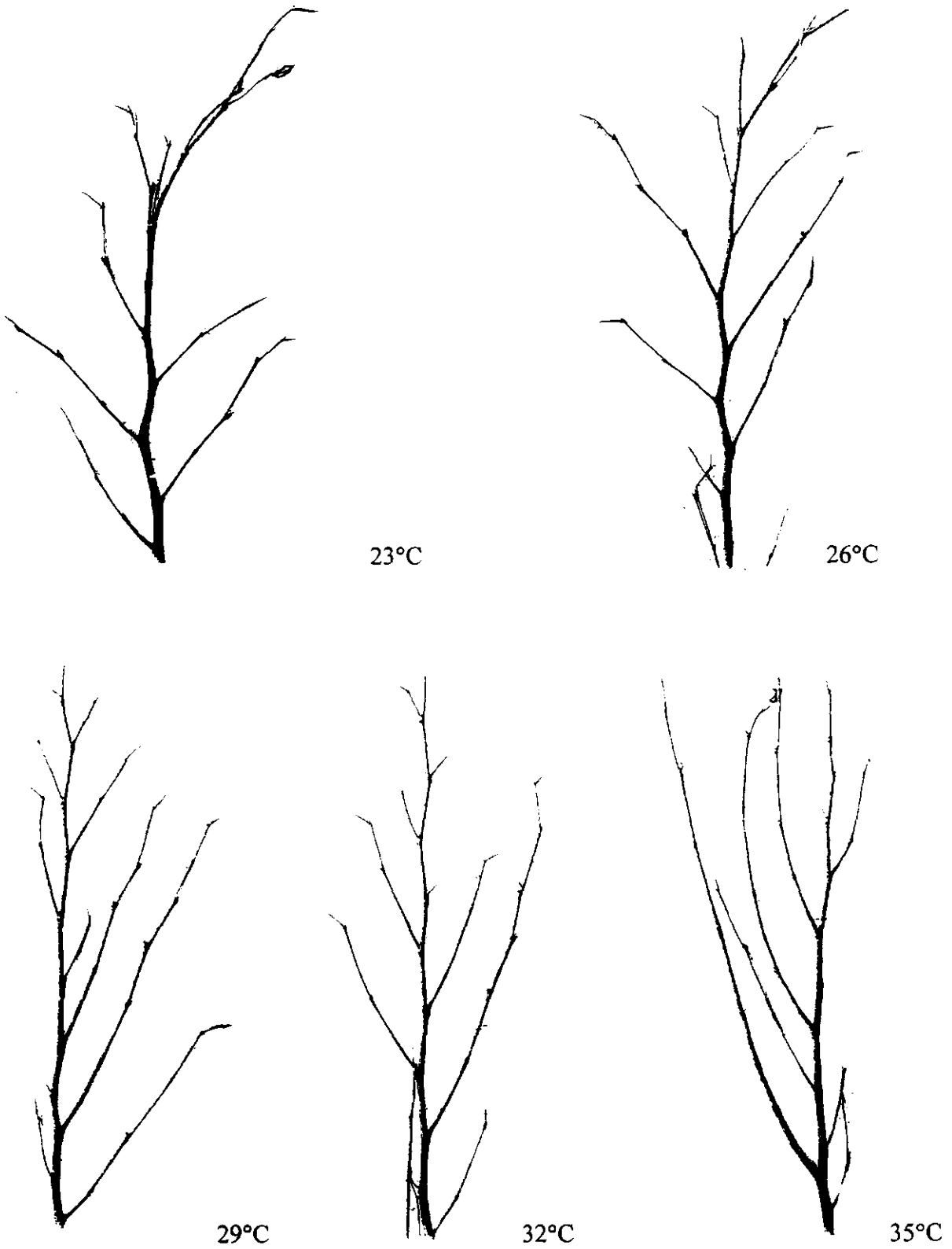
3.3.2 Ontwikkeling van het gewas

Effect op het uiterlijk van de plant

De temperatuur heeft een grote invloed op de uiterlijke ontwikkeling van het gewas. Naarmate de temperatuur toeneemt, verandert de hoek van de zijscheuten met de hoofdscheut. In beide proeven was duidelijk waarneembaar dat bij een lage temperatuur de takstand horizontaler was in vergelijking met een hoge temperatuur. In figuur 8 a en b is illustratief de takstand voor de verschillende temperaturen weergegeven.

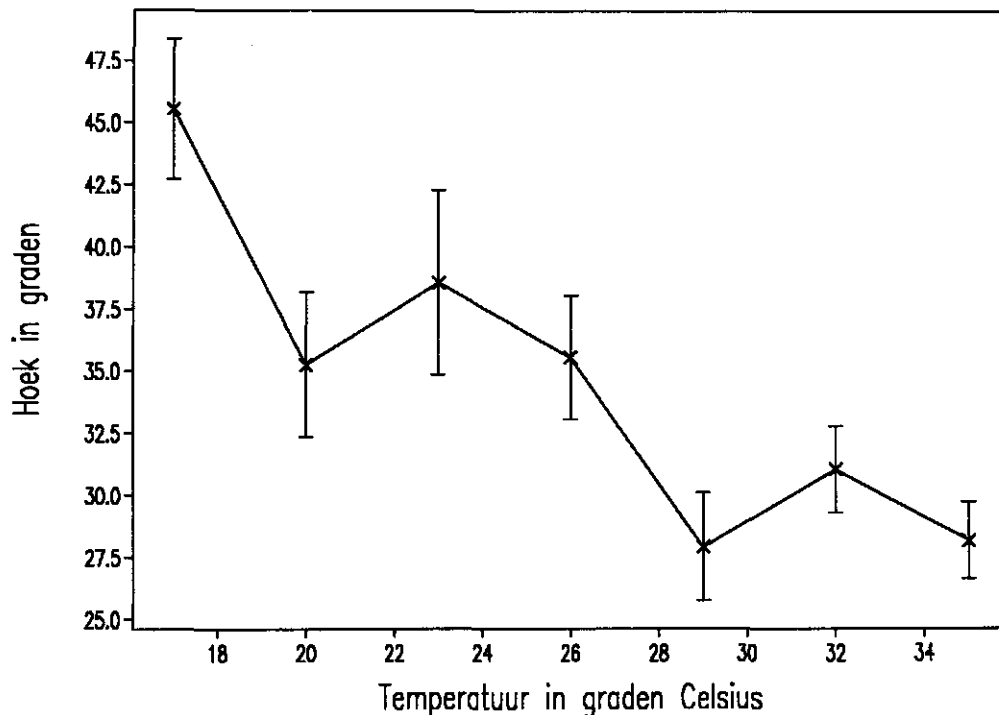


Figuur 8a: Hoek van de zijscheuten met de hoofdscheut voor verschillende temperaturen.



Figuur 8b: Hoek van de zijscheuten met de hoofdscheut voor verschillende temperaturen.

Een gemiddelde hoek in graden van de zijscheut met de hoofdscheut bij verschillende temperaturen staat vermeld in figuur 9 en bijlage 9.

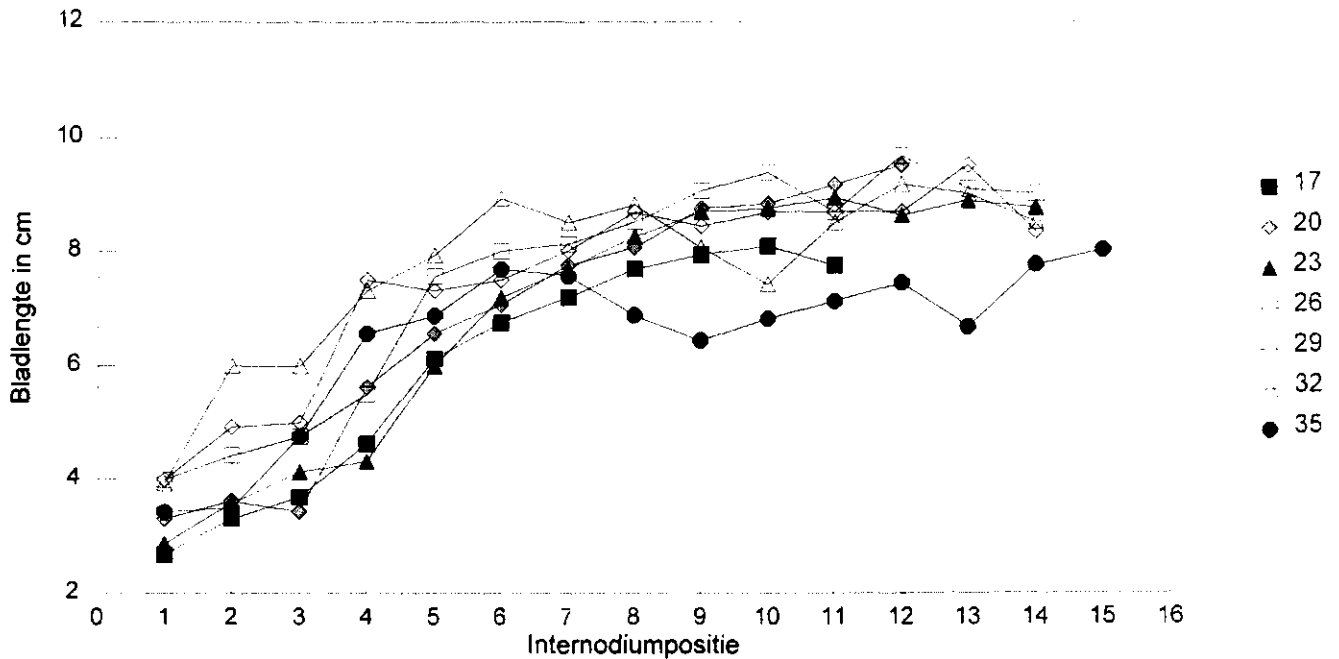


Figuur 9: Gemiddelde hoek in graden, die de zijscheut met de hoofdscheut maakt, bij verschillende temperaturen met bijbehorende standaardafwijking.

Ook de bladgrootte verandert bij hoge temperaturen. Verkleining van het bladoppervlak trad vooral op bij een gemiddelde etmaaltemperatuur van 35°C. In figuur 10 is de gemiddelde bladlengte van de bladeren van de hoofdscheut voor alle temperaturen uitgezet tegen de internodiumpositie. Beide temperatuurproeven werden gestart met stekken, die opgebouwd waren uit 7 à 8 internodia. Zowel voor de eerste proef als de tweede proef geldt dat de bladlengte bij een temperatuur boven de 32°C afneemt vanaf de achtste internodiumpositie. Planten bij 35°C bleven qua plantlengte ook achter in vergelijking met een gemiddelde etmaaltemperatuur van 32°C. Foto 4, 5 en 6 geven een beeld van de invloed van de verschillende behandelingen op de uiteindelijke kwaliteit van de plant.

Bij hogere temperaturen was waar te nemen dat de verhouting sterk achterbleef in vergelijking tot de lagere temperaturen. Bij 35°C was ook echt de veerkracht uit de takken verdwenen, zodat deze planten zich goed in model lieten brengen. De bladkleur werd lichter naarmate de temperatuur toenam.

Bladlengte hoofdscheut



Figuur 10: De gemiddelde bladlengte bij verschillende temperaturen met bijbehorende internodiuimpositie (n=4).



Foto 4: De uiteindelijke kwaliteit van de planten bij 17°C, 20°C en 23°C.



Foto 5: De uiteindelijke kwaliteit van de planten bij 25°C, 26°C en 29°C.



Foto 6: De uiteindelijke kwaliteit van de planten bij 29°C, 32°C en 35°C.

Effect op de plantlengte, plantgewicht en bladoppervlak van steel en blad

De temperatuur heeft duidelijk invloed op het vers- en drooggewicht, het bladoppervlak en de lengte van de verschillende stengeldelen. Analyse van de eerste twee meettijdstippen laat nauwelijks significante verschillen zien tussen de behandelingen, hoewel er wel een duidelijke trend waarneembaar is. Dit geldt voor vrijwel alle gemeten kenmerken. Het feit dat de effecten van de behandelingen op de verschillende kenmerken niet significant aantoonbaar waren, is waarschijnlijk te wijten aan het grote plaatseffect in de kassen. Hierdoor is de variatie binnen een meetpartij groter. Uitwerking van beide analyses zijn weergegeven in bijlage 10, 11 en 12. Op meettijdstip 4 zijn er pas echt significante verschillen ontstaan tussen de ingezette behandelingen. In tabel 13 is het effect van de temperatuur op het aantal bladeren, het bladoppervlak, aantal eerste en tweede graads zijscheuten en de totale lengte van de zijscheuten weergegeven. Het aantal bladeren, dat afgesplitst wordt op de hoofdscheut, laat duidelijk een optimum zien rond 30°C. Bij 35°C splitst de hoofdscheut niet alleen minder blad af, maar neemt ook de gemiddelde internodiuumlengte af, waardoor de planthoogte uiteindelijk lager is. De internodiuumlengte over de hoofdscheut neemt voor elke temperatuur wel toe met de planthoogte (zie verslag 2).

Tabel 13: Analyse meettijdstip 4.

Effect van temperatuur op het aantal bladeren, het bladoppervlak, het aantal 1° en 2° graads zijscheuten en de totale lengte van de zijscheuten. Verschillende letters geven betrouwbare verschillen weer bij 5% onbetrouwbaarheid.

kenmerken	Temperatuur in °C						
	17	20	23	26	29	32	35
# bladeren op hoofdscheut	12.4 a	13.1 a	14.9 b	16.8 c	18.1 d	17.6 cd	15.8 b
# bladeren	36.8	50.4	52.6	60.0	63.7	64.3	43.6
bladoppervlak (cm ²)	223 a	405 b	452 b	632 c	689 c	669 c	365 b
# 1° graads zijscheuten	8.9 a	10.6 abc	12.4 bcd	13.9 cd	14.6 d	13.5 cd	9.5 ab
# 2° graads zijscheuten	1.3	1.5	2.1	3.8	1.8	1.8	0.5
totale lengte zijscheuten	82.5 a	84.4 ab	94.4 abc	108.3 bcd	116.5 cd	129.4 d	118.1 cd

Hoewel niet significant, is duidelijk waarneembaar dat het aantal bladeren toeneemt naarmate de temperatuur stijgt tot 35°C. De temperatuur heeft een significant effect op het bladoppervlak. Het bladoppervlak neemt toe met een verhoging van de temperatuur. Ook hier blijkt 35°C te hoog te zijn, wat leidt tot een verkleining van het bladoppervlak.

De uitloop van de eerstegraads zijscheuten laat geen grote verschillen zien tussen de handelingen. De twee uitersten, 17°C en 35°C, laten een verlaging van het aantal eerstegraads zijscheuten zien. In de tweedegraads zijscheuten waren geen significante verschillen waar te nemen. De totale lengte van de zijscheuten blijkt alleen bij een lagere temperatuur achter te blijven.

Tabel 14: Analyse meettijdspit 4.

Effect van temperatuur op het vers- en drooggewicht van de stengel, het vers- en drooggewicht van het blad en het percentage drogestof in stengel en blad. Verschillende letters geven betrouwbare verschillen weer bij 5 % onbetrouwbaarheid.

kenmerken	Temperatuur in °C						
	17	20	23	26	29	32	35
versgewicht stengel (g)	3.19	4.24	3.80	5.44	5.73	5.95	3.59
versgewicht blad (g)	6.63 a	9.33 a	10.23 ab	13.79 bc	14.57 c	13.28	7.42 a
drooggewicht stengel (g)	0.38	0.94	0.81	1.25	1.32	1.33	0.87
drooggewicht blad (g)	1.28 a	1.79 ab	1.89 ab	2.47 b	2.48 b	2.50 b	1.28 a
totaal versgewicht (g)	9.74 a	13.45 a	13.97 ab	19.02 bc	20.29 c	19.24 bc	11.02 a
totaal drooggewicht (g)	1.94 a	2.71 ab	2.69 ab	3.73 b	3.80 b	3.83 b	2.15 a
% drogestof stengel	21.6	22.0	21.0	22.8	22.8	22.2	24.2
% drogestof blad	19.4	19.0	18.1	17.8	16.9	18.4	17.1

In tabel 14 staat de invloed van de temperatuur op het vers- en drooggewicht van blad en stengel en het percentage drogestof in blad en stengel weergegeven. De temperatuur heeft ook zijn invloed op het vers- en drooggewicht van het blad. Het vers- en drooggewicht van het blad neemt betrouwbaar toe tot en met 32°C. Daarna is er een verlaging van het vers- en drooggewicht te zien. De temperatuurbehandelingen hebben geen aantoonbaar effect op het vers- en drooggewicht van de stengel. Wel is er een duidelijke trend waarneembaar. Ook het effect van de temperatuur op het percentage drogestof in stengel en blad is niet aantoonbaar. Dit percentage is vrij constant voor alle temperaturen. Het totale versgewicht van de plant laat een stijging zien met toenemende temperatuur, evenals het totale drooggewicht van de plant.

3.3.3 Houdbaarheid

Om het effect van temperatuur op de houdbaarheid te onderzoeken, zijn er aan het einde van de proef planten overgebracht naar de houdbaarheidsruimte. Aan het eind van het houdbaarheidsonderzoek bleek dat de aangelegde temperatuurbehandelingen geen effect hadden op de houdbaarheid van de Ficus. De bladval en bladverbruining was niet van significante betekenis. Ook niet als de planten een transport hadden ondergaan van één of twee weken. Wel was waar te nemen dat het blad uit de proeven met hogere temperaturen beduidend lichter van kleur bleef in vergelijking tot die met de lagere temperaturen.

3.4 Discussie en conclusie

Over het algemeen wordt een nachttemperatuur van 21°C aangehouden in de teelt van Ficus benjamina. De dagtemperatuur is aangepast aan de hoeveelheid licht, hierdoor varieert de dagtemperatuur tussen 21°C en 25°C (Burger en Snijders, 1991). Verhoging van de temperatuur blijkt een verkorting van de produktietijd te geven (Mortensen and Larsen, 1989; Mortensen, 1992; Romstad, 1989). Wel komt als voornaamste resultaat uit het onderzoek van Mortensen en Larsen (1989) naar voren dat een verhoging van de temperatuur de produktietijd verlaagt, maar dat dit tevens leidt tot een ielere groei en een mindere plantkwaliteit. Ook in het hier beschreven onderzoek wordt een verlaging van de produktietijd waargenomen en een vermindering van de visuele kwaliteit bij een te hoge temperatuur. Bij temperaturen van 32°C en hoger is de verhouting van de stengels veel minder en is de hoek van de zijscheuten met de hoofdscheut veel kleiner. Hierdoor krijgt de plant het uiterlijk van een conifeer. Een te hoog vochtdeficiet in combinatie met weinig licht zou de oorzaak van dit probleem kunnen zijn. In een oriënterende proef (gegevens niet gepresenteerd) in kassen met een hoge lichtdoorlatendheid en een constant vochtdeficiet bleek het effect van de temperatuur op de hoek van de zijscheuten met de hoofdscheut veel kleiner te zijn.

Opvallend is dat de 35°C-behandeling erg afwijkend is in vergelijking met de overige temperatuurbehandelingen. De 35°C-behandeling laat een verlaging van het totale bladoppervlak zien evenals een verkleining van de bladlengte, een verlaging van het aantal eerstegraads zijscheuten en een kleinere planthoogte. In onderzoek uitgevoerd door Jensen en Andersen (1991) gaf een temperatuurstijging van 21°C dag en nacht naar 33°C dag en nacht bij Ficus benjamina hetzelfde aantal eerstegraads scheuten te zien. In het algemeen gold voor de door hen onderzochte bladplanten dat de bladlengte en de bladbreedte afnamen bij een verhoging van de temperatuur. Deze twee kenmerken zijn niet bekeken bij Ficus benjamina, maar wel bij Ficus elastica, die juist voor de bladlengte een optimum liet zien bij 29°C. Een afname van de bladgrootte bij Ficus benjamina werd eveneens gevonden door Romstad (1989). Onderzoek van Mortensen en Larsen (1989) wees uit dat de bladgrootte juist toenam met stijgende temperatuur voor Ficus benjamina. Bij 32°C dag en nacht werd de grootste bladgrootte bereikt. Significante maar kleine effecten werden er gevonden voor de lengte/breedte-ratio van het blad.

Gezien de resultaten in het huidige onderzoek van het gerealiseerde vochtdeficiet

(tabel 11 en 12) zou het vochtdeficit de oorzaak kunnen zijn voor de afwijkende reactie van de planten bij een behandeling van 35°C. Het vochtdeficit bij een temperatuur van 35°C was hoog. De overeenkomstige relatieve luchtvochtigheid in de kas daalde vaak tot 50%. In de eerste proef trad dit in één derde van de proefduur op, in de tweede proef ongeveer tweederde van de proefduur. Als gevolg hiervan kunnen allerlei storingen optreden in de plantprocessen, zoals verlaging van de transpiratie. Uit de literatuur is bekend dat luchtvochtigheden tussen de 1,0 kPa en 0,2 kPa vochtdeficit (= 55 tot 90% relatieve luchtvochtigheid bij 20°C) weinig effect heeft op de fysiologie en ontwikkeling van de planten. Luchtvochtigheden lager dan deze leiden tot waterstress in de plant en reduceren de groei. Daarentegen creëren extreem hoge luchtvochtigheidsniveaus vaak zeer gunstige omstandigheden voor ziekten en kunnen afwijkingen in groei en ontwikkeling veroorzaken (Grange and Hand, 1987). Mortensen en Gislerød (1990) vonden dat de groei van groene planten in het algemeen niet beïnvloed wordt door een verandering van de relatieve luchtvochtigheid van 60 tot 85%. *Ficus benjamina* gaf in de kenmerken planthoogte en scheutlengte geen reactie te zien op verandering in relatieve luchtvochtigheid van 60 tot 85%. Bij bloeiende planten zoals *Begonia* en *Saintpaulia* is wel effect bekend van verandering in relatieve luchtvochtigheid op de groei van deze planten. Het voornaamste effect is waarschijnlijk niet directe beïnvloeding van de fotosynthesesnelheid, maar via beïnvloeding van de bladvergroting en groeisnelheid (Mortensen, 1986). Schüssler (1992) vond dat het versgewicht van *Saintpaulia* werd gereduceerd bij een continue of dagelijkse relatieve luchtvochtigheid van 60% vergeleken bij een continue relatieve luchtvochtigheid van 90%, maar niet bij een relatieve luchtvochtigheid van 60% gedurende de nacht. Waarschijnlijk is de groei van *Saintpaulia* zeer gevoelig voor de interne waterstatus (Vogelezang, 1993).

Beïnvloeding van het aantal bladeren door de toepassing van verschillende temperaturen kon niet betrouwbaar worden aangetoond. Er is wel een trend waarneembaar dat een verhoging van de temperatuur leidt tot een toename van het aantal bladeren. Een significant effect van de temperatuur op het aantal bladeren wordt in de literatuur bevestigd door Mortensen en Larsen (1989). Zij vonden zelfs dat het aantal bladeren en/of de bladgrootte sterk gecorrèleerd was met het drooggewicht van de plant. Deze relatie is in het huidige onderzoek niet vastgesteld.

Mortensen en Larsen (1989) vonden eveneens dat het optimum voor de drogestofproductie en scheutlengte bij *Ficus benjamina* boven 32°C lag. Of deze temperatuur door een verhoging van de nacht- of dagtemperatuur werd gehaald had geen invloed hierop. In het huidige onderzoek is zowel een stijging van het totale versgewicht als het drooggewicht gezien. Het optimum van de drogestofproductie ligt eerder rond 29°C dan boven 32°C. Dit kan te wijten zijn aan het gerealiseerde vochtdeficit in de kassen en uitvoering van de proeven in geconditioneerde kassen in plaats van klimaatcellen, waardoor fluctuaties in licht en relatieve luchtvochtigheid groter zijn.

In de temperatuurexperimenten is alleen gewerkt met een temperatuur, die dag en nacht hetzelfde was. Hierdoor zou het mogelijk kunnen zijn, dat een omgekeerde dag- en nachttemperatuur invloed heeft op de internodiumlengte. Hendriks (1988) en Erwin et al. (1989) hebben gedemonstreerd dat nachttemperaturen hoger dan dagtemperaturen de internodiumlengte reduceren en leiden tot meer compacte planten, wat ook wenselijk is. Deze onderzoekers hebben gewerkt met bloeiende planten van niet-tropische gebieden. Het kan zijn dat planten van tropische gebieden niet op dezelfde manier reageren als planten afkomstig uit andere gebieden. Jensen en Andersen (1992) vonden dat de internodiumlengte was gereduceerd bij toenemende temperatuur (neutrale DIF) van

21/21°C naar 33/33°C bij *Ficus benjamina*; bij *Ficus elastica* nam de internodiumlengte wel toe. De gebruikte DIF-behandelingen, 23/29 en 27/33 hadden in vergelijking tot de neutrale behandelingen 21/21°C, 25/25°C, 29/29°C en 33/33°C weinig effect op de internodiumlengte bij *Ficus benjamina*. In het huidige onderzoek blijkt ook dat toepassing van hogere temperaturen een reductie geeft op de internodiumlengte.

Tussen 20°C en 29°C was er geen achteruitgang van de visuele kwaliteit waarneembaar, ondanks de verandering in de hoek van de zijscheuten met de hoofdscheut. De visuele kwaliteit was tevens vastgelegd aan de hand van een beoordeling door telers. De planten hadden een goede verdeling van blad en takken. De houdbaarheid van de planten werd niet beïnvloed door de in de teelt aangelegde temperaturen. Ook uit onderzoek van Vogelesang (1990) blijkt dat toepassing van hoge temperatuur middels tabletverwarming tijdens de teelt niet leidt tot een achteruitgang van de houdbaarheid. In de praktijk wordt dit altijd wel gesuggereerd. Echter, toepassing van hoge temperatuur middels tabletverwarming tijdens de teelt ging samen met een lage luchtvochtigheid (Vogelesang, pers. med.). Het kan zijn dat een hoge temperatuur gecombineerd met een hoge relatieve luchtvochtigheid hier debet aan zijn. Mulderij (1995) heeft het effect van verschillende luchtvochtigheden in de zomer op de houdbaarheid van *Ficus* onderzocht. Toepassing van een hoge luchtvochtigheid leidde in het eerste experiment tot veel bladval en bladverbruining, het tweede experiment sprak deze resultaten weer tegen. De resultaten van het onderzoek en de literatuur zijn hier nog niet eenduidig over.

4. HET EFFECT VAN WIJDERZETTEN OP DE ONTWIKKELING EN GROEI VAN FICUS BENJAMINA 'EXOTICA'.

4.1 Inleiding

De ontwikkeling en groei van planten wordt door verschillende factoren beïnvloed. Eén van de factoren, die een grote invloed heeft op de plantkwaliteit en daarmee op de vorm van groene planten, is het wijderzetten. De grootte van deze invloed is afhankelijk van de afstand van pot tot pot. Verschillende wijderzetschema's geven variatie te zien in lichtpenetratie in het gewas. Het dicht op elkaar zetten van planten leidt tot een reducering van lichtdoordringing, wat bladval en slecht vertakte planten kan veroorzaken (Christensen, 1976). Variatie in wijderzetschema's kan grote verschillen laten zien in het microklimaat. Immers, dichtere beplantingsschema's hebben minder uitwisseling met de omringende kaslucht, waardoor verschillen in temperatuur en luchtvochtigheid ontstaan. Daarentegen kan de pottemperatuur bij wijdere schema's hoger oplopen door directe beschijning van de zon dan in dichtere plantschema's. Ook is uitputting van CO₂ onderin het gewas bij dichtere plantschema's mogelijk (mondelijke mededeling E. Heuvelink). Dit verschijnsel is afhankelijk van het punt van toediening van CO₂. Om het effect van variatie in lichtdoordringing en eventuele verschillen in microklimaat op de plantontwikkeling en groei te kunnen bestuderen is het onderstaande experiment ingezet.

4.1.1 Doel

Het doel van het experiment was het nagaan van het effect van verschillende wijderzetschema's op de ontwikkeling en groei van *Ficus benjamina* 'Exotica'.

4.2 Materiaal en methoden

De eerste proef is 10 maart 1993 (dagnr 69, week 10) ingezet in LL401. Op 26 juli 1993 (week 30) werd de proef beëindigd. Bewortelde Franse weefselkweekstekken (zie voor kenmerken tabel 15) werden opgepot in 14 cm ES-potten. De stekken werden per tweetal in een pot geplaatst. Als potgrond werd gebruik gemaakt van Flush-grof (Ego, Aalsmeer). Tijdens de teelt werden de planten tweemaal wijdergezet, afhankelijk van de behandeling en de bereikte LAI (LAI=3). De hieronder genoemde wijderzetschema's werden ingezet. De getallen geven het aantal potten per m₂ weer.

GROEP 1	GROEP 2	GROEP 3
1. 48-48-48	4. 24-24-24	7. 12-12-12
2. 48-24-24	5. 24-12-12	8. 12- 6- 6
3. 48-24-12	6. 24-12- 6	9. 12- 6- 3

In de hierbovenstaande wijderzetschema's geven de getallen het aantal potten per m² weer. De negen wijderzetschema's zijn in duplo neergelegd, waarbij zoveel mogelijk

Eindrapport project 2210

rekening is gehouden met het lichtverloop in de kas door de kas in twee blokken te delen (zie bijlage 13). De behandelingen zijn volgens een lotingsprogramma verdeeld over negen eb/vloedtafels in de kas (zie bijlage 14). Voor de proef werden in totaal 3000 stekken gebruikt. Hiervan werden ook stekken voor de randrijen en als vulling voor de kas gebruikt.

Het wijderzettijdstip was afhankelijk van de bereikte LAI. Wanneer een LAI van 3 bereikt werd, werden de planten wijdergezet. Om de LAI in het begin snel en goed te kunnen bepalen, werd er gebruik gemaakt van een lichtonderscheppingsmeter (merk Delta-t Devices). De metingen werden aangevuld met een destructieve bepaling van het bladoppervlak. Het wijderzetten werd uitgevoerd met een van tevoren gemaakte mal, zodat de planten evenveel ruimte tot hun beschikking hadden. De planten werden in verband neergezet. Tijdens de teelt werden de stekken gestekt en bij elke 15 cm groei geringd.

In de kas werd de temperatuur dag en nacht constant gehouden op 20°C. Schermen van het gewas heeft plaatsgevonden met een LS 16 schermdoek boven een instraling buiten van 700 W/m². De anti-pendeltijd van het scherm was 10 minuten. Tijdens de uitvoering van de proef werd er geen CO₂ gedoseerd. De luchtbevochtiging werd ingesteld op een vochtdeficit van 7 g/kg 's morgens en 4 g/kg 's middags. De watergift met behulp van eb/vloedsysteem was afhankelijk van de behoefte van het gewas. In het begin van de proef tweemaal per week, oplopend naar dagelijks. De voedingsoplossing had een EC van 2,0 (zie voor samenstelling van de voedingsoplossing paragraaf 2.2.1 van deel 1B). Het nemen van grondmonsters en monsters van de voedingsoplossing werd regelmatig gedaan om eventuele afwijkingen te registreren en deze bij te stellen.

Tabel 15: Kenmerken van het stekmateriaal met bijbehorende standaardafwijking

Kenmerken stekmateriaal		weefselweek	standaardafwijking
Proef 1	Lengte (cm)	7.8	± 0.8
	# Blad op hoofdscheut	8.2	± 0.8
	# Bladeren	16.8	± 3.4
	# Zijscheuten	3.5	± 0.5
Proef 2	Lengte (cm)	4.4	± 0.6
	# Blad op hoofdscheut	4.5	± 0.5
	# Bladeren	4.5	± 0.5
	# Zijscheuten	0.0	± 0.0

Een herhaling van de wijderzetproef heeft plaatsgevonden op 9 december 1993. Deze proef werd uiteindelijk beëindigd op 18 juli 1994 (week 29). De stekken, die in deze proef werden gebruikt, waren wel van dezelfde kloon als in de eerste wijderzetproef, maar afkomstig van een ander vermeerderingsbedrijf. De proef werd op dezelfde wijze uitgevoerd als de eerste wijderzetproef. De ligging van de behandelingen in de kas staat vermeld in bijlage 15.

4.2.1 Klimaatregistratie

Voor de registratie van het kasklimaat werd in beide proeven gebruik gemaakt van een Flucon meetbox. Deze meetbox is uitgerust met een pT-100 element voor de temperatuurmeting en een capacitatieve vochtmeting voor bepaling van de relatieve luchtvochtigheid. De laatste meting kent een afwijking van +/- 3%. De meetbox werd circa 40 cm boven het gewas opgehangen en is tevens de meetbox voor de klimaatregeling. De factoren temperatuur in de kas en relatieve luchtvochtigheid in de kas werden op deze manier geregistreerd. Er werd per minuut gemeten, waarna er per uur een gemiddelde werd vastgelegd.

Tevens werd het microklimaat in de verschillende behandelingen vastgelegd. Hiertoe werd er in blok 2 in elke behandeling een geventileerde psychrometer geplaatst. Deze meters bevatten Pt-100 sensoren. Voor minimale luchtverstoring werd psychrometer type 2 gekozen (Stichting Technische en Fysische Dienst voor de Landbouw, 1979). Bij een luchtaanzuiging van ongeveer 240 liter per uur werd de droge en natte boltemperatuur vastgelegd met behulp van een datalogger. Er werd elke minuut gemeten en uiteindelijk werd er een gemiddelde per uur vastgelegd. Uit de verkregen gegevens werd het vochtdeficit berekend en de gerealiseerde temperatuur bepaald. In blok 1 werden ook geventileerde psychrometers geplaatst. Van deze meters werd alleen de droge boltemperatuur geregistreerd.

De globale instraling in de kas werd gevolgd met behulp van vier tube solarimeters (merk Delta-T-Devices). De plaats van de solarimeters is bepaald aan de hand van het gemeten lichtverloop in de kas (zie bijlage 13). Er werd per minuut gemeten en een gemiddelde in W/m^2 werd per uur vastgelegd op een datalogger.

4.2.2 Waarnemingen

Proef 1:

1. Wanneer een behandeling een LAI van 3 bereikt had, werden acht planten van dit wijderzetschema destructief doorgemeten (vier planten per blok). Van elke plant werden de volgende kenmerken bepaald:

- Lengte van de plant (cm)
- Aantal bladeren aan de hoofdscheut
- Aantal eerstegraads zijscheuten
- Aantal tweedegraads zijscheuten
- Aantal bladeren totaal
- Bladoppervlak van bladeren aan de hoofdscheut, eerstegraads zijscheuten en

- tweedegraads zijnscheuten (cm²)
- Droog- en versgewicht van de hoofdscheut, eerstegraads zijnscheuten en tweedegraads zijnscheuten (g)
- Lengte eerste- en tweedegraads zijnscheuten (cm)
- Van elk internodium op de hoofdscheut:
 - positie
 - lengte (cm)
 - diameter (mm)
 - drooggewicht (g)
 - versgewicht (g)
- Van elk blad op de hoofdscheut
 - positie
 - lengte (cm)
 - breedte (cm)
 - bladoppervlak (cm²)
 - drooggewicht (g)
 - versgewicht (g)
- Van twee willekeurige zijnscheuten:
 - internodium (zie voor metingen internodium hoofdscheut)
 - blad (zie voor metingen blad hoofdscheut)
 - positie van de zijnscheut

Bij het bereiken van de gewenste LAI bij de behandelingen 48-24-12, 24-12-6 en 12-6-3 werden op hetzelfde tijdstip ook de overige behandelingen uit dezelfde groep destructief bepaald (zie proefschema in paragraaf 4.2).

2. Vanaf 7 mei 1993 werden de halfwas planten tien weken ook non-destructief gevolgd om verschillen in ontwikkeling tussen de verschillende behandelingen te ontdekken. Er werden vier planten gevolgd uit hetzelfde blok. Hierbij werden de volgende plantkenmerken bepaald:

- Lengte van de hoofdscheut (cm)
- Het aantal bladeren op de hoofdscheut
- Het aantal zijnscheuten
- De lengte van elke ontstane zijnscheut (cm)
- Aantal ontstane bladeren op de 8^{ste}, 12^{de} en 16^{de} zijnscheut

3. Aan het einde van de proef werd de oriëntatie van de zijnscheuten bepaald in het 3-dimensionale vlak. Dit is uitgevoerd met twee planten per behandeling.

4. Regelmatig werd de lichtonderschepping van het gewas bepaald om twee redenen:

1. Het bepalen en volgen van de LAI in de tijd
2. Het vaststellen van de extinctiecoëfficiënt (k-waarde)

5. In week 25 zijn alle behandelingen tegelijk destructief doorgemeten, waarbij de

volgende kenmerken zijn vastgelegd:

- Lengte van de plant (cm)
- Aantal bladeren aan de hoofdscheut
- Aantal eerstegraads zijscheuten
- Aantal tweedegraads zijscheuten
- Aantal bladeren totaal
- Bladoppervlak van bladeren van de hoofdscheut, eerstegraads zijscheuten en tweedegraads zijscheuten (cm²)
- Droog- en versgewicht van de hoofdscheut, eerstegraads zijscheuten en tweedegraads zijscheuten (g)

Proef 2:

In de tweede proef werden de waarnemingen uitgevoerd zoals vermeld onder nummer 1, 2 en 4 van de eerste proef. Van nummer 2 werd echter alleen de lengte gevolgd van de hoofdscheut en het aantal bladeren op de hoofdscheut geteld. De planten van nummer 2 werden vanaf de start van de proef 24 weken lang elke week gevolgd.

Aan het einde van beide proeven werden uit bovenstaande gemeten kenmerken ook de bladafsplittingsnelheid van de hoofd- en zijscheuten berekend evenals de plastochrons (= de tijd die verloopt tussen twee opeenvolgende bladeren). Het overgrote deel van de verzamelde gegevens wordt behandeld in deel 2 van het verslag.

Van beide proeven is ook een kostenberekening gemaakt om te kijken wat het effect is van de aangelegde behandelingen op de benodigde ruimtebenutting en arbeid.

4.2.3 Statistische verwerking

Op de verzamelde metingen zijn verschillende statistische methoden toegepast. Om het uiteindelijke behandelingseffect te kunnen vergelijken is variantieanalyse toegepast op de eindmeting van de verschillende wijderzetschema's. Daarnaast zijn er vele relaties gelegd tussen verschillende plantkenmerken, die daarna met regressieanalyse zijn getoetst.

4.3 Resultaten

4.3.1 Klimaatregistratie

De gerealiseerde temperatuur in de kas, die was ingesteld op 20°C, was in de eerste proef 21,7°C (zie bijlage 16) met een relatieve luchtvochtigheid en een vochtdeficit van resp. 68% en 5,4 g/kg. De gemiddelde stralingssom per meetperiode varieerde in de eerste proef van 1323 tot 1601 J.cm².dag. De gerealiseerde globale instraling boven het gewas staat vermeld in bijlage 17. De gegevens van het kasklimaat en microklimaat in de verschillende schema's zijn alleen vermeld voor de eerste proef. (De gegevens van de tweede proef zijn wel aanwezig, maar zijn op het moment van verschijnen van het verslag nog niet verwerkt.) In tabel 16 is de temperatuur van het microklimaat in °C

weergegeven en in tabel 17 is het vochtdeficit per behandeling in g/kg weergegeven. Uit tabel 16 blijkt dat de temperatuur tussen het gewas in alle behandelingen op hetzelfde niveau heeft gelegen. Het gemiddelde temperatuurverschil in eenzelfde groep kan maximaal oplopen tot 1°C. Ook wanneer het gewas zeer gesloten is, zoals op dagnummer 165 van de 48-48-48-behandeling loopt de temperatuurverhoging niet verder op dan 1°C ten opzichte van de 48-24-12 behandeling.

Tabel 16: Gerealiseerde temperatuur van het microklimaat in °C per wijderzetperiode.

Groep1: behandeling Periode (dagnrs)	48-48-48	48-24-24	48-24-12
1 (69 tot 126)	21.3	21.4	21.1
2 (126 tot 137)	21.6	21.9	21.7
3 (137 tot 165)	21.9	22.2	22.3
Groep 2: behandeling Periode (dagnrs)	24-24-24	24-12-12	24-12-6
1 (69 tot 133)	21.4	21.5	21.4
2 (133 tot 152)	21.7	22.0	22.0
3 (152 tot 186)	22.0	22.3	22.4
Groep 3: behandeling Periode (dagnrs)	12-12-12	12-6-6	12-6-3
1 (69 tot 148)	21.6	21.6	21.7
2 (148 tot 175)	22.2	22.5	22.5
3 (175 tot 200)	21.9	22.2	22.5

In het vochtdeficit van de verschillende wijderzetschema's is wel enige schommeling waarneembaar (tabel 17). In een open gewas is het vochtdeficit groter dan bij een gesloten gewas. Dit is te zien in eenzelfde behandeling (periode 1 tot 3), maar ook tussen de behandelingen, met name in periode c. Het absolute niveau tussen de groepen is vergelijkbaar; zo is het niveau van 12-6-3 niet anders dan 48-24-12. Het is daarmee aannemelijk dat geconstateerde verschillen in de ontwikkeling en groei van de planten in de verschillende wijderzetschema's niet te wijten zijn aan het microklimaat.

Tabel 17: Gerealiseerd vochtdeficit in het microklimaat in g/kg per wijderzetperiode

Groep 1: behandeling Periode (dagnrs)	48-48-48	48-24-24	48-24-12
1 (69 tot 126)	5.4	6.1	6.0
2 (126 tot 137)	3.4	4.0	4.5
3 (137 tot 165)	3.4	3.9	5.0
Groep 2: behandeling Periode (dagnrs)	24-24-24	24-12-12	24-12-6
1 (69 tot 133)	4.9	5.1	5.9
2 (133 tot 152)	3.2	4.1	5.0
3 (152 tot 186)	2.9	3.3	4.3
Groep 3: behandeling Periode (dagnrs)	12-12-12	12-6-6	12-6-3
1 (69 tot 148)	6.0	5.6	6.0
2 (148 tot 175)	3.4	4.6	4.4
3 (175 tot 200)	3.9	4.8	5.5

4.3.2 Ontwikkeling van het gewas

Effect op het uiterlijk van de plant

In tabel 18 staan de data van de destructieve metingen vermeld met hun bijbehorende LAI op het moment van wijderzetten. De behandeling 12-6-3 van groep 3 heeft een vrij lage LAI bij het opbreken van de planten. Het duurde vrij lang voordat een LAI van 3 bereikt zou worden; deze behandeling is eerder doorgemeten.

Tabel 18: Data van destructieve metingen met hun bijbehorende LAI voor proef 1 en 2.

	Proef 1		Proef 2
Wijderzetgroep Dagnummer	Groep 1	Dagnummer	Groep 1
127	4.24	82	3.03
137	2.90	115	3.57
165	3.71	150	4.00
Wijderzetgroep Dagnummer	Groep 2	Dagnummer	Groep 2
133	3.70	108	3.10
152	3.00	140	3.52
186	3.56	174	3.18
Wijderzetgroep Dagnummer	Groep 3	Dagnummer	Groep 3
148	2.90	129	3.29
175	2.94	165	3.40
207	2.44	199	2.81

Bij het opbreken van de behandelingen 48-24-12, 24-12-6 en 12-6-3 op respectievelijk dagnummer 165, 186 en 207 (proef 1) en 150, 174 en 199 (proef 2) zijn ook de overige behandelingen uit deze groep waargenomen. De bijbehorende LAI's van deze behandelingen staan hieronder vermeld:

Behandeling	Proef 1	Proef 2
48-48-48	9.22	13.67
48-24-24	6.01	6.04
24-24-24	9.07	8.24
24-12-12	5.57	4.96
12-12-12	7.48	9.06
12-6-6	4.62	4.93

De LAI is ook bepaald met behulp van een lichtonderscheppingsmeter. De metingen hiervan zijn weergegeven in bijlage 18. De onderschepping van het licht uitgezet tegen de LAI is een exponentiële curve. Een LAI van 2,2 is nog goed te bepalen. Echter bij

een LAI hoger dan 2,2 zijn de verschillen tussen de lichtonderscheppingswaarden zo klein, dat deze niet meer met de lichtonderscheppingsmeter zijn vast te leggen. De bepaling van de LAI is dan alleen goed mogelijk met behulp van een destructieve meting. Bij Ficus is het na een LAI van 2,2 goed in te schatten, wanneer een LAI van 3 bereikt zou worden. Dit duurt meestal een week.

Het wijderzetten van de planten heeft effect op de ontwikkeling en de groei van de planten (foto 7, 8 en 9).



Foto 7: Effect van verschillende wijderzetschema's.



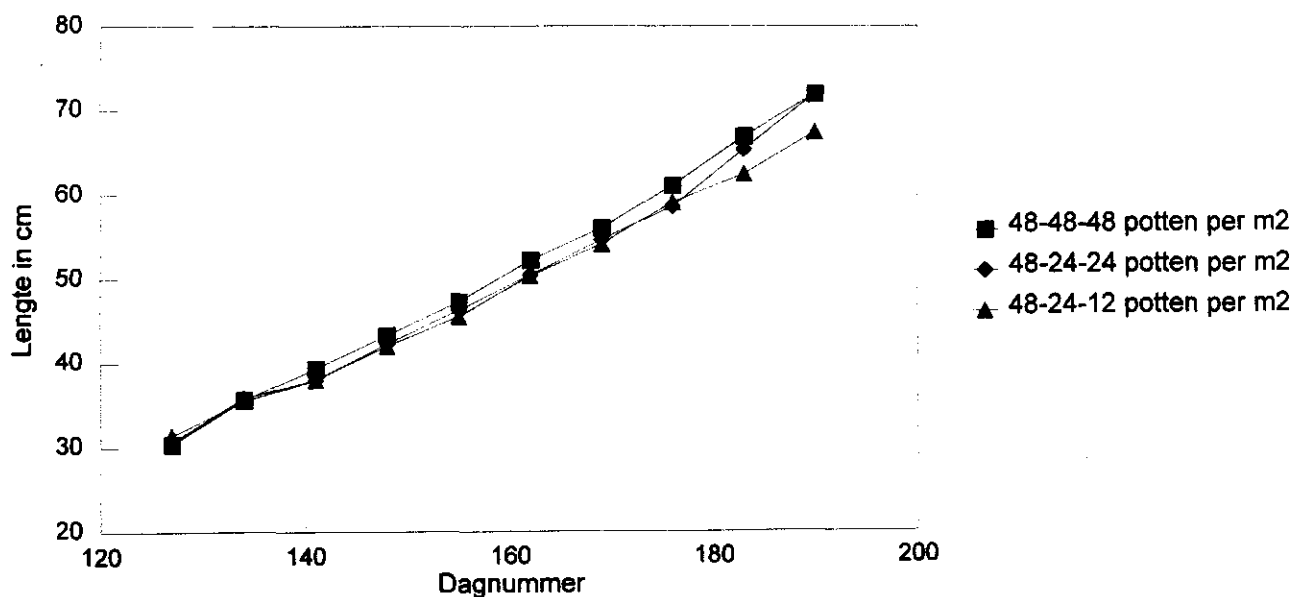
Foto 8: Effect van verschillende wijderzetschema's.



Foto 9: Effect van verschillende wijderzetschema's.

In het begin van de proef waren er nog geen verschillen zichtbaar. Na 1 x wijderzetten traden er verschillen op in de opbouw van de plant. Planten in een wijd plantschema hadden langere en zwaardere zijscheuten, dit in tegenstelling tot planten in een dichter schema. De hoofdscheutlengte van planten uit verschillende behandelingen liet de eerste weken weinig verschil zien tussen de behandelingen. Echter na het ontstaan van de twaalfde zijscheut was een sterke overgang in zijscheutlengte bij de wijdste wijderzetschema's waarneembaar (zie foto 8). De bovenste zijscheuten bleven qua lengte sterk achter in vergelijking tot de onderste zijscheuten. Ook in het lengteverloop van de planten zijn verschillen te zien tussen dichte en open wijderzetschema's. De uiteindelijke bereikte plantlengten waren kleiner bij ruimere plantverbanden (zie figuur 12, 13 en 14). Ook het bladaantal op de hoofd- en zijscheuten nam af (zie verslag 2).

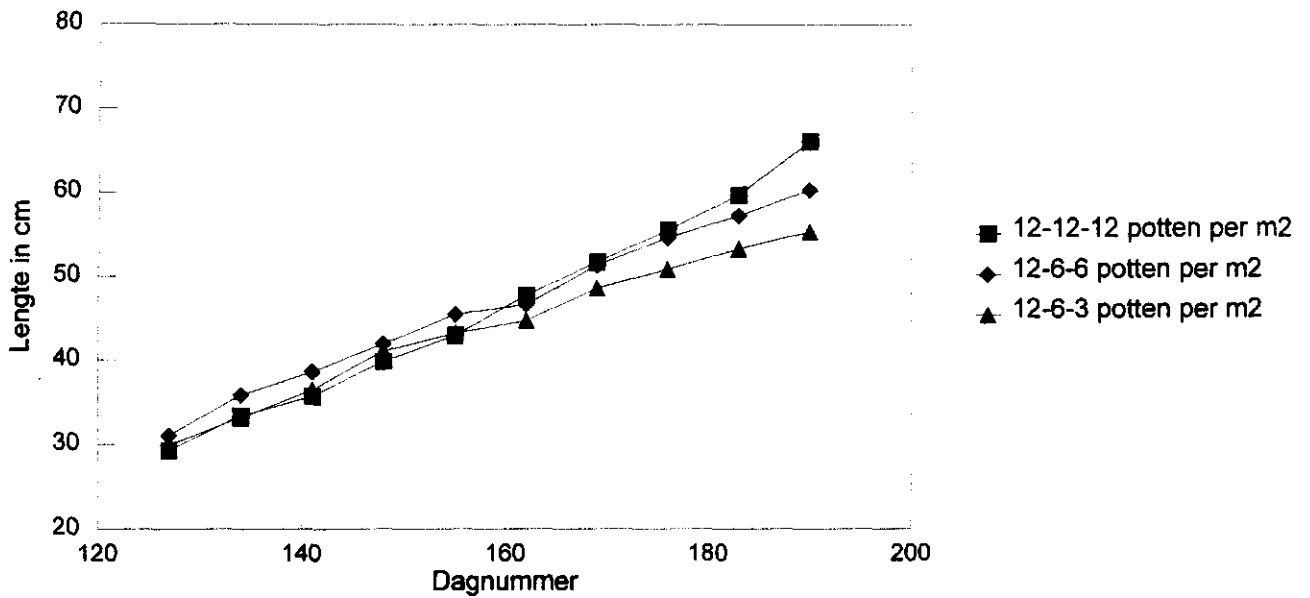
Lengteverloop hoofdscheut



Figuur 12: Lengteverloop van de hoofdscheut van de 48 potten per m²- behandelingen.

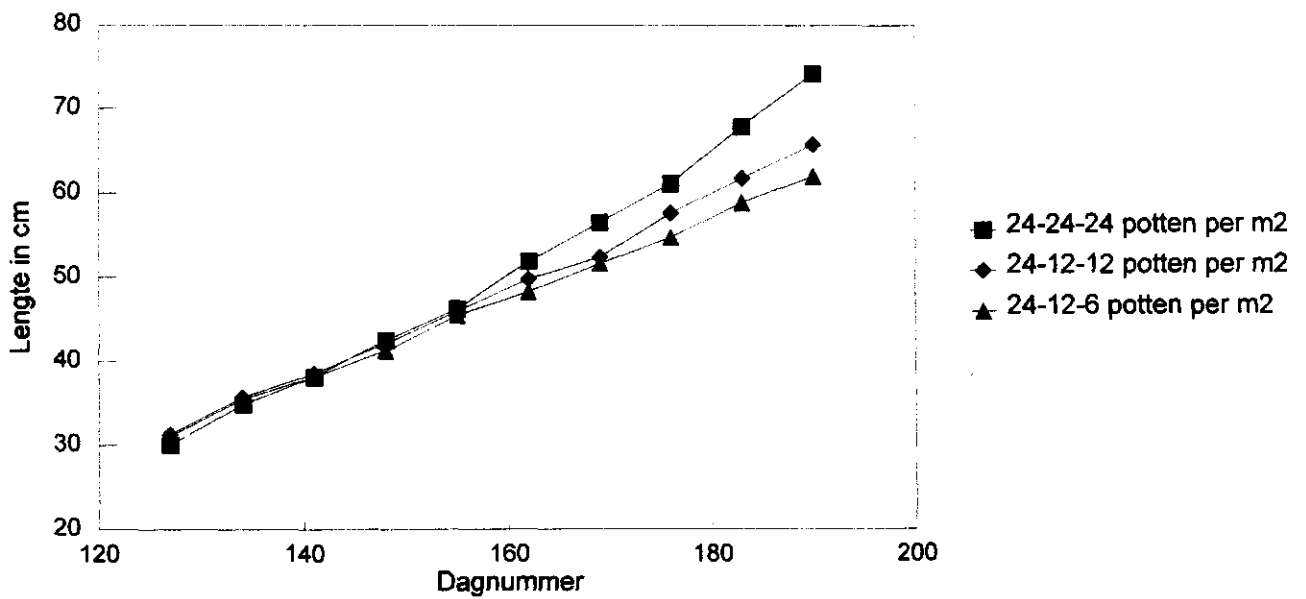
Kwalitatief gezien kwam de 24-24-24 behandeling als best beoordeelde door de tuinders naar voren. Een plant van deze behandeling had de gewenste vorm en een goede verdeling van zijscheuten en bladeren.

Lengteverloop hoofdscheut



Figuur 13: Lengteverloop van de hoofdscheut van de 24 potten per m²- behandelingen.

Lengteverloop hoofdscheut



Figuur 14: Lengteverloop van de hoofdscheut van de 12 potten per m²- behandelingen.

Effect op de stengels en bladeren

De invloed van de aangelegde wijderzetschema's op de ontwikkeling van de hoofdscheut staat vermeld in tabel 18 en tabel 19. In deze tabellen worden het droog- en versgewicht, het drogestofpercentage, het bladoppervlak en het aantal bladeren per plantschema weergegeven aan het einde van de teeltperiode. Uit tabel 18 blijkt dat er een significante toename is van de gewichten van de stengels bij een ruimer wordend plantverband. Eveneens neemt het drogestofpercentage toe. Binnen de meeste wijderzetgroepen is er alleen een significant verschil te vinden tussen de eerste twee behandelingen. In tabel 19 is de invloed van het plantschema op de bladeren van de hoofdscheut weergegeven. Hier blijkt dat het bladoppervlak en het aantal bladeren aan de hoofdscheut niet aantoonbaar beïnvloed wordt door de verschillende schema's. Dit geldt niet voor het drogestofpercentage van het blad. Deze laat een aantoonbare toename zien in percentage drogestof met een ruimer wordend plantverband. Een toename van het vers- en drooggewicht van het blad was afzonderlijk niet aantoonbaar.

Tabel 18: Effect van het aantal planten per m² op het drooggewicht, versgewicht en drogestofpercentage van de *stengel van de hoofdscheut*. Verschillende letters geven betrouwbare verschillen weer bij 5% onbetrouwbaarheid.

Kenmerk Behandeling	Versgewicht stengel (g)	Drooggewicht stengel (g)	Drogestofpercentage
48-48-48	47.4 a	10.6 a	22.2 a
48-24-24	61.6 b	14.5 b	23.5 ab
48-24-12	67.9 bc	16.8 bc	24.7 bc
24-24-24	60.3 b	14.5 b	24.0 b
24-12-12	70.5 bc	18.1 cd	25.6 cd
24-12-6	68.1 bc	18.1 cd	26.6 d
12-12-12	71.6 bc	18.6 cd	25.9 cd
12-6-6	78.8 c	20.9 d	26.5 d
12-6-3	77.2 c	20.7 d	26.9 d

Tabel 19: Effect van het aantal planten per m² op het drooggewicht, versgewicht en drogestofpercentage van het *blad van de hoofdscheut*. Verschillende letters geven betrouwbare verschillen weer bij 5% onbetrouwbaarheid.

Kenmerk Behandeling	Versgewicht blad (g)	Drooggewicht blad (g)	Drogestof- percentage	Blad- oppervlak (cm ²)	Aantal bladeren
48-48-48	51.6	11.7	22.5 a	1897	115.0
48-24-24	56.7	13.1	23.2 a	2114	141.5
48-24-12	57.9	14.4	24.9 bc	2047	143.0
24-24-24	54.0	13.1	24.2 b	1976	131.5
24-12-12	57.7	14.9	25.9 cd	2092	142.0
24-12-6	52.7	13.9	26.4 de	1858	136.5
12-12-12	55.6	14.5	26.1 d	1945	149.0
12-6-6	53.4	14.5	27.2 e	1671	136.5
12-6-3	54.7	14.7	26.8 de	1932	146.0

Het aanleggen van verschillende wijderzetschema's heeft meer invloed op de ontwikkeling van de zijscheuten, zowel eerste- als tweedegraads, dan op de ontwikkeling van de hoofdscheut. Het effect van het wijderzetten op de bladeren en stengels van de eerstegraads zijscheuten is weergegeven in de tabellen 20 en 21. In deze tabellen worden het droog- en versgewicht, het drogestofpercentage, het bladoppervlak en het aantal bladeren per plantschema vermeld. Binnen de eerste twee wijderzetgroepen, namelijk die van 48 en 24 planten per m², geeft elke verruiming van het plantschema een betrouwbaar effect te zien (tabel 20). Van een dicht naar een open schema geldt een toename van het vers- en drooggewicht en een daarmee samenhangende toename van het drogestofpercentage. Dit geldt niet alleen binnen de groepen, maar ook over de groepen heen. In de derde wijderzetgroep is wel een significant verschil aanwezig bij de eerste wijderzetstap, maar niet bij de tweede wijderzetstap. Voor de bladeren van de eerstegraads zijscheuten wordt eenzelfde effect gevonden als bij de stengels van deze zijscheuten (tabel 21). Voor het bladoppervlak en het aantal bladeren van de eerstegraads zijscheuten worden minder significante verschillen gevonden in de ruimere plantschema's. Ook uit tabel 21 blijkt dat een verruiming van de planten leidt tot een toename van gewichten en aantallen voor de gemeten plantkenmerken.

Tabel 20: Effect van het aantal planten per m² op het drooggewicht, versgewicht en drogestofpercentage van de *stengels van de eerstegraads zijscheuten*.
Verschillende letters geven betrouwbare verschillen weer bij 5% onbetrouwbaarheid.

Kenmerk Behandeling	Versgewicht stengel (g)	Drooggewicht stengel (g)	Drogestofpercentage
48-48-48	34.8 a	6.7 a	20.0 a
48-24-24	49.3 b	10.9 b	22.0 b
48-24-12	74.9 d	17.4 d	23.2 c
24-24-24	62.9 c	13.9 c	22.1 b
24-12-12	85.4 e	20.5 e	24.0 d
24-12-6	102.4 f	25.5 f	24.9 e
12-12-12	95.6 f	23.6 f	24.7 de
12-6-6	126.7 g	31.4 g	24.8 e
12-6-3	127.4 g	32.1 g	25.2 e

Tabel 21: Effect van het aantal planten per m² op het drooggewicht, versgewicht en drogestofpercentage van de *bladeren van de eerstegraads zijscheuten*.
Verschillende letters geven betrouwbare verschillen weer bij 5% onbetrouwbaarheid.

Kenmerk Behandeling	Versgewicht blad (g)	Drooggewicht blad (g)	Drogestof- percentage blad	Blad- oppervlak (cm ²)	Aantal bladeren
48-48-48	116.5 a	20.8 a	17.8 a	5114 a	461.0 a
48-24-24	161.8 b	31.3 b	19.3 b	7153 b	588.5 b
48-24-12	218.0 cd	45.4 d	20.8 c	9168 cd	729.5 cd
24-24-24	203.0 c	40.0 c	19.7 b	8616 c	700.0 c
24-12-12	233.7 de	49.9 e	21.3 cd	10036 de	719.0 cd
24-12-6	230.2 de	54.8 f	23.8 e	9502 de	759.0 cde
12-12-12	242.1 e	53.3 f	22.0 d	9745 de	779.0 def
12-6-6	260.8 f	62.0 g	23.8 e	10135 de	803.0 ef
12-6-3	261.5 f	62.7 g	24.0 e	10410 e	834.5 f

Eindrapport project 2210

De vorming en ontwikkeling van de tweedegraads zijzscheuten laat ook een effect van de verschillende plantschema's zien. In de tabellen 22 en 23 zijn deze effecten zichtbaar gemaakt. Het vers- en drooggewicht van de stengels laten zowel een betrouwbare toename in de wijderzetgroepen als tussen de verschillende groepen zien (tabel 22). Voor het drogestofpercentage worden geen significante verschillen gevonden. Gelet op de bladeren is er voor het vers- en drooggewicht eenzelfde effect te vinden als voor de stengels (tabel 23). Ook voor het aantal bladeren is eenzelfde betrouwbaar effect waarneembaar. Het drogestofpercentage en het bladoppervlak stijgen met een ruimer wordend plantschema. Echter in de wijderzetgroepen komen haast geen significante verschillen voor, wel tussen de wijderzetschema's uit de verschillende groepen.

Tabel 22: Effect van het aantal planten per m² op het drooggewicht, versgewicht en drogestofpercentage van de *stengels van de tweedegraads zijzscheuten*. Verschillende letters geven betrouwbare verschillen weer bij 5% onbetrouwbaarheid.

Kenmerk Behandeling	Versgewicht stengel (g)	Drooggewicht stengel (g)	Drogestofpercentage
48-48-48	0.77 a	0.11 a	13.3
48-24-24	6.0 b	1.2 b	19.5
48-24-12	11.3 c	2.2 c	19.6
24-24-24	10.5 c	2.0 c	19.1
24-12-12	16.5 d	3.5 d	21.2
24-12-6	22.7 e	4.7 e	20.6
12-12-12	28.2 f	6.3 f	22.5
12-6-6	36.9 g	8.0 g	21.8
12-6-3	40.3 g	8.8 g	21.7

Tabel 23: Effect van het aantal planten per m² op het drooggewicht, versgewicht en drogestofpercentage van de *bladeren van de tweedegraads zijzscheuten*. Verschillende letters geven betrouwbare verschillen weer bij 5% onbetrouwbaarheid.

Kenmerk Behandeling	Vers- gewicht blad (g)	Droog- gewicht blad (g)	Drogestof- percentage blad	Blad- oppervlak (cm ²)	Aantal bladeren
48-48-48	2.8 a	0.47 a	17.2 a	138 a	20.5 a
48-24-24	21.7 b	3.7 b	17.0 a	1082 a	128.0 b
48-24-12	47.1 c	8.5 c	18.0 ab	2098 ab	253.5 c
24-24-24	39.2 c	6.8 c	17.4 a	1829 ab	219.0 c
24-12-12	71.9 d	13.8 d	19.1 bc	3275 bc	336.0 d
24-12-6	86.9 d	17.7 e	20.4 cd	5173 cd	461.5 e
12-12-12	113.0 e	22.4 f	19.8 cd	4914 cd	496.5 e
12-6-6	153.3 f	32.0 g	20.9 d	6593 d	713.5 f
12-6-3	145.8 f	30.3 g	20.8 d	6282 d	657.5 f

In de tabellen 18 t/m 23 is opvallend dat significante verschillen tussen de behandeling 12-12-6 en de 12-6-3 niet gevonden worden. Dit is voornamelijk te wijten aan het meettijdstip. Op dit tijdstip stond de behandeling 12-6-3 nog niet zo lang in dit verband, zodat het verschil tussen de 12-12-6 en de 12-6-3 behandeling nog niet zo groot was. Het is dus denkbaar dat er wel betrouwbare verschillen kunnen worden aangetoond op een later tijdstip.

4.3.3 Economische gevolgen

Aan de toepassing van de verschillende wijderzetschema's is natuurlijk ook een kostenplaatje verbonden. Om dit enigszins in kaart te brengen zijn er indicatieve kostenberekeningen uitgevoerd. Daarbij wordt in het volgende ingegaan op de uitgangspunten voor een indicatieve kostenberekening.

Uitgangspunten bij de kostenberekening

Hieronder wordt ingegaan op de uitgangspunten voor het uitvoeren van de kostenberekening, die indicatief is.

1. Het oppotten (tijd en kosten) wordt niet meegenomen in deze berekening.
2. Bij het rapen en wijderzetten van de behandelingen 48, 48-24 en 24 wordt een

wijderzetvork gebruikt, de overige handelingen worden met 2 stuks tegelijk opgeraapt en wijdergezet.

3. Het overige werk, opruimen e.d., geldt voor iedere verrichting.
4. De arbeidskosten zijn f 30,- per uur.
5. Een netto weekm² kost f 1,-. Hierin zitten de kosten voor duurzame produktiemiddelen, bestrijding en extra stookkosten.
6. Transport van de planten in de kas via bandsysteem.
7. De planten worden geteeld op een betonvloer met eb/vloed systeem met recirculatie en betonvloerverwarming (Kwantitatieve Informatie voor de Glastuinbouw=KWIN pag 95, bedrijfstype 10).
8. Het aantal netto weekm² van de standaardbehandeling 48-24-12 bedraagt 898.8 weekm² met f 192,40 voor bijkomende arbeidskosten in de zomer.
9. Het aantal netto weekm² van de standaardbehandeling 48-24-12 bedraagt 1217.20 weekm² met f 192,40 voor bijkomende arbeidskosten in de winter.
10. Kosten worden berekend voor 1000 planten. De planten worden afgeleverd met een lengte van 70 cm (exclusief de pothoogte en inclusief de pluim van de plant).

Voor de berekening zijn de hieronderstaande maten gehanteerd. Bij elke berekening wordt uitgegaan van 1000 planten.

Het wijderzetten met een wijderzetvork:

1 plant in 10 cm-pot:

10 minuten per 100 keer, dus 1 minuut voor 10 stuks per 100 keer.
Opslag van 7,5% per cm potdiameter.

- 1,3 min voor 10 stuks per 100 keer, dus 13 min voor 1000 planten.

Het wegzetten of oprapen van de planten:

1 plant in 10 cm-pot:

4 minuten per 100 keer, dus 2 minuten voor 2 stuks tegelijk per 100 keer.
Opslag van 7,5% per cm potdiameter.

- 2,6 min voor 2 stuks per 100 keer, dus 26 min voor 1000 planten.

Het overige werk (opruimen e.d.):

3 minuten per 100 stuks, dus 30 min voor 1000 planten.

Verschillen in wijderzetschema's komen ook tot uiting in de loopafstand.

Voor Cyclamen wordt hier een factor 0,544 voor gebruikt.

m² / 100 planten x 0,544 = extra minuten voor het lopen.

Het wijderzetten met een wijderzetvork:

plant in 10 cm-pot:

1 minuut voor 10 stuks per 100 keer.

Opslag van 7,5% per cm potdiameter.

- 1,3 min voor 10 stuks per 100 keer, dus 13 min voor 1000 planten.

Het wegzetten of oprapen van de planten:

plant in 10 cm-pot:

2 minuten voor 2 stuks tegelijk per 100 keer.

Opslag van 7,5% per cm potdiameter.

- 2,6 min voor 2 stuks per 100 keer, dus 26 min voor 1000 planten.

Het overige werk (opruimen e.d.):

3 minuten per 100 stuks, dus 30 min voor 1000 planten.

Verschillen in wijderzetschema's komen ook tot uiting in de loopafstand.

Voor Cyclamen wordt hier een factor 0,544 voor gebruikt (Benninga e.a., 1994).

aantal m² / 100 planten x 0,544 = extra minuten voor het lopen.

Uitrekenen hoeveel m² erbij een bepaalde plantafstand nodig is om 100 planten te kunnen plaatsen.

Eindrapport project 2210

Tabel 24: Overzicht kosten van alle wijderzetbehandelingen voor 1000 planten; proef uitgevoerd in de zomer. In de tabel worden alle kosten weergegeven ten opzichte van de behandeling 48-24-12. De behandelingen zijn gerankschikt naar oplopend benodigd aantal weekm².

behandeling	# /m ²	# dgn	# /m ²	# dgn	# / m ²	# dgn	extra netto weekm ²	extra arbeidskosten	Totale kosten
48 - 48 - 48	48	116					- 553.2	- f 130,50	- f 683,70
48 - 24 - 24	48	56	24	64			- 351.1	- f 79,80	- f 430,90
24 - 24 - 24	24	116					- 208.2	- f 120,20	- f 328,40
48 - 24 - 12	48	56	24	11	12	56	0	0	0
24 - 12 - 12	24	63	12	60			+ 190.5	- f 40,40	+ f 150,10
24 - 12 - 6	24	63	12	19	6	48	+ 845.3	+ f 91,25	+ f 936,55
12 - 12 - 12	12	126					+ 601.2	- f 91,10	+ f 510,10
12 - 6 - 6	12	78	6	55			+1339.3	+ f 40,55	+ f 1379,85
12 - 6 - 3	12	78	6	27	3	28	+2006.0	+ f 262,90	+ f 2268,90

De totale kosten zijn opgebouwd uit de kosten voor de extra benodigde weekm² en de extra arbeidskosten.

Tabel 25: Overzicht kosten van alle wijderzetbehandelingen voor 1000 planten; proef uitgevoerd in de winter. In de tabel worden alle kosten weergegeven ten opzichte van de behandeling 48-24-12. De behandelingen zijn gerangschikt naar oplopend benodigd aantal weekm².

behandeling	# /m ²	# dgn	# /m ²	# dgn	# / m ²	# dgn	extra netto weekm ²	extra arbeidskosten	Totale kosten
48 - 48 - 48	48	188					- 657.2	- f 130,50	- f 787,70
48 - 24 - 24	48	103	24	85			- 404.7	- f 79,80	- f 484,50
24 - 24 - 24	24	188					- 98.0	- f 120,20	- f 218,20
48 - 24 - 12	48	103	24	33	12	60	0	0	0
24 - 12 - 12	24	129	12	64			+ 312.6	- f 40,40	+ f 272,60
24 - 12 - 6	24	129	12	32	6	35	+ 765.0	+ f 91,25	+ f 856,25
12 - 12 - 12	12	196					+ 1116.0	- f 91,10	+ f 1024,90
12 - 6 - 6	12	150	6	60			+1997.0	+ f 40,55	+ f 2037,55
12 - 6 - 3	12	150	6	36	3	24	+2568.5	+ f 262,90	+ f 2831,40

De totale kosten zijn opgebouwd uit de kosten voor de extra benodigde weekm² en de extra arbeidskosten.

Resultaten kostenberekening

De uiteindelijke kostenberekening voor de verschillende plantschema's staat vermeld in bijlage 19. In tabel 24 en 25 zijn de resultaten van de kostenberekeningen samengevat. Tabel 24 beschrijft een overzicht van de wijderzetproef die in de zomer is uitgevoerd. Een overzicht van de wijderzetproef die in de winter heeft plaatsgevonden, is te vinden in tabel 25. In de tabellen worden de kosten in gulden weergegeven ten opzichte van de behandeling 48-24-12 (standaardbehandeling). Deze behandeling wordt het meest in de praktijk toegepast bij de in de proef gebruikte potmaat en uiteindelijke eindlengte van de plant. Verder wordt er in de tabellen ingegaan op de gebruikte teeltduur per wijderzetschema, het aantal extra benodigde weekm² en de extra benodigde arbeidskosten. Uit zowel tabel 24 als tabel 25 komt naar voren dat de twee behandelingen constant 48 en 24 planten per m² en de behandeling 48-24-24 planten per m² kosten besparen ten opzichte van de standaardbehandeling 48-24-12. Dit geldt zowel voor de zomerteelt als de winterteelt. De totale kosten lopen bij een verruiming van het wijderzetschema's snel op. Duidelijk valt op dat voor de meeste behandelingen geldt dat de kosten in de winter in vergelijking met de zomer hoger oplopen voor de ruimere plantschema's (tabel 25). De winter levert echter wel meer kostenbesparing op voor de behandelingen, die boven de standaardbehandeling geplaatst zijn in tabel 25. De hoogte van de kosten is het meest toe te schrijven aan het aantal extra benodigde weekm². De extra arbeidskosten hebben in de kostenberekening een veel kleinere betekenis.

De behandeling 24-24-24, die als beste beoordeeld wordt, geeft een aardige kostenbesparing te zien op 1000 planten ten opzichte van de standaardbehandeling. De totale kosten komen in de winterperiode op een besparing van f 218,20 en in de zomerperiode op een besparing van f 328,40 per 1000 planten.

4.4 Discussie en conclusies

Het wijderzetten heeft een grote invloed op de ontwikkeling en groei van potplanten. In de praktijk worden er bij *Ficus benjamina*, afhankelijk van de gebruikte potmaat, verschillende wijderzetschema's toegepast. Bij gebruik van dezelfde potmaat verschillen de wijderzetschema's van bedrijf tot bedrijf. Ook in de manier van wijderzetten zijn er verschillen te vinden. De planten kunnen in verband of in rijen worden geplaatst. Toepassing van de verschillende schema's laat vooral een ander uiterlijk van de plant zien. Hoe dichter de planten op elkaar staan, hoe groter de uiteindelijke bereikte plantlengte bij *Schefflera* (Vissers en Haleydt, 1994). Bij een potplant als poinsettia wordt een goede compacte plant bereikt door het plaatsen van 12 planten per m². Hierbij is dan toepassing van remstoffen zoals CCC overbodig (Schumann et al., 1991). Ook bij *Nephrolepis* bepaalt de plantdichtheid de uiteindelijke kwaliteit van het eindproduct (Van den Hoek, 1992).

De toepassing van ruimere plantverbanden leidt bij *Ficus benjamina* 'Exotica' ook tot een verkleining van de uiteindelijk bereikte plantlengte. De lengte van de hoofdscheut neemt af bij wijdere schema's en de lengte van de zijscheuten nemen toe. Echter, een te ruim plantschema geeft 'afwijkingen' in de vorm van de plant te zien. Voor een *Ficus* van 60 cm houdt dit een plantschema in dat uitgaat van 12 planten per

m² en dat tijdens de teelt nog in een ruimer verband wordt geplaatst. Na het ontstaan van de twaalfde zij scheut blijven de daaropvolgende zij scheuten sterk in groei achter (foto 7, 8 en 9). Waardoor dit effect ontstaat, is moeilijk te verklaren. Het kan samenhangen met inwendige factoren zoals het aantal aanwezige sinks op dat moment of met uitwendige factoren zoals de verdeling van het licht of de kwaliteit van het licht. Het lijkt erop dat de apicale dominantie van de hoofdscheut deels wordt opgeheven. Dit effect is waarschijnlijk niet toe te schrijven aan het gerealiseerde microklimaat. Zowel de temperatuur als het vochtdeficit zijn niet afwijkend ten opzichte van het gerealiseerde vochtdeficit en de temperatuur in andere wijderzetbehandelingen, welke de afwijkende vorm niet lieten zien. In Deens onderzoek leidde de toepassing van verschillende plantdichtheden, 42,7, 34,0 en 28,1 planten per m², niet tot een verschil in kwaliteit van Ficus (Bjerre, 1982).

Het vers- en drooggewicht en het percentage drogestof van stengel en blad van de hoofdscheut laten een toename zien met een ruimer wordend plantschema. Het aantal bladeren aan de hoofdscheut en het bladoppervlak wordt niet aantoonbaar beïnvloed door toepassing van verschillende wijderzetschema's. De ontwikkeling en groei van de eerste- en tweedegraads zij scheuten wordt in sterkere mate beïnvloed door gebruik te maken van verschillende plantschema's. Elke verruiming van het aantal planten per m² laat voor de eerstegraads zij scheuten een betrouwbaar effect zien op het droog- en versgewicht van blad en stengel. Een verruiming van het plantschema leidt tot een verhoging van deze gewichten. Dit geldt ook voor het drogestofpercentage. Het bladoppervlak en het aantal bladeren laten tot op zekere hoogte bij een verruiming van het schema ook een significante toename zien. Voor de tweedegraads zij scheuten worden dezelfde resultaten gevonden als bij de eerstegraads zij scheuten.

De uiteindelijke teeltduur is afhankelijk van het gehanteerde wijderzetschema. Voor een ruimer plantschema zijn meer weekm²'s benodigd. Het dichtste plantschema is het meest economisch. Dit blijkt tevens uit Deens onderzoek, waarbij Ficus is gevolgd in verschillende wijderzetschema's (Bjerre, 1982). Toepassing van het dichtste plantschema leidt vaak niet tot de beste kwaliteit. Uit het hier beschreven onderzoek komt naar voren dat constant 24 planten m² leidde tot de beste subjectieve kwaliteit. De behandeling die standaard in de praktijk wordt gebruikt voor het telen van een 60 cm Ficus benjamina 'Exotica' is 48-24-12 planten per m². Uit een indicatieve kostenberekening komt naar voren dat het plaatsen van constant 24 planten m², zowel in de zomer als in de winter, een besparing geeft op de gemaakte kosten aan extra netto weekm² en extra arbeidskosten in vergelijking tot de standaardbehandeling.

DEEL 2

DE ONTWIKKELING

VAN

FICUS BENJAMINA

'EXOTICA'

1. INLEIDING

1.1 Algemeen

Om de samenhang tussen factoren en de invloed van factoren op het gewas te kunnen onderzoeken, kan gebruik gemaakt worden van groeimodellen als onderzoeksinstrument. Dit leidt met name bij complexe processen en een veelheid aan factoren tot een sneller onderzoeksresultaat dan het bekijken van de afzonderlijke factoren. Daarnaast biedt het aanknopingspunten voor andere gewassen. Voor het bouwen van modellen is het nauwgezet volgen van de ontwikkeling van individuele planten in relatie tot omgevingsfactoren vanaf het uitgangsmateriaal noodzakelijk. Na validatie van het model zal dit aangrijpingspunten kunnen opleveren om op het juiste moment de plant te manipuleren teneinde de vastgestelde plant te kunnen produceren.

1.2 Uitgangssituatie van het model

In dit project worden de groei en de ontwikkeling van *Ficus benjamina* 'Exotica' modelmatig vastgelegd. Voor een goede uitvoering van het project en vanwege de complexiteit van de materie is een afbakening van het terrein van onderzoek noodzakelijk. In het model wordt uitgegaan van de standaardadviesnormen (zie bijlage 1): twee stekken per pot voor een plantlengte van 1,20 m. In hoofdstuk 2 van deel 1B is gekeken of er onderlinge concurrentie van stekken binnen één pot bestaat en zo ja, welk effect dit heeft op de groei en ontwikkeling van *Ficus benjamina* 'Exotica'. Hierbij zijn het aantal stekken per pot, stekeigenschappen en de herkomst van de stekken meegenomen (Dijkshoorn, 1992). Als uitgangsmateriaal is gekozen voor het eerste pluksel van Franse weefselkweekstek. Uit onderzoek (zie experimenten deel 1B en bijlage 20: de ontwikkelingsproeven) is gebleken dat dit materiaal vrij homogeen is en dat alle okselknoppen goed uitlopen. Deze stekken zullen vanwege hun opbouw leiden tot een vrij gevulde plant.

Het model zal zich in eerste instantie richten op de vorm, gevuldheid en breedte in verhouding tot de hoogte. Deze plantkenmerken waren kwaliteitsbepalend voor *Ficus*. Deze kwaliteitsbepalende plantkenmerken kwamen naar voren door het leggen van een koppeling tussen de subjectieve kwaliteit, beoordelingen door de telers, en de objectieve kwaliteit, vaststellen met behulp van beeldverwerking (zie deel 1A).

Luchttemperatuur en licht (wijderzetten) hebben een grote invloed op de ontwikkeling van de plant. Om deze reden is eerst uitgebreid gekeken naar het effect van deze twee factoren op de groei en ontwikkeling van de plant.

Bij een goede validatie van het model is uitbreiding van het model altijd mogelijk. Men kan hierbij denken aan de teeltmaatregel 'opbinden', R.V., CO₂, watergift etc.

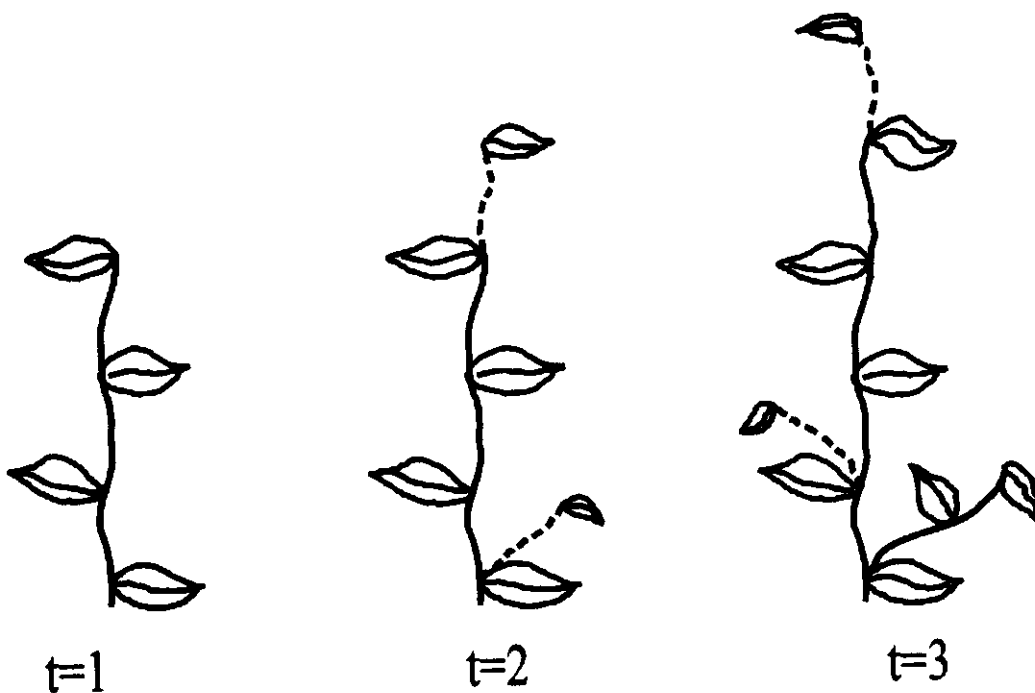
2. HET DYNAMISCHE GEDRAG VAN FICUS BENJAMINA

Lengtegroei is belangrijk om een bepaalde vorm in planten te krijgen, zowel in de hoogte als in de breedte. De vorm van de planten wordt evenals de lengte/breedteverhouding bepaald door het wel dan niet uitlopen van de primaire zij scheuten en de lengtegroei van de hoofd- en zij scheuten. De gevuldheid wordt naast de hoek van de zij scheuten met de hoofdscheut en de doorbuiging van de zij scheuten óók bepaald door het uitlopen van de secundaire zij scheuten. Belangrijke variabelen voor groei en ontwikkeling zijn:

- lengtegroei van de hoofdscheut en de zij scheuten
- aantal bladeren op de hoofdscheut en de zij scheuten
- internodiumlengte
- plastochron: de tijd, die verloopt tussen twee opeenvolgende bladeren.
- vertakking van de zij scheuten: tweede orde

Het model zal inzicht moeten geven in het wel dan niet uitlopen van primaire en secundaire zij scheuten onder invloed van licht en temperatuur en de lengtegroei van de hoofd- en zij scheuten, zodat het vaststellen van een vorm, gevuldheid en lengte/breedteverhouding mogelijk wordt.

Aan de hand van de experimenten, beschreven in deel 1 van dit verslag, en de experimenten, beschreven in bijlage 20 van dit verslag, waarin de ontwikkeling van de planten nauwkeurig is gevolgd, is het mogelijk om het dynamische gedrag van *Ficus benjamina* te beschrijven. In onderstaand figuur wordt schematisch weergegeven hoe de lengtegroei van de hoofdscheut van *Ficus benjamina* tot stand komt.



Figuur 15: Schematische weergave van de lengtegroei van de hoofdscheut.

Op tijdstip $t = 0$ zijn er drie internodia zonder zijscheut bovenin de hoofdscheut aanwezig. Op tijdstip $t = 1$ wordt bovenin de hoofdscheut een vierde internodium afgesplitst. Tegelijkertijd vindt er een afsplitsing van een drie posities eronder gelegen zijscheut plaats. Een volgend internodium wordt gevormd op $t = 2$ en drie posities eronder wordt er direct de groei van een zijscheut gestart. Dit patroon is zeer regelmatig. In de figuren 16 en 17 zijn van een aantal representatieve planten het aantal bladeren aan de hoofdscheut en het aantal eerstegraads zijscheuten uitgezet tegen de tijd. Uit de ontwikkelingsproef (bijlage 20) komt naar voren dat alle okselknoppen op de hoofdscheut uitlopen. Uit de figuren 16 en 17 blijkt ook dat er van circa drie internodia in de top van de plant nog geen okselknop is doorbroken.

De lengtegroei van de planten is vereenvoudigd weergegeven in een relatiediagram (figuur 18). De lengte van de hoofdscheut (LH) neemt toe door de lengtegroeisnelheid (LGR). Deze lengtegroeisnelheid wordt beïnvloed door de plastochron (P) en de maximale internodiuumlengte (L_{max}). De temperatuur en het licht hebben invloed op de plastochron. De maximale internodiuumlengte wordt beïnvloed door de positie op de stengel van de plant en door licht. Temperatuur heeft waarschijnlijk binnen bepaalde grenzen geen invloed op de maximale internodiuumlengte. Na een vertraging van drie internodia wordt de groei van de eerste zijscheut in gang gezet (constante a). Hierna wordt bij de vorming van elk internodium op de hoofdscheut een zijscheut op elk drie internodia lager gelegen positie aangelegd. De lengte van elke zijscheut (1,..., n-1, n) neemt op dezelfde manier toe als de hoofdscheut, maar begint wel met een langere maximale internodiuumlengte. In het relatiediagram is verder ingebouwd de oriëntatie van de zijscheuten in het xyz-vlak; de hoek, die de zijscheut maakt met de hoofdscheut en het doorbuigen van de zijscheut. Het uitlopen van de tweedegraads zijscheuten is afhankelijk gesteld van het assimilatenaanbod. Het wel of niet groeien van de hoofdscheut en de zijscheuten is afhankelijk van het lichtniveau.

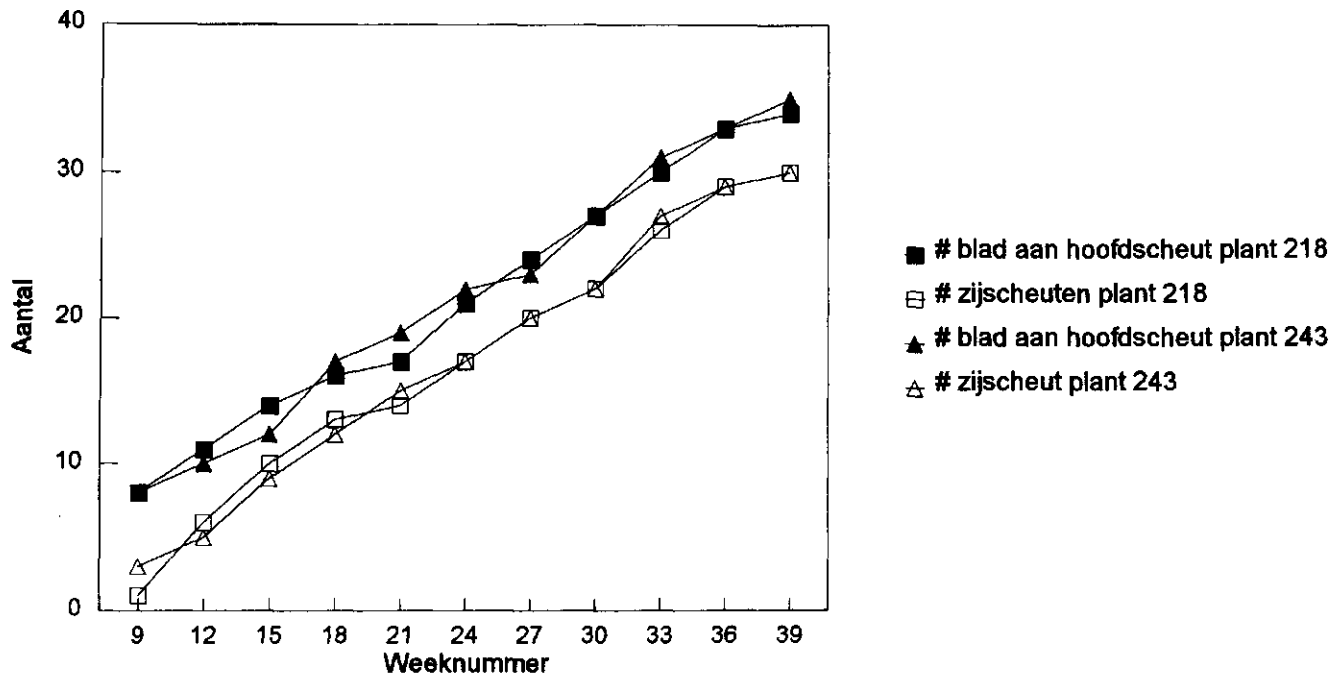
Er zijn verschillende aannamen gemaakt bij het opstellen van dit relatiediagram. Deze aannamen zijn:

- Voor de vereenvoudiging: de groei gedurende één plastochron is constant. Internodia worden in een snel tempo afgesplitst (zie figuur 19); één internodium groeit gedurende één plastochron.
 - De groeisnelheid is de eindlengte van het internodium gedeeld door het plastochron.
 - Iedere scheut is self-supporting (geen assimilaten van de hoofdscheut naar de zijscheut (apex) of andersom).
 - Geen optreden van bladverlies.
 - Water- en nutriëntenopname optimaal (geen beperkende factor) en geen O₂-gebrek in het wortelmilieu (processen verlopen optimaal).
 - Rustmoment-doorbraak van okselknoppen is gekoppeld aan assimilaten (suikerconcentratie).
- Rust is een functie van de suikerconcentratie en de leeftijd.

Koppeling aan SUCROS (= model, waarmee drogestof gesimuleerd wordt) zou mogelijk via de factor licht kunnen.

Aantal blad en zijscheuten aan hoofdscheut

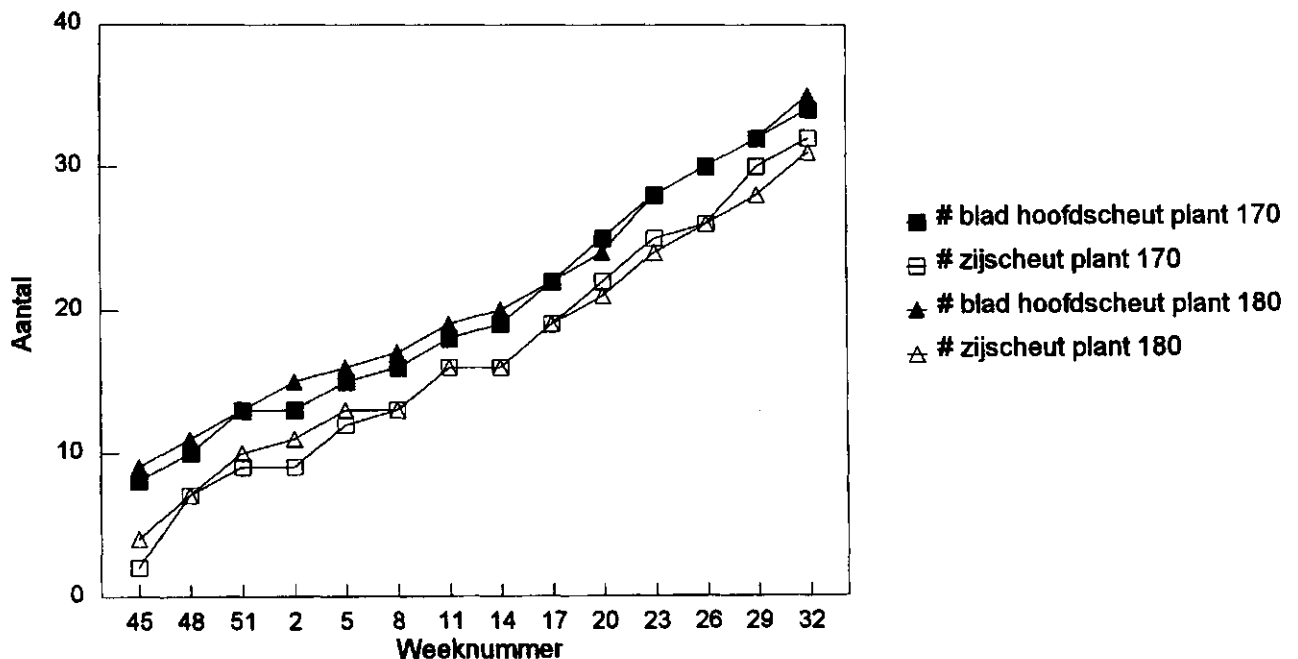
Ontwikkelingsproef 1



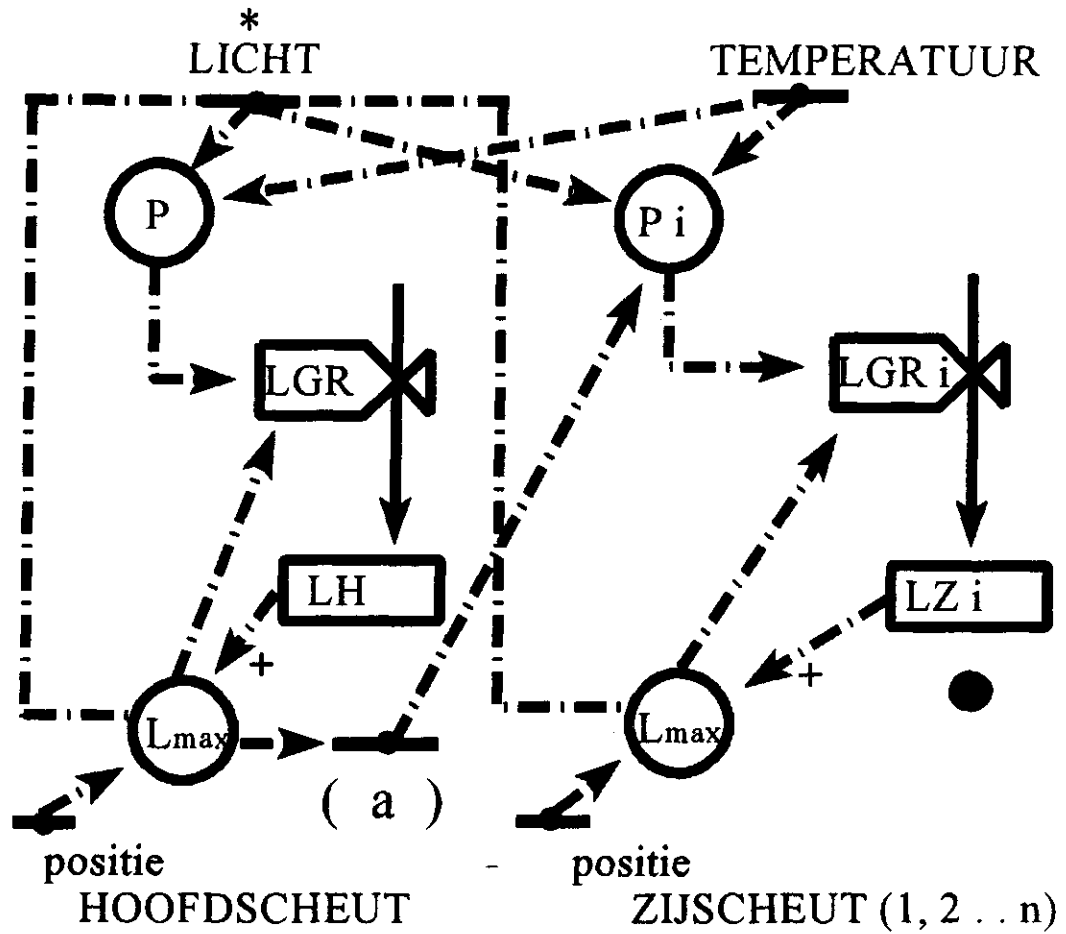
Figuur 16: Het aantal bladeren aan de hoofdscheut en het aantal eerstegraads zijscheuten uitgezet tegen de tijd in de zomer.

Aantal blad en zijscheuten aan hoofdscheut

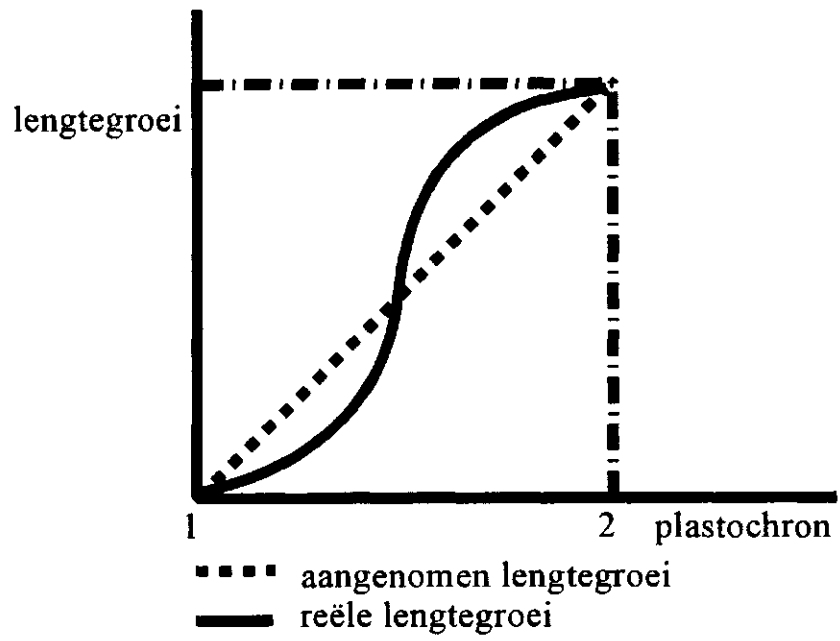
Ontwikkelingsproef 2



Figuur 17: Het aantal bladeren aan de hoofdscheut en het aantal eerstegraads zijscheuten uitgezet tegen de tijd in de winter.



Figuur 18: Vereenvoudigd relatiediagram.



Figuur 19: Schematische weergave lengtegroei van internodium gedurende één plastochron.

3. PLASTOCHRON

3.1 Algemeen

Voor de term plastochron zijn vele definities. Hieronder volgen er enkele.

Plastochron (P) = de tijd die verloopt tussen de vorming van twee opeenvolgende bladeren
 = $\frac{1}{\text{bladafsplittingsnelheid}}$
 = het tijdsinterval tussen de initiatie van primordia
 = het tijdsinterval waarin opeenvolgende bladeren de referentiegrrootte bereiken
 = het tijdsinterval tussen initiatie van twee opeenvolgende bladeren

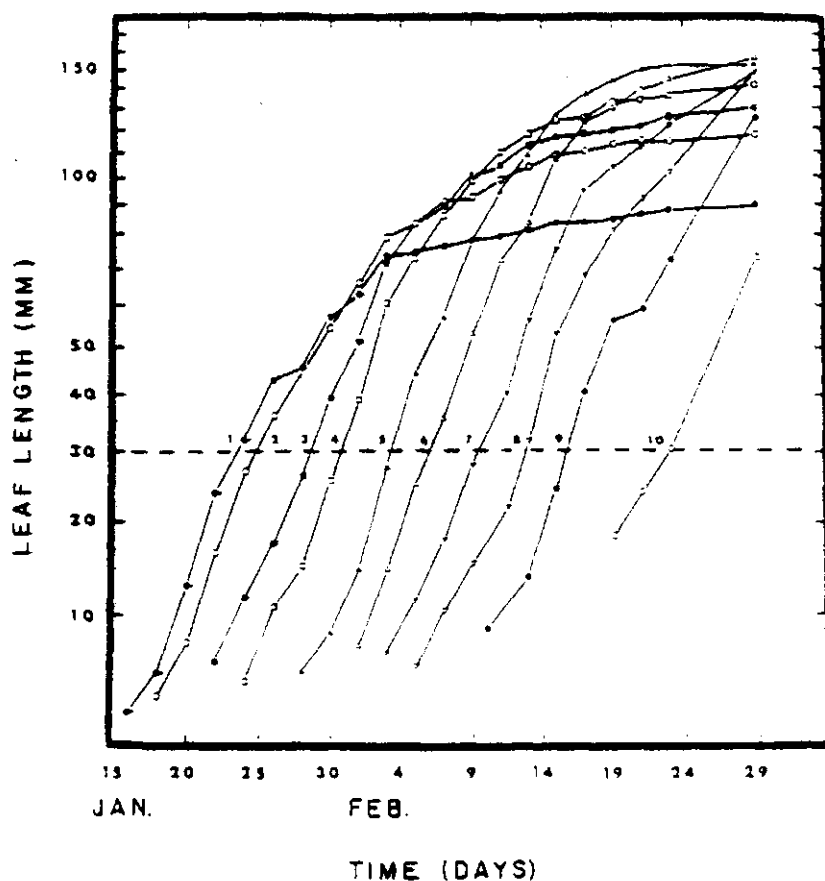
De plastochron wordt uitgedrukt in een tijdseenheid, zoals (sec), (dagen), (weken). Het ontwikkelingsstadium van een plant (= plantleeftijd) kan beschreven worden door het aantal plastochrons. Dit wordt wel de plastochronindex genoemd. De plastochronindex beschrijft de morfologische status van een orgaan, b.v. een blad of scheut in kwantitatieve termen. De plastochronindex (PI) wordt als volgt beschreven (Erichson and Michelini, 1957):

$$PI = n + \frac{(\ln L_n - \ln L_r)}{(\ln L_n - \ln L_{n+1})}$$

waarin:

PI = plastochronindex
 L_r = referentie bladlengte
 n = aantal bladeren > L_r
 L_n = het eerste blad > L_r
 ln L_{n+1} = het eerste blad < L_r

Deze formule wordt toegelicht in figuur 20. Hierin is de log van de bladlengte uitgezet tegen de tijd. In figuur 20 zijn de curven van opeenvolgende bladeren van één plant weergegeven. Eerst wordt een willekeurige referentielengte (L_r) van het blad gekozen. Het kiezen van de referentielengte beperkt zich tot het exponentiële gebied. Aangezien de bladeren, wanneer ze L_r bereiken, nog exponentieel groeien, dient de interpolatie bij het bepalen van de PI overeenkomstig te geschieden. In figuur 20 is een referentielengte gekozen van 30 mm. De plastochron is nu tussen twee lijnen af te lezen, bijvoorbeeld tussen lijn 4 en 5.



Figuur 20: Opeenvolgende bladgroei van een tomaat uitgedrukt in log lengte als functie van de tijd (Coleman and Greyson, 1976).

Veel ontwikkelingsprocessen zijn met de PI te beschrijven zoals de ontwikkeling van het blad van een tomaat aan de hand van LPI (= leaf plastochronindex). De leaf plastochronindex is een constant morfologisch criterium om de ontwikkeling van een blad onder variabele omstandigheden te bekijken. De formule voor de LPI wordt als volgt beschreven (Coleman and Greyson, 1976):

$$LPI = PI - a$$

a = positienummer van een gekozen blad aan de hoofdscheut

De plastochron heeft invloed op de ontwikkeling van de plant: blijft een plant vegetatief of generatief. Bij appel is bekend dat bloemaanleg slechts begint als er 20 internodia zijn aangelegd in de knop (Abbott, 1977; Luckwill, 1974). Als de plastochron te lang is, dan wordt de kritische internodiumpositie niet bereikt voor het eind van het groeiseizoen en blijft de knop vegetatief. Aan de andere kant, als de plastochron te kort is - dit betekent dus een snelle internodiumafsplitsing -, dan schiet het aantal internodia over de kritische internodiumpositie heen en groeit de knop het jaar erop vegetatief uit (Abbott, 1977). Wanneer een knop voorbestemd is om generatief te worden, dan vindt er een versnelling van het plastochron plaats tot het laatste internodiumnummer 21. Bij het vegetatief blijven van een knop wordt de productie van internodia langzamer tot het laatste internodiumnummer 16 (Luckwill and Silva, 1979). De snelheid van het plastochron

mag bij appel niet meer dan zeven dagen overschrijden (Luckwill, 1974).

Ook bij tomaat speelt het aantal bladeren voorafgaand aan de eerste bloeiwijze een grote rol. Minder bladeren voorafgaand aan de eerste bloeiwijze met eenzelfde afsplitsingssnelheid geeft vroegheid van de oogst. Echter te weinig bladeren leidt tot te weinig bladoppervlak om licht te onderscheppen voor assimilatieaanmaak (Klapwijk, 1986). Het aantal bladeren voorafgaand aan de eerste bloeiwijze is waarschijnlijk afhankelijk van het assimilatenniveau. Er is een bepaald niveau nodig om in bloei te gaan. Het assimilatenniveau is te verhogen door een lage temperatuur en een hogere lichtintensiteit. Dit leidt tot een verlaging van het aantal bladeren (Dieleman e.a., 1992).

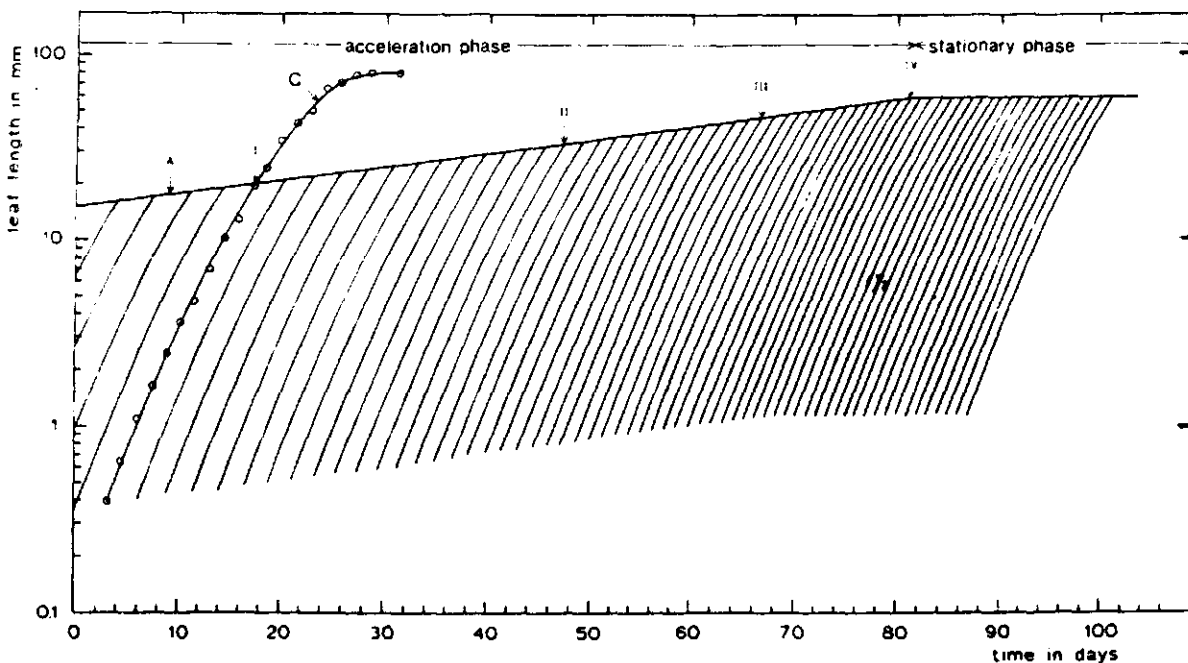


Fig. 4. The sequence of curves representing leaf lengths versus time of successive leaves. C is the measured growth curve with data points (average of 5 measurements). The same curve has been drawn through the successive calculated times of appearance at $\frac{1}{4} L_m$. Line A is the same as in Fig. 3. At times I, II, III and IV (each after 13 leaf initiations) the logarithmic distances are measured between successive primordia (see Fig. 5).

Physiol. Plant. 57, 1983

Figuur 21: Plastochron gedurende de groei van een populier (Pieters, 1983).

Naast het lang of kort zijn van de plastochron kent de plastochron zelf ook een ontwikkelingsverloop. De eerste fase, waarin een plastochron zich bevindt, heet de acceleratiefase, welke na een tijd overgaat in de stationaire fase. Het is bekend dat de plastochron bij het vergroten van het blad steeds korter wordt totdat er een stationaire fase wordt bereikt. Met het bereiken van de stationaire fase heeft het blad ook zijn eindgrootte bereikt. Ter illustratie is dit weergegeven in figuur 21.

In dit onderzoek is de plastochron non-destructief bepaald, zonder direct gebruik

van een referentielengte en daarmee samenhangende dagelijkse bladlengtemeting. De afsplitsing van bladeren verloopt bij *Ficus benjamina* 'Exotica' vrij snel. Bekend is dat het teveel aanraken van het blad van een chrysantheem kan leiden tot een reductie van 30% van de bladlengte. De plastochron is vastgesteld door het frequent tellen van het aantal bladeren op de hoofdscheut of op de zijscheut. Dit kwam neer op éénmaal per week of éénmaal per drie weken. De bladeren werden geteld, wanneer zij een lengte hadden bereikt van 2 cm en een breedte van 1 cm. Uit de tellingen van het aantal bladeren is de bladafplitsingssnelheid herleid, waarvan voor het berekenen van de plastochron de reciprook genomen is.

3.2 Plastochron hoofdscheut

3.2.1 Invloed van het wijderzetschema (wijderzetproef 1; 10 maart-26 juli 1993)

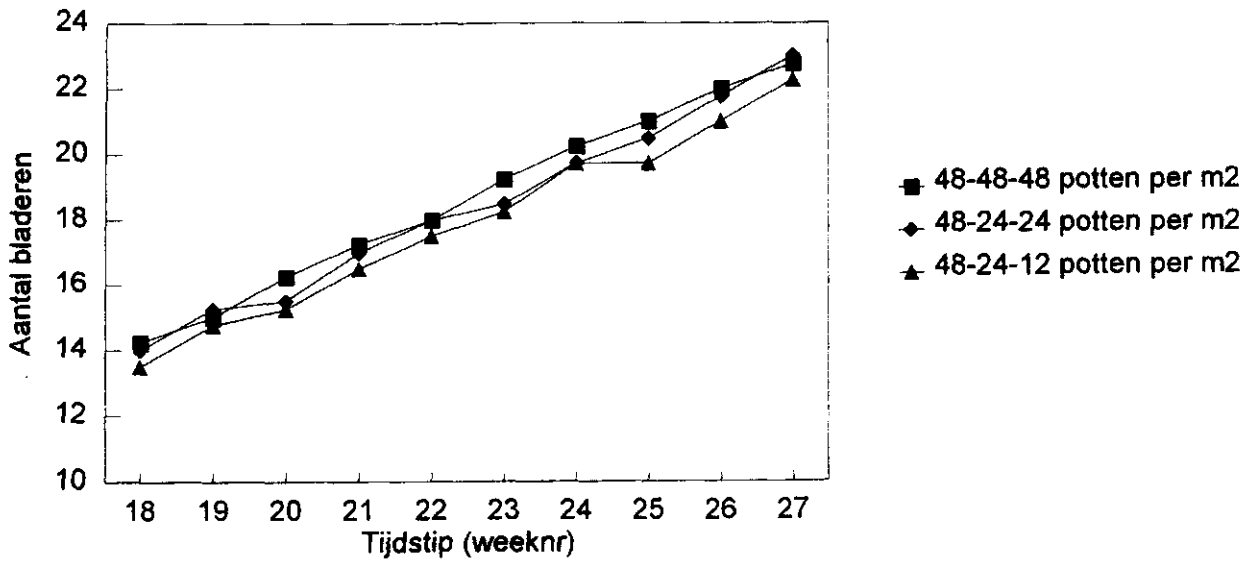
De metingen vonden plaats aan halfwasmateriaal van zeven weken oud (zie voor beschrijving van de proef deel 1B, hoofdstuk 4). Tien weken lang is het aantal bladeren op de hoofdscheut geteld. Voor elke gemeten hoofdscheut is het aantal bladeren tegen de tijd gefit. Alle verkregen bladafplitsingssnelheden zijn daarna met behulp van variantieanalyse geanalyseerd. In tabel 26 staan de bladafplitsingssnelheden in blad per week weergegeven.

Tabel 26: De invloed van het wijderzetten in de zomer op de bladafplitsingssnelheid (blad/week). Verschillende letters geven betrouwbare verschillen weer bij 5% onbetrouwbaarheid.

Behandeling (#potten/m ²)	Bladaf-splitsings-snelheid in blad/week	Behandeling (#potten/m ²)	Bladaf-splitsings-snelheid in blad/week	Behandeling (#potten/m ²)	Bladaf-splitsings-snelheid in blad/week
48-48-48	0.967 c	24-24-24	0.977 c	12-12-12	0.936 bc
48-24-24	0.971 c	24-12-12	0.977 c	12-6-6	0.803 a
48-24-12	0.942 bc	24-12-6	0.861 ab	12-6-3	0.789 a

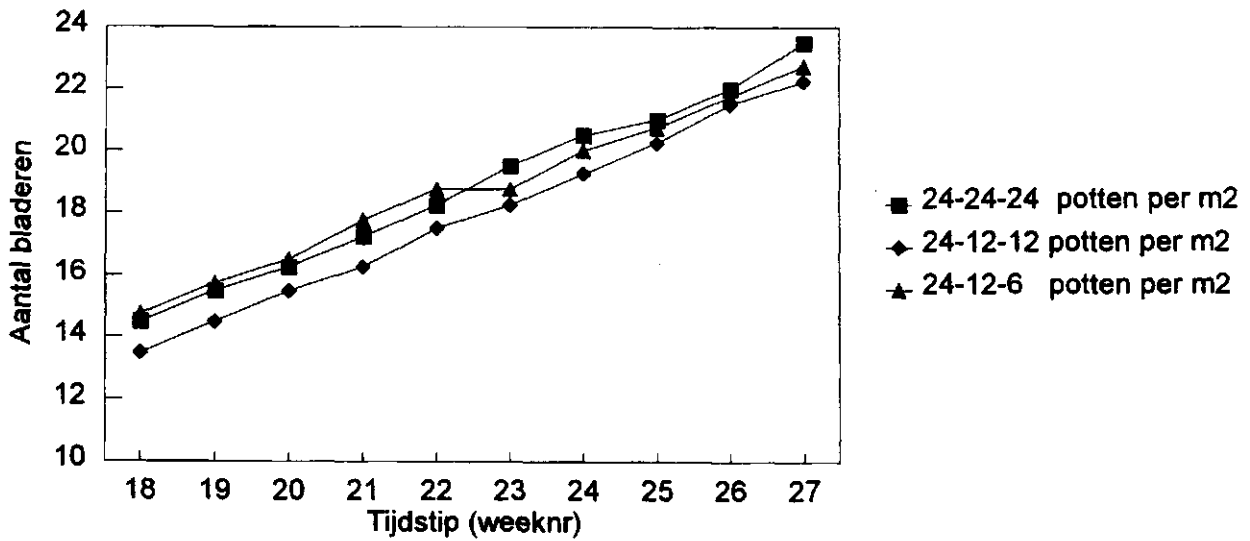
Uit tabel 26 blijkt dat de bladafplitsingssnelheid bij de ruimere wijderzetschema's afneemt. Vooral de wijderzetschema's 12-6-6 en 12-6-3 laten een sterke verlaging zien. Dit verschijnsel is ook illustratief weergegeven in de figuren 22, 23 en 24. Na 15 weken blijkt uit figuur 22, 23 en 24 dat de bladafplitsingssnelheid omlaag gaat bij de twee ruimere wijderzetschema's, 12-6-6 en 12-6-3. De gemiddelde plastochron van de behandelingen, die niet significant verschillen is 7,3 dag. Van alle behandelingen is de gemiddelde plastochron 7,7 dag.

Bladafplitsing hoofdscheut Wijderzetproef 1



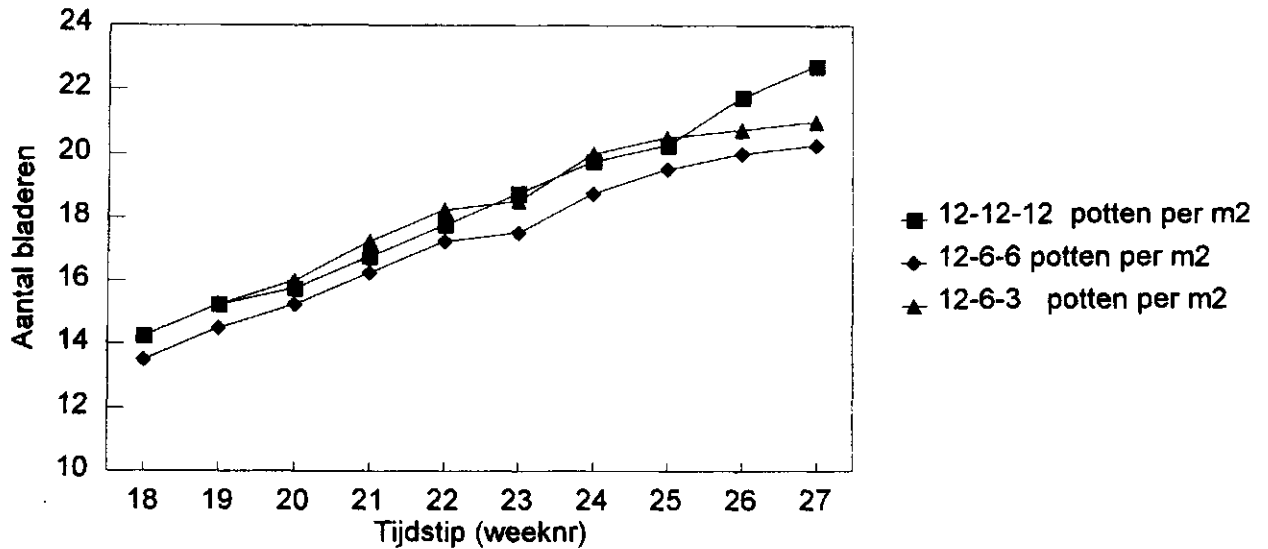
Figuur 22: Het aantal bladeren aan de hoofdscheut uitgezet tegen de tijd voor het 48-schema.

Bladafplitsing hoofdscheut Wijderzetproef 1



Figuur 23: Het aantal bladeren aan de hoofdscheut uitgezet tegen de tijd voor het 24-schema.

Bladafplitsing hoofdscheut Wijderzetproef 1



Figuur 24: Het aantal bladeren aan de hoofdscheut uitgezet tegen de tijd voor het 12-schema.

3.2.2 Invloed van het wijderzetschema (wijderzetproef 2; 9december-18 juli)

De metingen voor het bepalen van de bladafplitsingssnelheid in de tweede wijderzetproef werden gedaan vanaf de start van de proef (zie voor beschrijving van de proef deel 1B, hoofdstuk 4). Voor het bepalen van bladafplitsingssnelheid van elke behandeling werden tien meettijdstippen genomen in hetzelfde leeftijd stadium als de eerste wijderzetproef (halfwasmateriaal). Variantieanalyse op de bladafplitsingssnelheden van de verschillende behandelingen geeft de volgende resultaten (tabel 27).

Tabel 27: De invloed van het wijderzetten in de winter op de bladafplitsingssnelheid (blad/week). Verschillende letters geven betrouwbare verschillen weer bij 5% onbetrouwbaarheid.

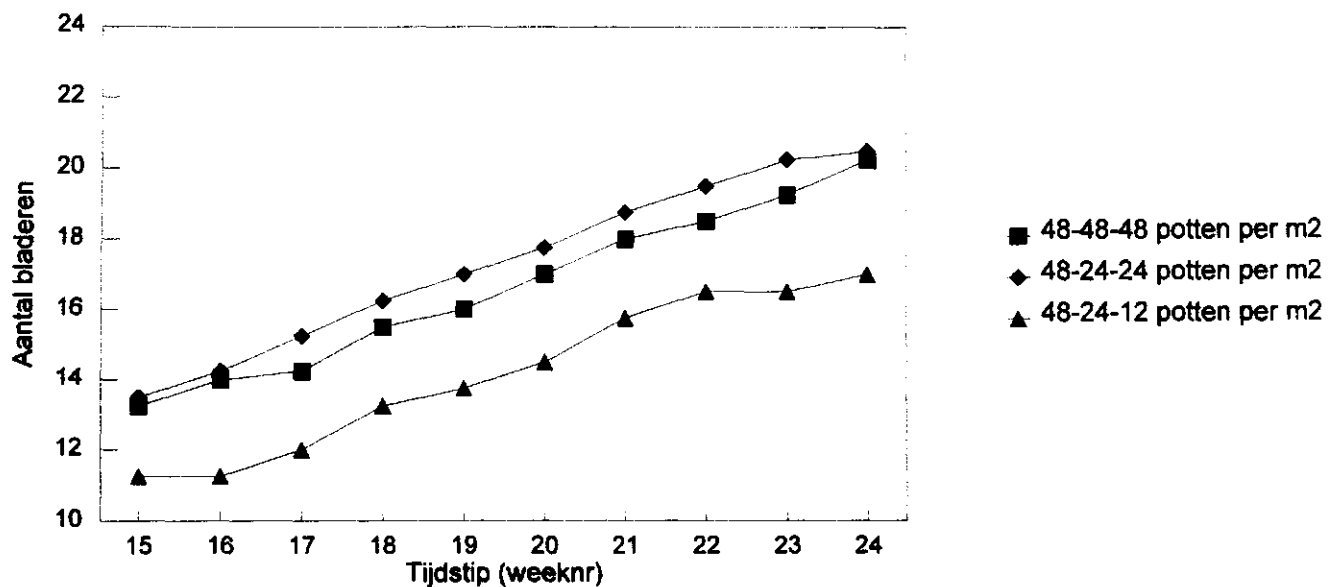
Behandeling (#potten/m ²)	Bladaf-splitsings-snelheid in blad/week	Behandeling (#potten/m ²)	Bladaf-splitsings-snelheid in blad/week	Behandeling (#potten/m ²)	Bladaf-splitsings-snelheid in blad/week
48-48-48	0.785 de	24-24-24	0.677 bcd	12-12-12	0.668 abc
48-24-24	0.815 e	24-12-12	0.679 bcd	12-6-6	0.602 ab
48-24-12	0.723 cde	24-12-6	0.692 bcd	12-6-3	0.561

Uit tabel 27 blijkt dat de bladafsplittingsnelheid lager ligt in vergelijking tot de zomer. De gemiddelde plastochron van de behandelingen die niet significant verschillen van elkaar is 9,8 dag. Het effect dat ruimere plantschema's leiden tot een verlaging van de bladafsplittingsnelheid is hier veel minder in vergelijking met de wijderzetproef in de zomer. Van alle behandelingen is de gemiddelde plastochron 10,1 dag

De gemiddelde bladafsplitsing van de halfwasplanten is tevens grafisch weergegeven in figuur 25, 26 en 27. Uit figuur 25 blijkt dat de wijderzetbehandeling 48-24-12 potten per m² na 13 weken gaat afwijken van de overige behandelingen in het 48-schema. Verwacht werd dat deze behandeling eenzelfde verloop zou hebben als de overige behandelingen. Uit gegevens van het gerealiseerde microklimaat blijkt dat het microklimaat van deze behandeling afwijkt ten opzichte van de andere behandelingen. Er werd een afwijkende luchtvochtigheid gevonden. Dit zou de verlaging van de bladafsplittingsnelheid veroorzaakt kunnen hebben.

Bladafsplitsing hoofdscheut

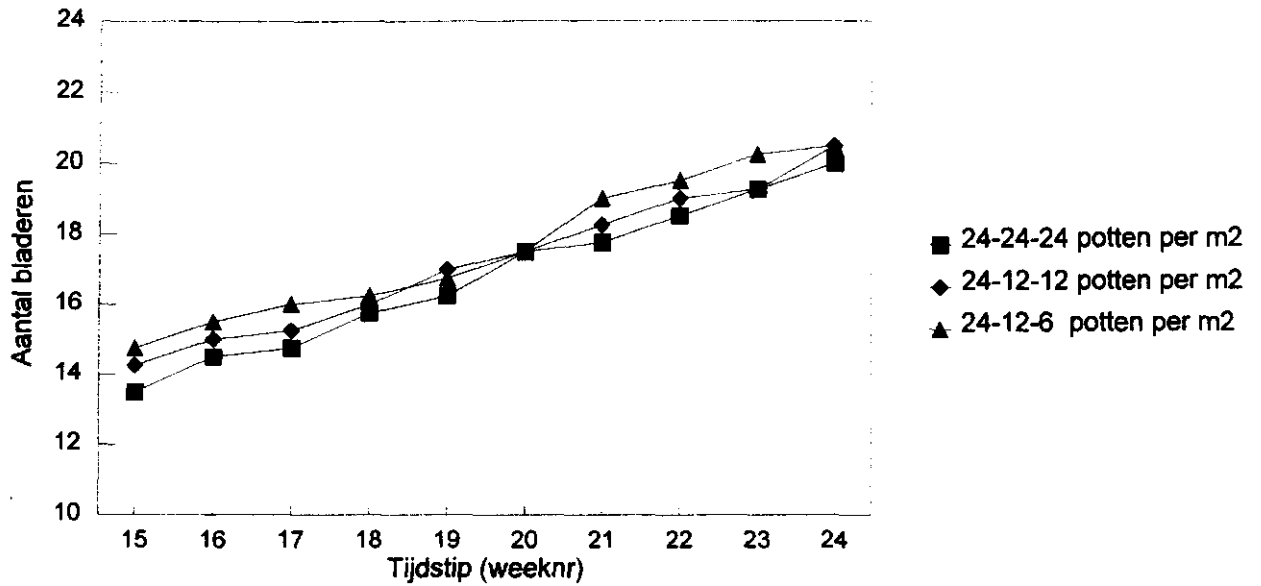
Wijderzetproef 2



Figuur 25: Aantal bladeren aan de hoofdscheut uitgezet tegen de tijd voor het 48-schema.

Bladafsplitsing hoofdscheut

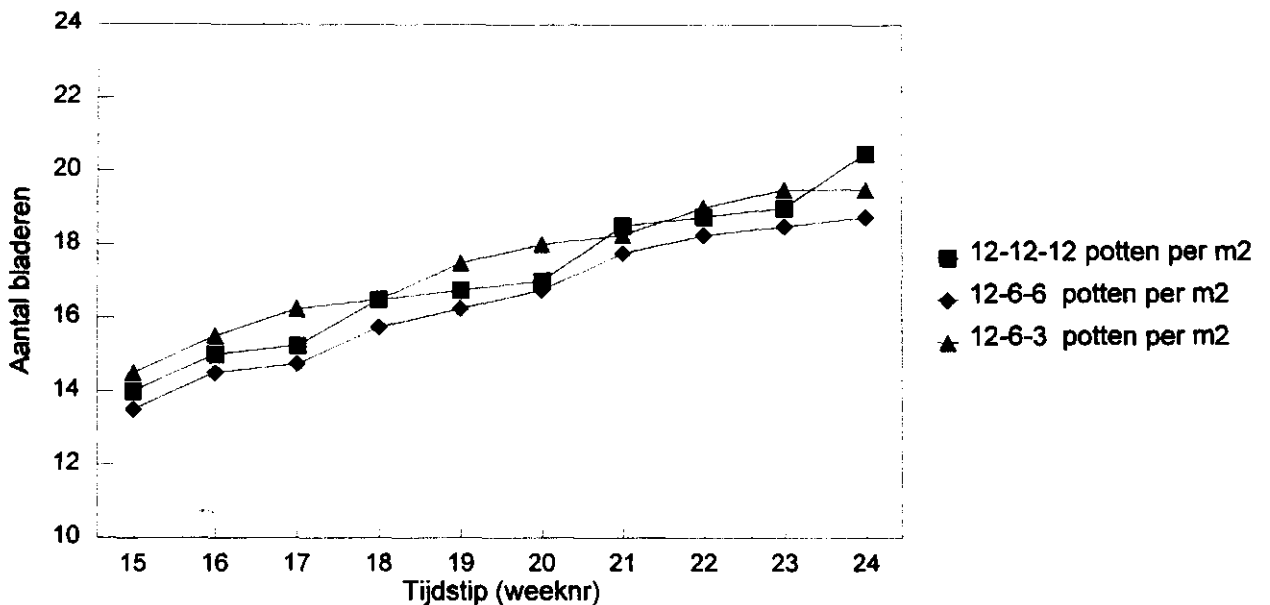
Wijderzetproef 2



Figuur 26: Aantal bladeren aan de hoofdscheut uitgezet tegen de tijd voor het 24-schema.

Bladafsplitsing hoofdscheut

Wijderzetproef 2

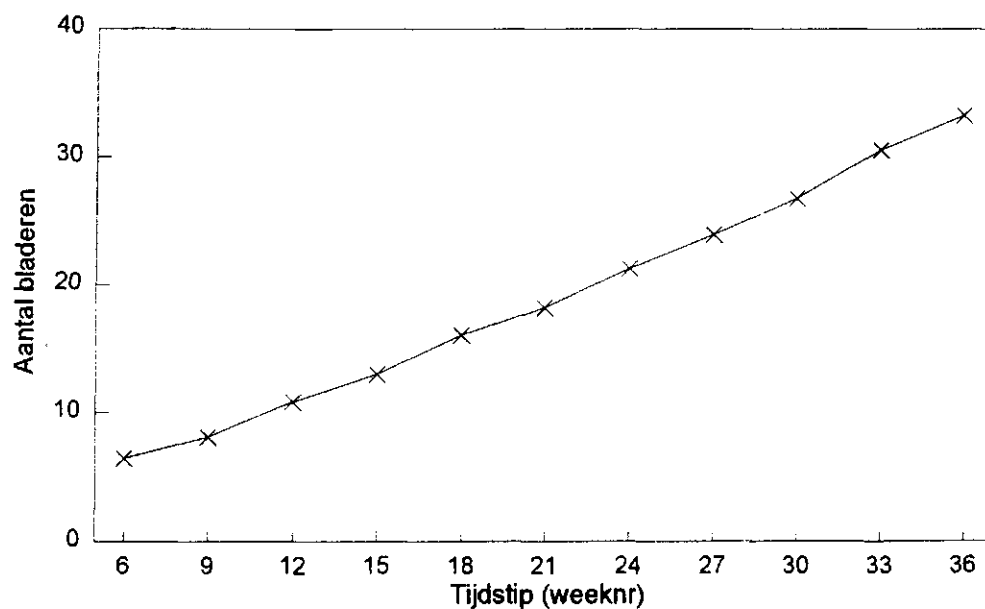


Figuur 27: Aantal bladeren aan de hoofdscheut uitgezet tegen de tijd voor het 12-schema.

3.2.3 Invloed van lichtniveau (ontwikkelingsproef 1 en 2; bijlage 20)

Plastochron hoofdscheut

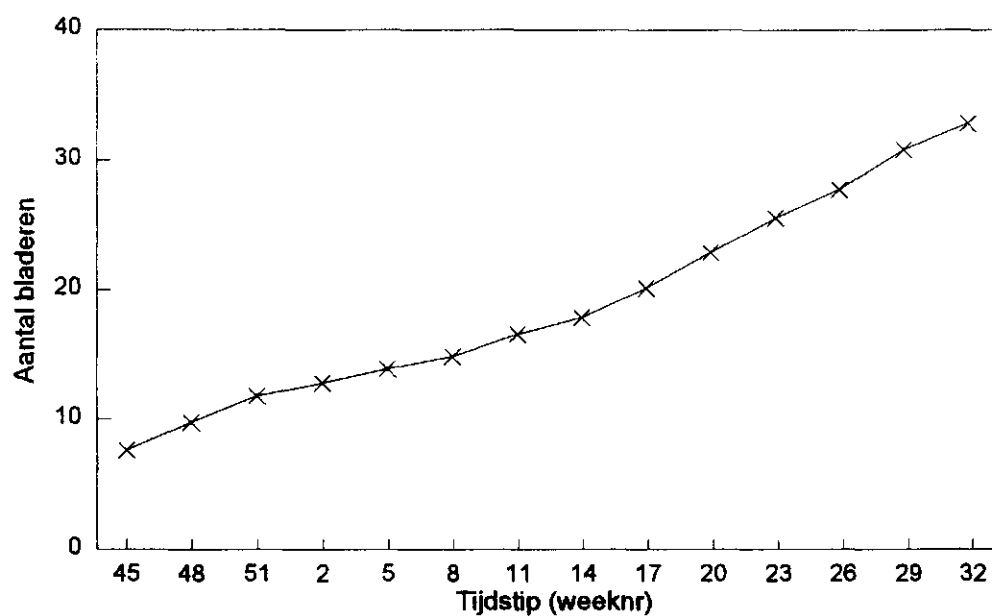
Ontwikkelingsproef 1



Figuur 28: Ontwikkelingsproef 1: het aantal bladeren tegen de tijd.

Plastochron hoofdscheut

Ontwikkelingsproef 2

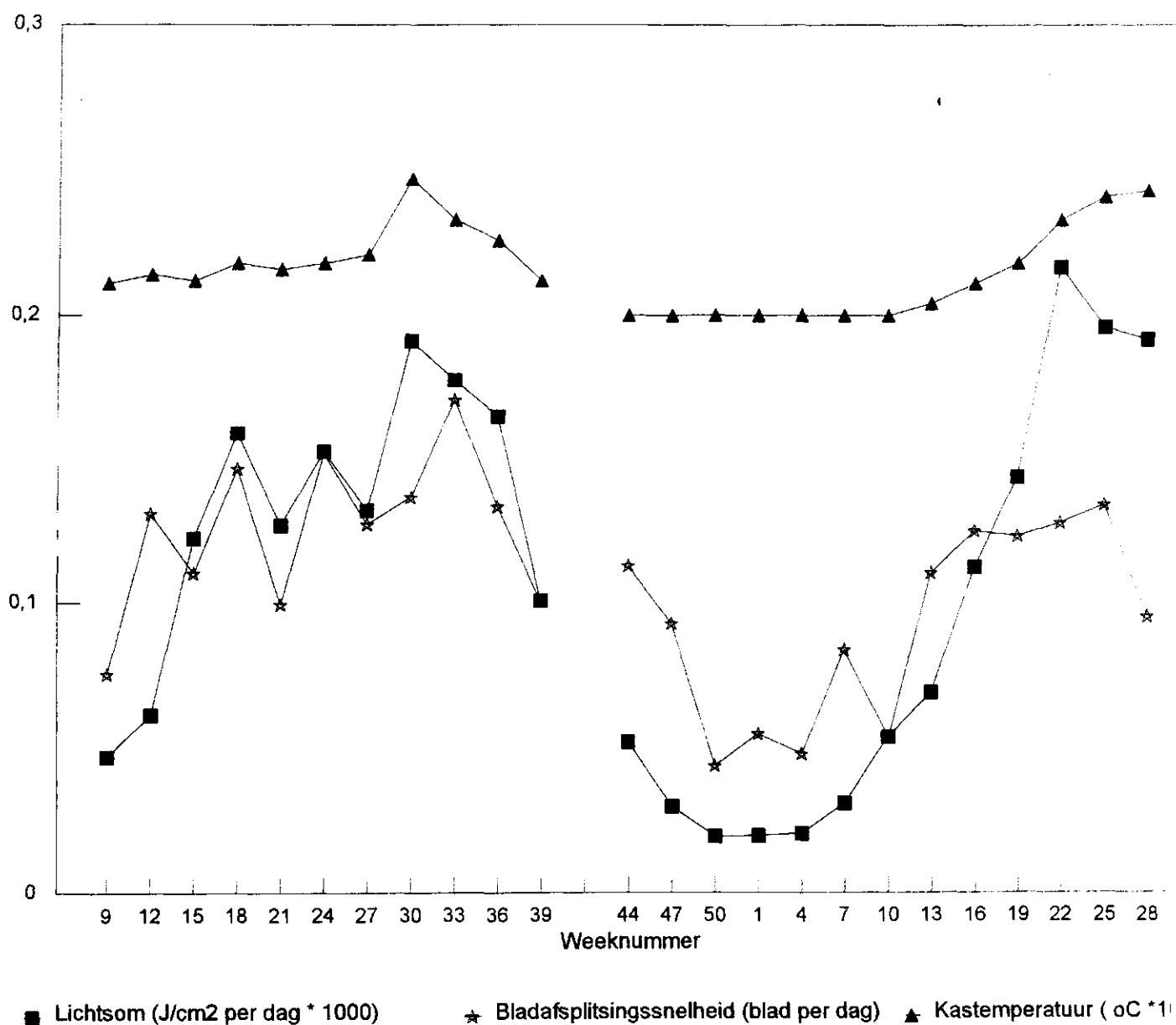


Figuur 29: Ontwikkelingsproef 2: het aantal bladeren tegen de tijd.

Zowel in de zomer als in de winter is de ontwikkeling van de planten in de tijd gevolgd onder constante omstandigheden. De afsplitsing van het aantal bladeren tegen de tijd levert de volgende twee grafieken op (zie figuur 28 en 29). Figuur 28 laat de bladafplitsingssnelheid zien in de zomer en figuur 29 geeft de bladafplitsingssnelheid in de winter weer. In de zomer is de bladafplitsingssnelheid zeer stabiel, echter in de winter is te zien dat de de bladafplitsingssnelheid vertraagt is in week 51 tot week 17. In figuur 30 is de bladafplitsingssnelheid per dag uitgezet tegen de lichtsom.

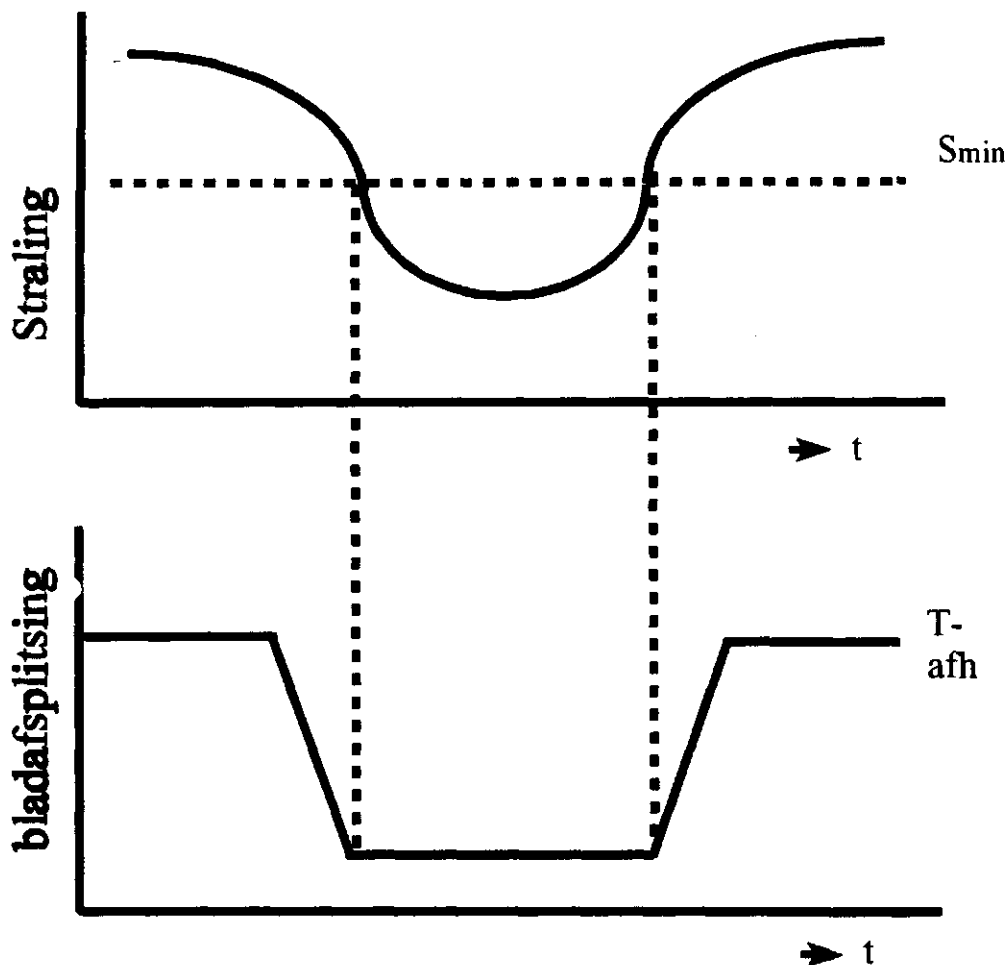
Verloop bladafplitsingssnelheid over 1 jaar

Ontwikkelingsproeven 1 & 2



Figuur 30: Bladafplitsingssnelheid per dag uitgezet tegen de lichtsom in J/cm²*dag

In figuur 30 is tevens de gerealiseerde kasttemperatuur uitgezet. Op de bladafsplittingsnelheid is een correctie voor een te hoge kasttemperatuur toegepast (temperatuur boven de 20°C). Na correctie lijkt de bladafsplittingsnelheid volledig van de temperatuur afhankelijk te zijn, behalve als het licht onder een bepaald niveau zakt. De bladafsplitting is dan zo laag dat afsplitsing niet meer visueel waarneembaar is. Het is dus goed mogelijk dat in het groeipunt wel nog bladeren worden afgesplitst, die dan bij voldoende licht in een flush kunnen vrijkomen. Dit verschijnsel is onder andere bekend bij cacao (Anten, 1990). Hoe lang het lichtniveau laag moet zijn oftewel wat de drempel moet zijn om de bladafsplitting visueel te stoppen is moeilijk uit de proefgegevens te halen. Ook niet of de bladafsplitting dan direct stil staat of dat het met een vertraging gaat. De vertraging zou kunnen gaan over een bepaalde tijd of over een aantal internodia-afsplittingsen. In figuur 31 is schematisch het verloop van de plastochron in afhankelijkheid van het lichtniveau.



Figuur 31: Plastochron in afhankelijkheid van het lichtniveau.

3.2.4 Invloed van de temperatuur

Voor elke temperatuurbehandeling van de in deel 1B (hoofdstuk 3) beschreven temperatuurproeven is de bladafsplittingsnelheid bepaald. Dit is zowel voor de eerste als de tweede proef gedaan. Een vraag hierbij was: zijn de twee proeven samen te voegen (zomer en herfst)? Proef 1 is met variantieanalyse getoetst ten opzichte van proef 2. Hieruit kon geconcludeerd worden dat er geen significant effect bestaat tussen de twee proeven door een eventueel aanwezig verschil in lichtniveau, de proeven kunnen samengevoegd worden. De relatie tussen de bladafsplittingsnelheid en de temperatuur is vervolgens bekeken. Hieruit volgt de tot nu toe best gefitte verklaring (67,3%):

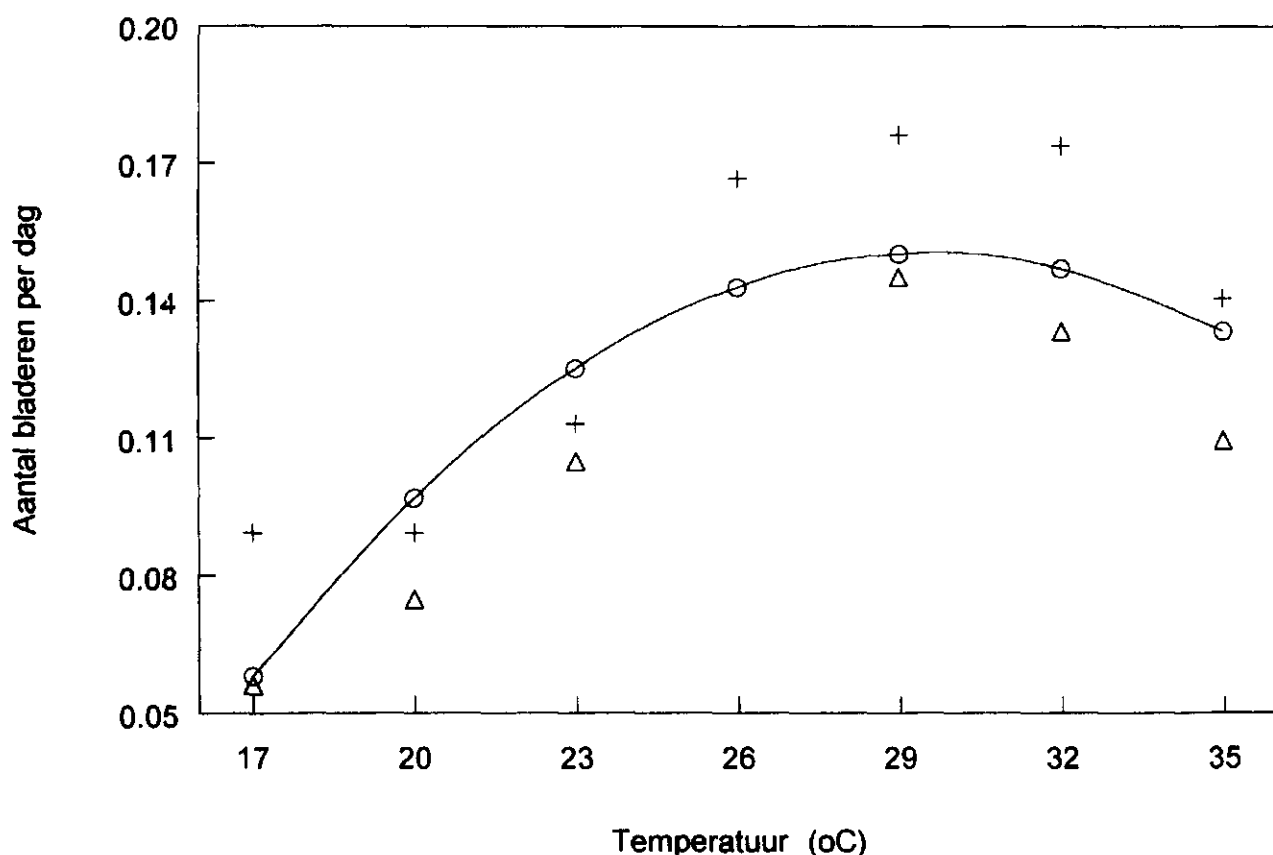
$$y = -0.360 + 0.0345(\text{temp}) - 0.000583(\text{temp}^2)$$

se=0.130 se=0.0104 se=0.000200

eenheid y: blad/dag

In figuur 32 is de gefitte lijn weergegeven.

Bladafsplittingsnelheid in relatie tot temperatuur



Figuur 32: Relatie tussen de bladafsplittingsnelheid en de temperatuur.

De temperatuur heeft zijn invloed op de plastochron. Bij het verhogen van de temperatuur zal de plastochron kleiner worden. Dit betekent dat de bladafplitsing sneller gaat. Uit figuur 32 blijkt dat de bladafplitsingssnelheid toeneemt met toenemende temperatuur. De relatie laat zien dat één graad Celsius verhoging bij lagere temperaturen een groter effect heeft op de bladafplitsingssnelheid dan één graad Celsius verhoging bij hogere temperaturen. De range van de optimale temperatuur voor de bladafplitsingssnelheid is vrij groot. De optimale temperatuur voor deze snelheid bevindt zich in het traject van 26 tot 31°C. Na 32°C gaat de bladafplitsingssnelheid omlaag. Verwacht zou worden dat er vanwege de subtropische afstamming van *Ficus* geen daling van de bladafplitsingssnelheid plaatsvindt. Waarschijnlijk is de daling te wijten aan het hoge vochtdeficit bij 35°C. De relatieve luchtvochtigheid in de kas daalde vaak tot 50%, waardoor de planten vormen van stress kunnen gaan vertonen.

3.3 Plastochron van de zijscheuten

3.3.1 Invloed van het wijderzetten

Elke week is van de 8^{ste}, 12^{de} en 16^{de} zijsheut (posities van onderaf aan de plant geteld) het blad geteld aan halfwas-planten van zeven weken oud (zie voor beschrijving van de wijderzetproef 1 deel 1B, hoofdstuk 4). De telling vond tien weken lang plaats. Per behandeling zijn er vier planten gemeten. Alle zijsheuten zijn na tien weken gecorrigeerd voor het moment van stoppen van de groei.

Variantie-analyse is toegepast op de bladafplitsingssnelheden van de 8^{ste}, 12^{de} en 16^{de} zijsheut. In tabel 28, 29 en 30 zijn de resultaten van de variantie-analyse in beeld gebracht. De getallen, vermeld achter elke behandeling, zijn uitgedrukt in blad per week.

Tabel 28: De invloed van het wijderzetten op de bladafplitsingssnelheid van de 8^{ste} zijsheut (blad/week). Verschillende letters geven betrouwbare verschillen weer bij 5% onbetrouwbaarheid.

Behandeling (#potten/m ²)	Bladaf-splitsings-snelheid in blad/week	Behandeling (#potten/m ²)	Bladaf-splitsings-snelheid in blad/week	Behandeling (#potten/m ²)	Bladaf-splitsings-snelheid in blad/week
48-48-48	0.500	24-24-24	0.554	12-12-12	0.455
48-24-24	0.657	24-12-12	0.652	12-6-6	0.571
48-24-12	0.730	24-12-6	0.677	12-6-3	0.628

Tabel 29: De invloed van het wijderzetten op de bladafplitsingsnelheid van de 12^{de} zijscheut (blad/week). Verschillende letters geven betrouwbare verschillen weer bij 5% onbetrouwbaarheid.

Behandeling (#potten/m ²)	Bladaf-splitsings-snelheid in blad/week	Behandeling (#potten/m ²)	Bladaf-splitsings-snelheid in blad/week	Behandeling (#potten/m ²)	Bladaf-splitsings-snelheid in blad/week
48-48-48	0.642	24-24-24	0.644	12-12-12	0.780
48-24-24	0.753	24-12-12	0.790	12-6-6	0.725
48-24-12	0.641	24-12-6	0.767	12-6-3	0.644

Zowel voor de 8^{ste} als de 12^{de} zijscheut geldt dat de verschillen tussen de behandelingen niet significant aantoonbaar zijn (tabel 28 en 29). De plastochron voor de 8^{ste} zijscheut is gemiddeld 11,6 dag met een spreiding van 0,63 dag. De plastochron voor de 12^{de} zijscheut is gemiddeld 9,8 dag met een spreiding van 0,31 dag. Uit tabel 30 blijkt dat er wel significante verschillen aantoonbaar zijn tussen de verschillende behandelingen voor de 16^{de} zijscheut. Bij het ruimer worden van de plantschema's wordt de plastochron langer. Ook is opvallend dat de bladafplitsingsnelheid voor het 48-schema lager ligt in vergelijking tot het 24-schema. Het feit dat er significante verschillen gevonden worden voor de 16^{de} zijscheut kan het gevolg zijn van het volgende:

- het in een te vroeg stadium vast te stellen van de plastochron. Er zijn voor de 16^{de} zijscheut minder meetpunten beschikbaar in vergelijking tot de 8^{ste} en de 12^{de} zijscheut. In een later stadium van de ontwikkeling van de zijscheut zou de plastochron voor iedere zijscheut gelijk kunnen worden.
- de ontwikkeling van de bovenste zijscheuten van de ruimere plantschema's loopt achter door de sterke ontwikkeling van de zijscheuten in de onderste helft van de plant.

Tabel 30: De invloed van het wijderzetten op de bladafplitsingssnelheid van de 16^{de} zijscheut (blad/week). Verschillende letters geven betrouwbare verschillen weer bij 5% onbetrouwbaarheid.

Behandeling (#potten/m ²)	Bladaf-splitsings-snelheid in blad/week	Behandeling (#potten/m ²)	Bladaf-splitsings-snelheid in blad/week	Behandeling (#potten/m ²)	Bladaf-splitsings-snelheid in blad/week
48-48-48	0.600 abc	24-24-24	0.846 d	12-12-12	0.800 cd
48-24-24	0.596 abc	24-12-12	0.850 d	12-6-6	0.675 bcd
48-24-12	0.475 ab	24-12-6	0.571 ab	12-6-3	0.404 a

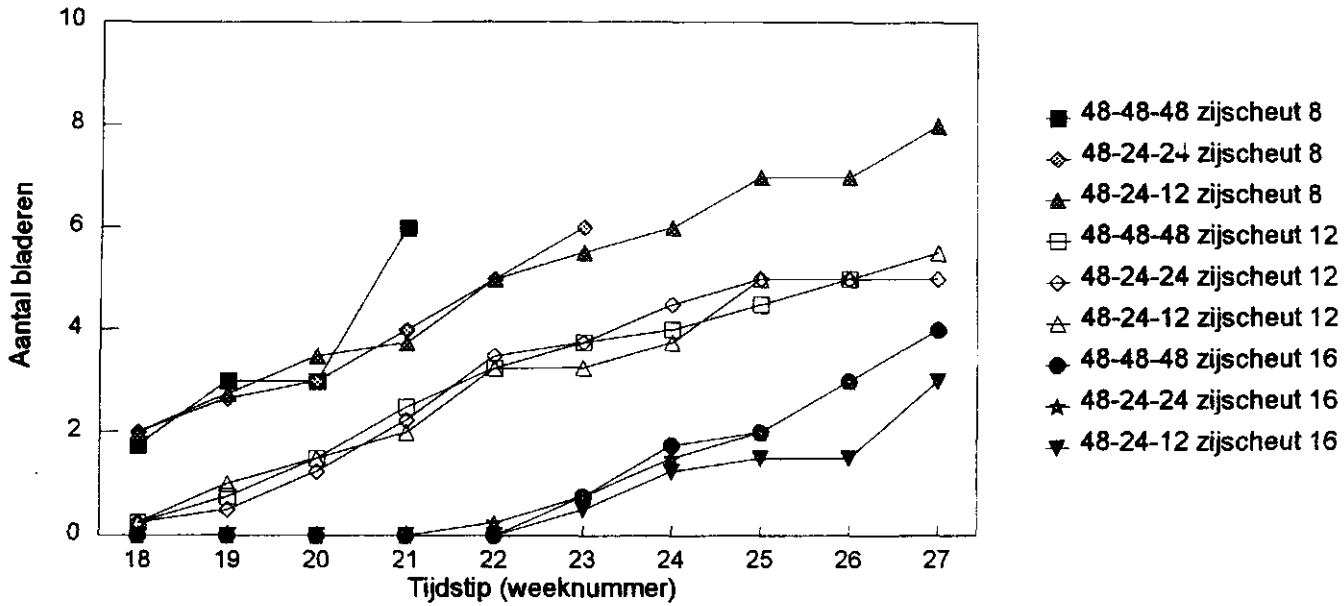
Bij het groter worden van het blad wordt de plastochron steeds kleiner tot een stationaire fase is bereikt (Pieters, 1983). Dit zou ook een reden kunnen zijn voor het verschil in de plastochrons tussen de verschillende zijscheuten. De zijscheuten in iedere behandeling zijn waarschijnlijk nog niet allemaal in dezelfde ontwikkelingsfase. Ook is er een lichtverloop in het gewas, wat ook zijn invloed kan hebben op de plastochron. Het is moeilijk de data hiervoor te corrigeren.

Er is met behulp van statistische methoden nog niet gekeken naar de aanwezigheid van betrouwbare verschillen in plastochron tussen de verschillende posities van de zijscheuten. Echter de standaardafwijkingen behorende bij de 8^{ste} en de 12^{de} zijscheut geven aan dat er een verschil zou zijn tussen deze twee zijscheuten. Dit is waarschijnlijk te wijten aan het lichtverloop in het gewas. Bij de 8^{ste} zijscheut is het gewas eerder dichtgegroeid dan bij de 12^{de} zijscheut.

In de figuren 33 t/m 35 is de bladafplitsing van de verschillende zijscheuten van elke behandeling weergegeven.

Bladafsplitsing zijscheuten 8 , 12 en 16

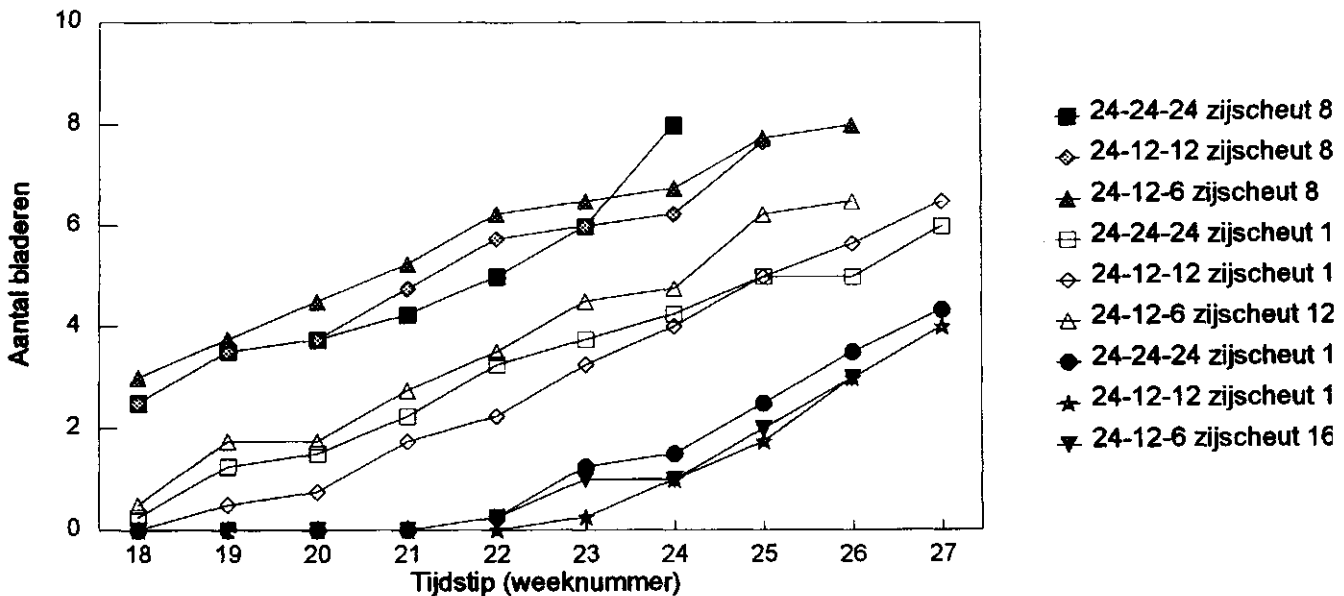
Wijderzetproef 1



Figuur 33: Bladafsplitsing van zijscheut 8, 12 en 16 bij het wijderzetschema 48

Bladafsplitsing zijscheuten 8 , 12 en 16

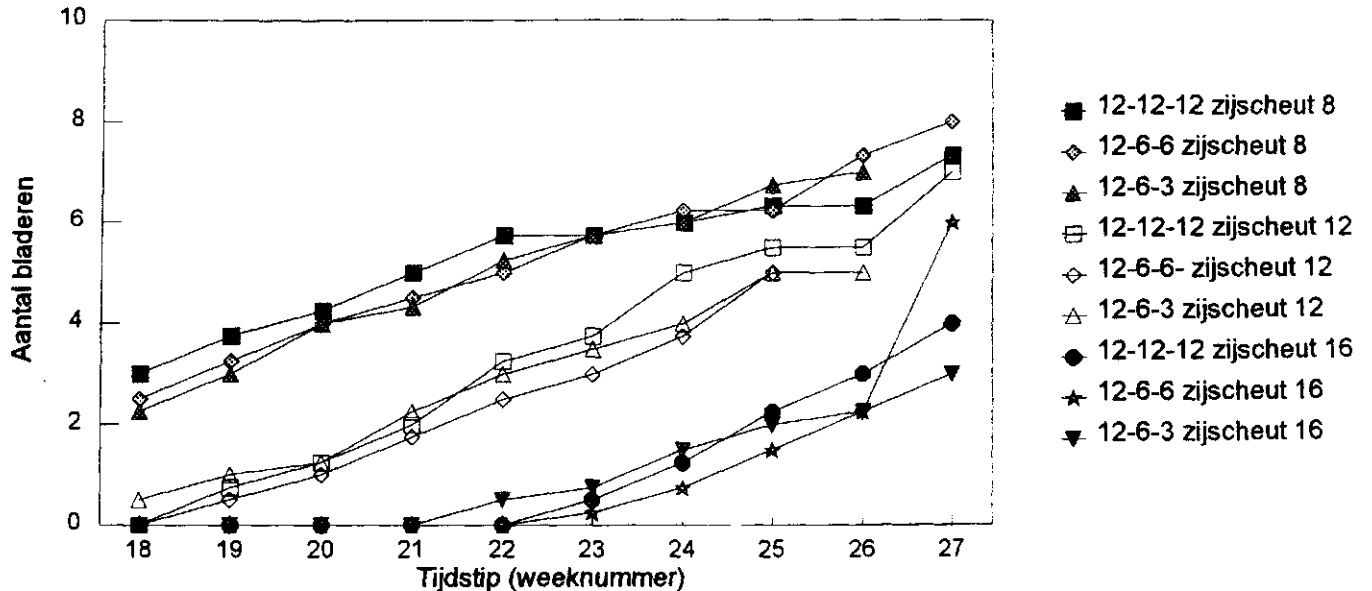
Wijderzetproef 1



Figuur 34: Bladafsplitsing van zijscheut 8, 12 en 16 bij het wijderzetschema 24

Bladafsplitsing zijscheuten 8 , 12 en 16

Wijderzetproef 1



Figuur 35: Bladafsplitsing van zijscheut 8, 12 en 16 bij het wijderzetschema 12

3.3.2 Invloed van het lichtniveau (ontwikkelingsproeven; bijlage 20)

De vraag die gesteld kan worden is: 'Stoppen de zijscheuten op dezelfde manier met groeien als de hoofdscheut onder invloed van het lichtniveau?' De groei van de hoofdscheut stopt als het lichtniveau daalt onder een bepaalde drempelwaarde (zie figuur 31). Verwacht wordt dat deze waarde ook geldt voor de zijscheuten. In de wijderzetproef is tijdens de metingen duidelijk waarneembaar dat bij een laag lichtniveau in het gewas de groei van de zijscheuten op die bijbehorende hoogte stopt. Een theoretische berekening van het lichtverloop in het gewas en het toepassen van praktische methoden zoals het licht meten met behulp van beeldverwerking en het beïnvloeden van de rood/verrood-verhouding door het gebruik van stuurlicht zal uitsluitsel moeten geven op de gestelde vraag.

3.3.3 Invloed van de temperatuur

Als geldt dat elke zijscheut self-supporting is en hetzelfde reageert als de hoofdscheut, dan geldt dat elke zijscheut dezelfde reactie geeft op de temperatuur als de hoofdscheut. In het model zal voor de zijscheuten worden aangenomen dat een verhoging van de temperatuur leidt tot een versnelling van de bladafsplitsing -dus verkleining van plastochron- gelijk aan de hoofdscheut.

3.4 Overzicht plastochron

De plastochron blijkt alleen afhankelijk te zijn van het licht beneden een bepaald lichtniveau (ontwikkelingsproeven; 3.2.3). Beneden dit lichtniveau is de afsplitsing van bladeren niet meer visueel waarneembaar. Boven dit lichtniveau is de plastochron afhankelijk van de temperatuur. Of de plastochron bij een te laag lichtniveau direct of met een vertraging visueel tot stilstand komt is niet duidelijk uit de gedane proeven. Hoelang het lichtniveau laag moet zijn om de plastochron visueel tot stoppen te brengen is ook nog niet duidelijk. Bij een vertraging van het plastochron zou dit kunnen berusten op een aantal internodia of op een bepaalde tijdsduur.

Een verhoging van de temperatuur leidt tot een verkleining van de plastochron van de hoofdscheut (3.2.4). Echter bij 35°C daalt de bladafplitsingssnelheid en wordt de plastochron groter. Dit werd niet verwacht, aangezien *Ficus* uit de sub-tropen komt. Waarschijnlijk is de vergroting van de plastochron het gevolg geweest van een te hoog vochtdeficit, waardoor de planten stress krijgen. Voor de zijscheuten wordt aangenomen dat zij eenzelfde reactie op de temperatuur geven als de hoofdscheut.

De wijderzetproef in de winter geeft over het algemeen een verhoging te zien van de plastochron, wanneer deze vergeleken wordt met de wijderzetproef in de zomer. De bladeren worden minder snel afgesplitst. Het verschil in plastochron is waarschijnlijk te wijten aan de gerealiseerde lichtsom. Dit zou overeenkomen met de resultaten gevonden in de ontwikkelingsproeven (3.2.3). Echter in de zomer vindt er tijdens de teelt een vergroting van de plastochron voor de hoofdscheut plaats bij de ruimere plantschema's. In de winter is dit effect veel minder aanwezig. Ook voor de zijscheuten op hogere internodiumposities is er een vergroting van de plastochron te zien voor de ruimere plantschema's. Dit zou kunnen duiden op een sink/source-effect. In de zomer is er meer licht, dus zijn er meer assimilaten aanwezig. Er groeien meerdere scheuten tegelijk, wat leidt tot een grotere sinksterkte, dus een grotere concurrentie tussen de zijscheuten. Dit zou dan betekenen dat de zijscheuten niet meer als self-supporting gezien kunnen worden.

Verwacht wordt dat het stoppen van de zijscheutengroei evenals de hoofdscheut samenhangt met het lichtniveau. Om te kijken of dit niet op de aanwezige rood/verroodverhouding berust zal hier eerst naar gekeken moeten worden om daarna te toetsen of er voor de zijscheuten dezelfde lichtdrempel voor het stoppen wordt gevonden als de hoofdscheut.

4. MAXIMALE INTERNODIUMLENGTE

Onder de maximale internodiumlengte wordt hier verstaan de uiteindelijk bereikte internodiumlengte onder invloed van wijderzetten en/of luchttemperatuur. De internodiumlengte blijkt positiegebonden te zijn zoals in de hieronder geschreven paragrafen voor de hoofd- en zijscheut naar voren zal komen.

4.1 Hoofdscheut

4.1.1 Invloed van de temperatuur

De maximale internodiumlengte van de hoofdscheut wordt beïnvloed door het wijderzetten, maar niet door de temperatuur. Met behulp van statistische methoden is géén betrouwbaar verschil aangetoond tussen de maximale internodiumlengten verkregen bij verschillende temperaturen (zie bijlage 21 en beschrijving van de temperatuurproef deel 1B, hoofdstuk 3). Alleen wanneer het vochtdeficit vrij hoog is, wat samenhangt met een lage relatieve luchtvochtigheid (<50%), zal de uiteindelijke internodiumlengte worden beïnvloed. Dit geldt voor dit onderzoek zeker bij een temperatuur van 35°C (zie deel 1B hoofdstuk 3). De invloed van de temperatuur op de maximale internodiumlengte is weergegeven in figuur 39 en 40. Uit figuur 36 en 37 blijkt dat de maximale internodiumlengte geen verschil laat zien tussen de beide temperatuurproeven. Het uiteindelijk bereikte niveau van de internodiumlengte is ongeveer 3 cm en wordt in beide proeven vanaf internodiumpositie 10 gerealiseerd.

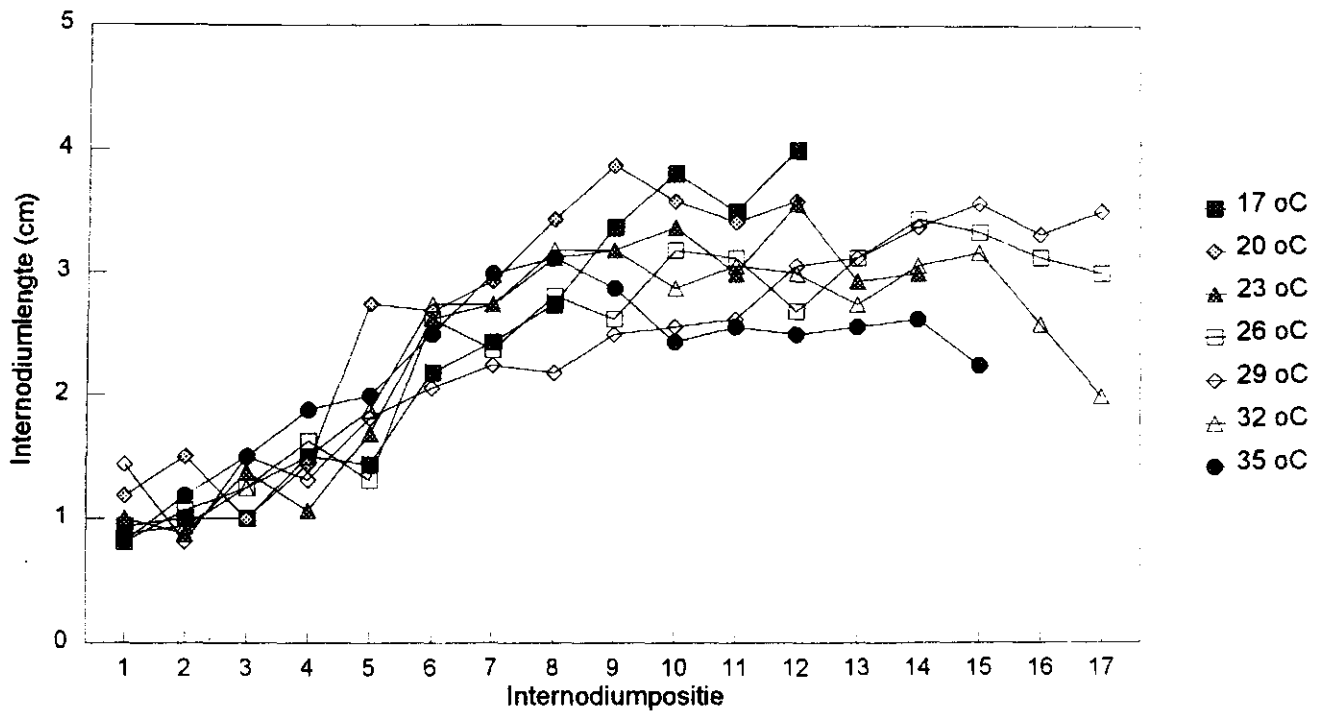
4.1.2 Invloed van het wijderzetten

De wijderzetproef wordt beschreven in deel 1B, hoofdstuk 4 van dit verslag. Het wijderzetten heeft invloed op het uiteindelijk bereikte niveau van de internodiumlengte. In de figuren 38, 39 en 40 is de internodiumlengte uitgezet tegen zijn positie voor de verschillende wijderzetschema's. Bij het vergelijken van de wijderzetschema's 48, 24 en 12 blijkt dat hoe wijder de planten worden geplaatst, hoe meer licht de planten kunnen opvangen en hoe kleiner de uiteindelijke internodiumlengte is. De uiteindelijk bereikte internodiumlengte ligt voor het dichtste wijderzetschema (48) rond de 4,5 cm en zakt voor het ruimste wijderzetschema rond de 4 cm (12) (vergelijking van figuur 38, 39 en 40). Ook is in elk figuur (38, 39, 40) te zien dat het uiteindelijk bereikte niveau van de internodiumlengte nauwelijks meer te beïnvloeden is door het wijderzetten. Na internodiumpositie 10 is een stationair niveau waarneembaar dat zich niet zichtbaar laat beïnvloeden door het wijderzetten. Het lijkt erop dat het uiteindelijk bereikte niveau in het begin van de teelt kan worden beïnvloed, tot waarschijnlijk de assimilateninput gelijk is aan de assimilatenoutput. Hierna blijft het niveau gehandhaafd. Dit wordt ook gevonden door Pieters (1985) in zijn onderzoek.

De verschillende wijderzetschema's zullen vertaald moeten worden naar een lighthoeveelheid, die de planten opvangen, om zo te kunnen sturen naar een optimaal niveau van de internodiumlengte in de teelt.

Internodiuumlengte versus positie

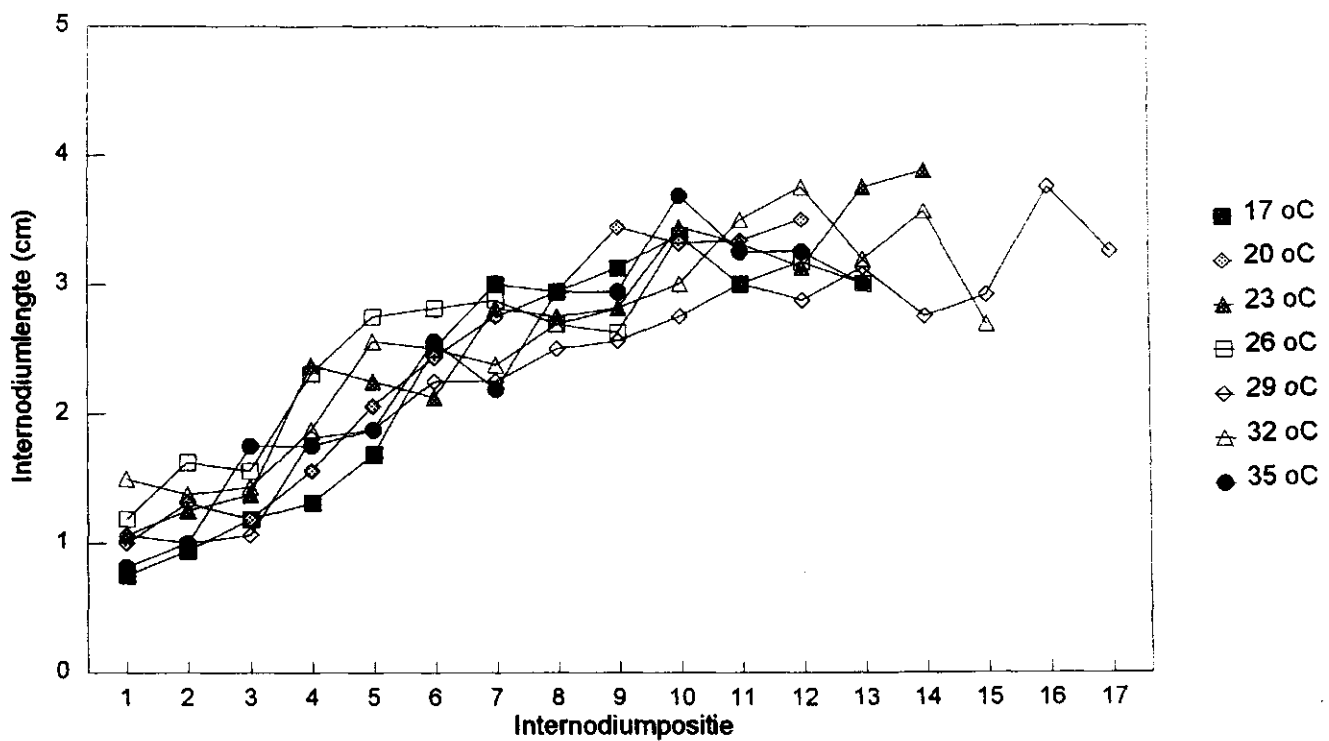
Temperatuurproef 1



Figuur 36: Internodiuumlengte uitgezet tegen haar positie bij verschillende temperaturen.

Internodiuumlengte versus positie

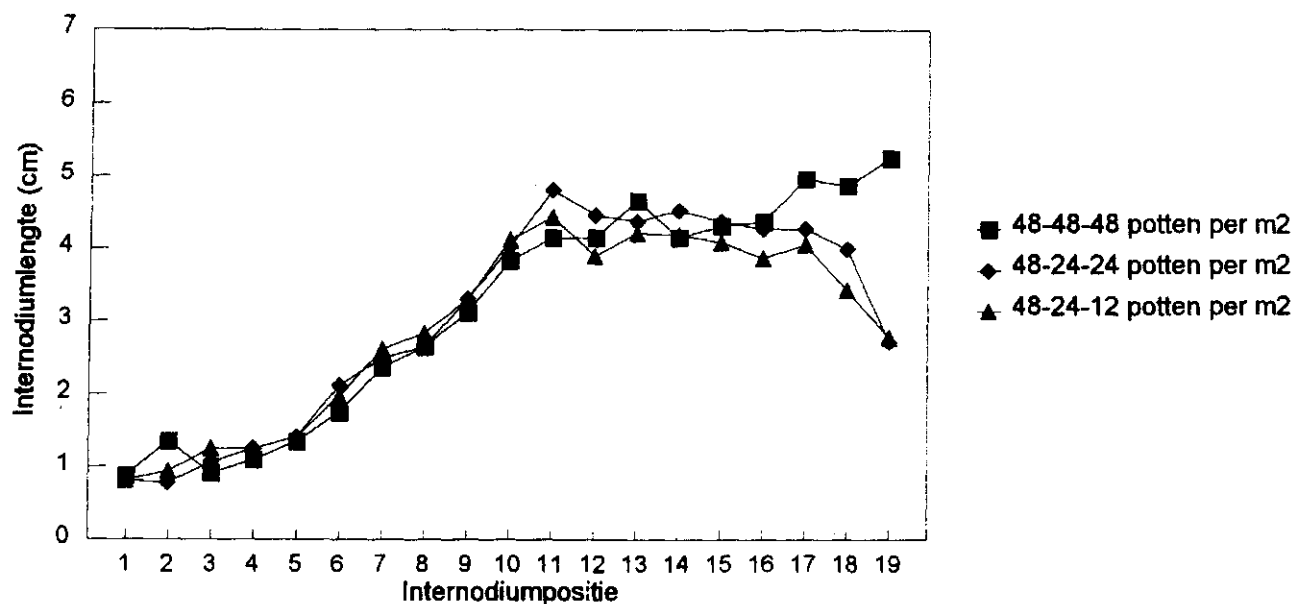
Temperatuurproef 2



Figuur 37: Internodiuumlengte uitgezet tegen haar positie bij verschillende temperaturen.

Internodiuumlengte versus positie

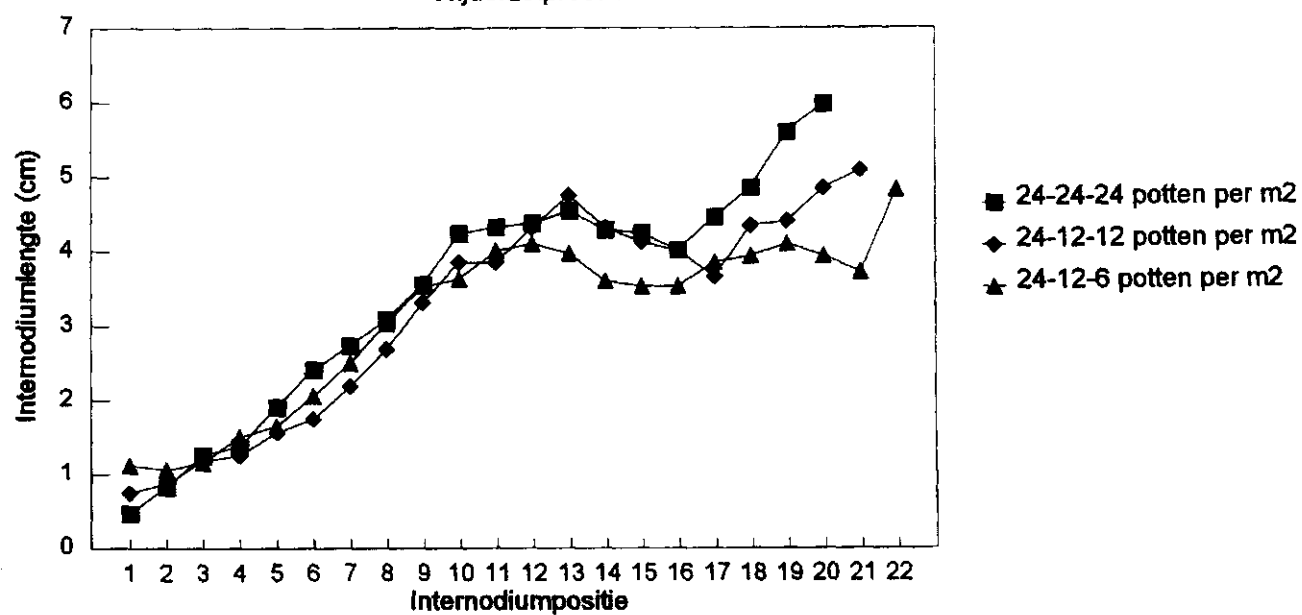
Wijderzetproef 1



Figuur 38: De gemiddelde internodiuumlengte bij het 48-schema.

Internodiuumlengte versus positie

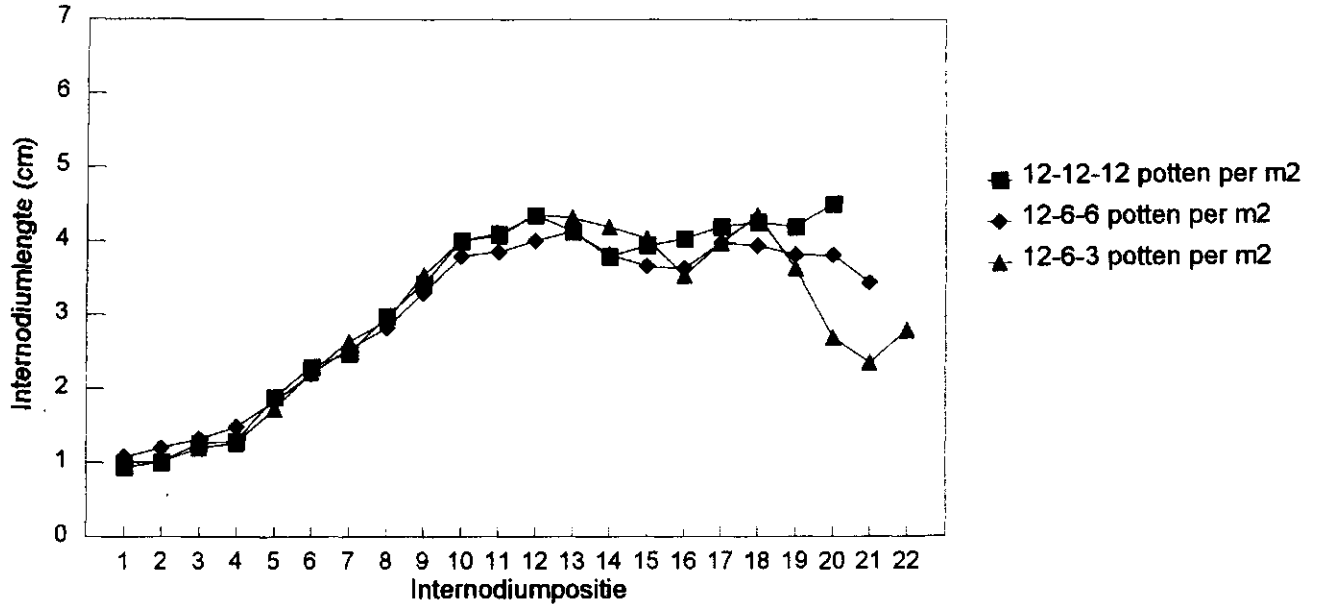
Wijderzetproef 1



Figuur 39: De gemiddelde internodiuumlengte bij het 24-schema.

Internodiumlengte versus positie

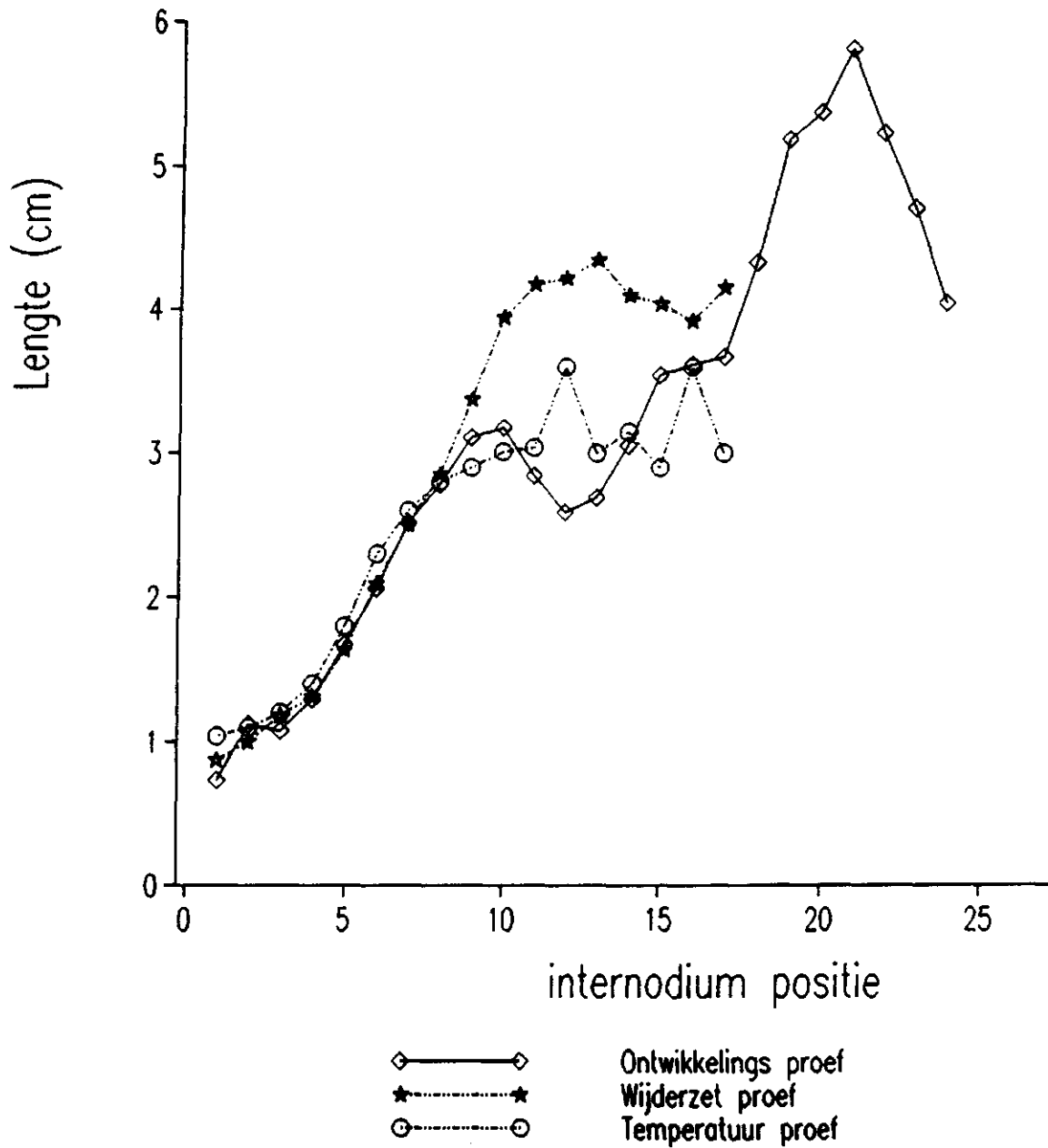
Wijderzetproef 1



Figuur 40: De gemiddelde internodiumlengte bij het 12-schema.

4.1.3 Invloed onder constante omstandigheden (ontwikkelingsproef; bijlage 20)

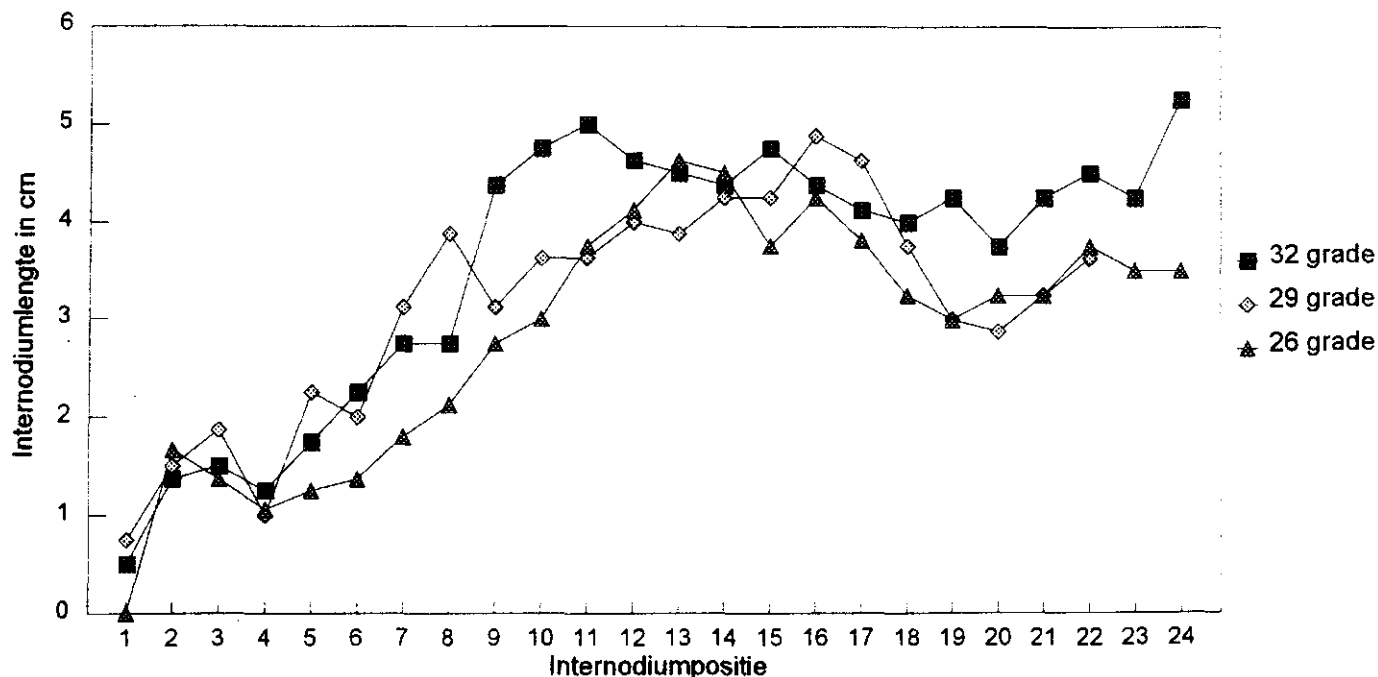
Van 36 planten is de ontwikkeling gevolgd onder constante omstandigheden tot de plant ongeveer een lengte had van 90 cm. Elke drie weken is de internodiumlengte bepaald aan planten, die in week 41 waren opgepot (zie bijlage 20). De internodiumlengte versus zijn positie is weergegeven in figuur 41. Ook zijn hier de grafieken van de gemiddelde internodiumlengte onder temperatuurinvloed en wijderzetinvloed geplaatst. Uit figuur 41 blijkt dat de ontwikkelingsproef en de temperatuurproef hetzelfde stationaire niveau bereiken voor de uiteindelijke internodiumlengte. De wijderzetproef komt 1 cm hoger uit, namelijk op een maximale internodiumlengte van 4 cm. Het verschil in niveau is mogelijk toe te schrijven aan het verschil in lichtniveau. De ontwikkelingsproef werd in de winter uitgevoerd en de temperatuurproef werd uitgevoerd onder een lagere lichtintensiteit ($< 450 \text{ W/m}^2$). Een oriënterende temperatuurproef, die onder een hogere lichtintensiteit (zomerse omstandigheden) werd uitgevoerd laat het internodiumverloop zien zoals het in figuur 42 wordt weergegeven. Uit deze figuur blijkt dat het uiteindelijke niveau van de internodiumlengte hoger ligt namelijk op 4 cm, wat overeenkomt met het gemiddelde niveau van de wijderzetproef. De proef is oriënterend genoemd omdat de temperaturen, vooral de hogere temperaturen, 's nachts niet altijd in de hand werden gehouden.



Figuur 41: Internodiuumlengte versus positie voor de temperatuur, wijderzetproef en ontwikkelingsproef (bijlage 21).

Internodiumlengte versus positie

Temperatuurproef 1 Kastanjelaan



Figuur 42: Het internodiumverloop bij verschillende temperaturen (oriënterende proef).

In figuur 41 is in de ontwikkelingsproef ook een knik te zien tussen de internodiumposities 10 en 20. Deze knik is niet te verklaren. Ook het bereiken van een hoger niveau van de internodiumlengte na positie 20 is door de duur van de andere proeven niet meer waargenomen.

4.2 Maximale internodiumlengte van de zijscheut

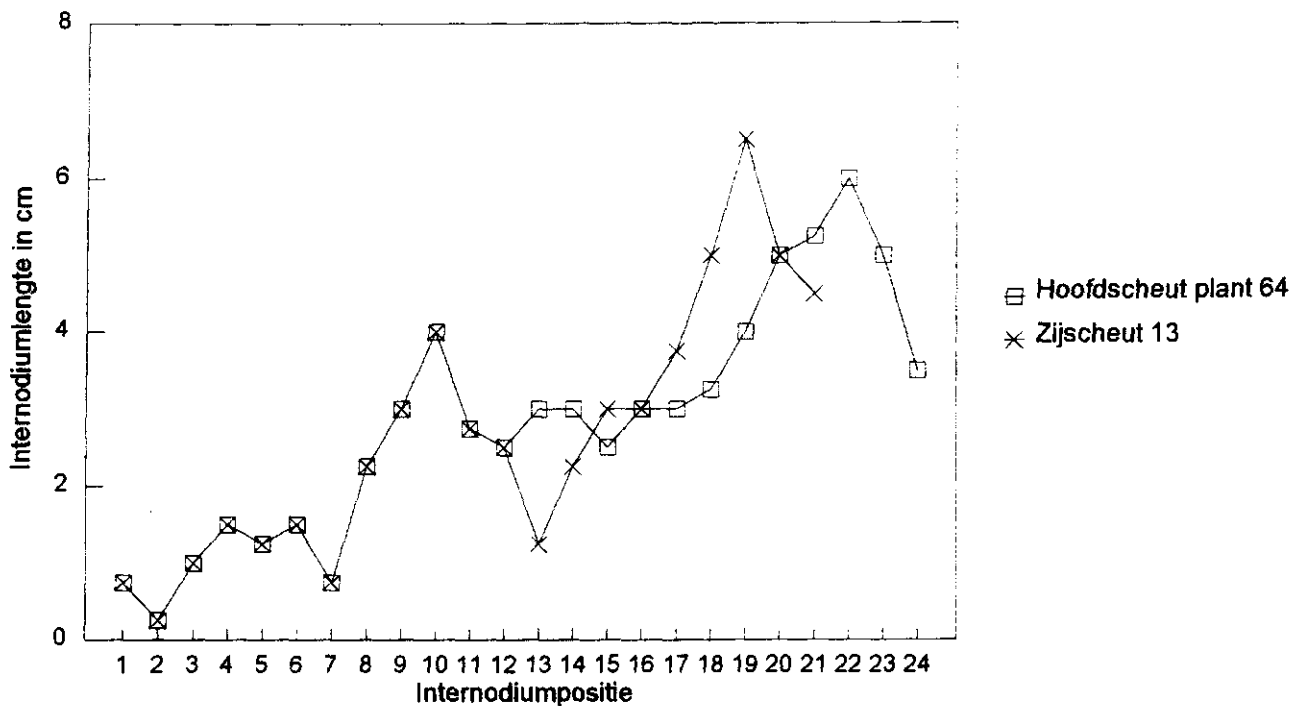
4.2.1 Invloed onder constante omstandigheden (ontwikkelingsproef; bijlage 20)

In de figuren 43-46 is het internodiumverloop van een zijscheut en de daarbijbehorende hoofdscheut weergegeven. In de figuren is gekeken hoe het internodiumverloop van de zijscheut past in het internodiumverloop van de hoofdscheut.

Opmerkelijk is dat de zijscheut eenzelfde verloop lijkt te tonen als de hoofdscheut, maar niet op hetzelfde niveau begint. De vraag is op welke positie de zijscheut het beste in de hoofdscheut zou passen en welke regelmaat er achter schuilt. Het startsein voor het uitgroeien van een zijscheut kan natuurlijk al eerder gegeven zijn voordat de betreffende zijscheut en positie zichtbaar is.

Relatie internodiumlengte/positie

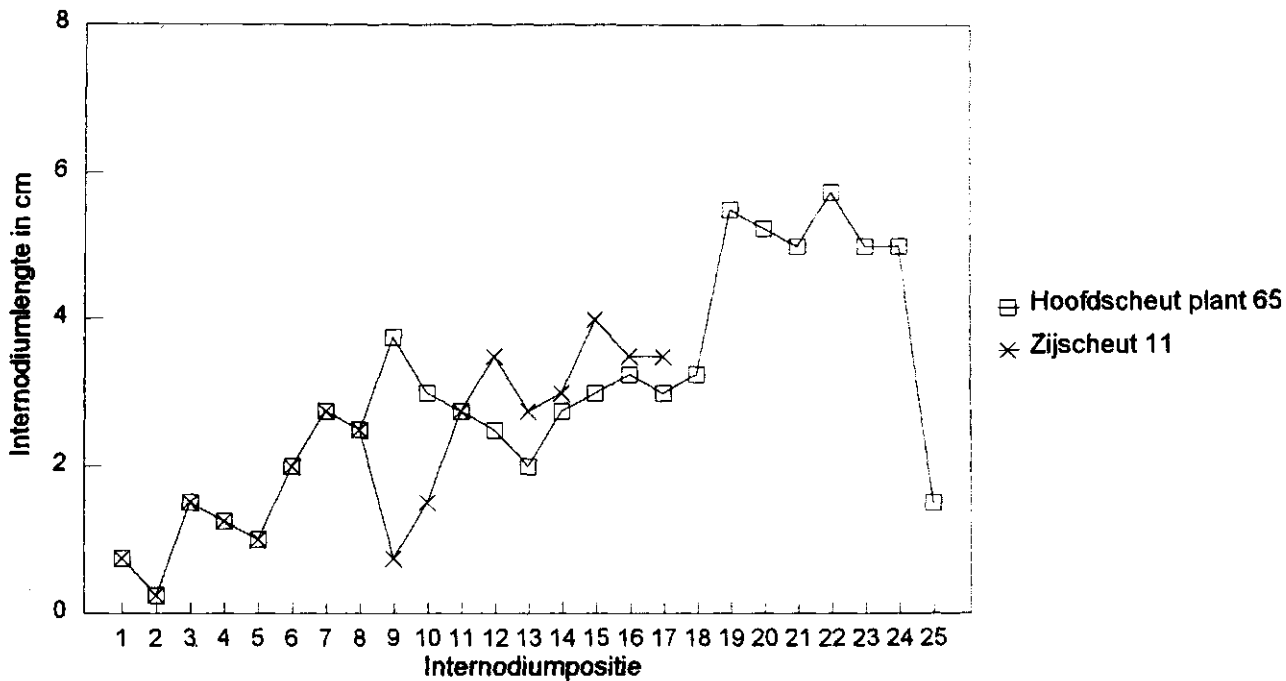
Ontwikkelingsproef 2



Figuur 43: Het internodiumverloop van een zijscheut en bijbehorende hoofdscheut.

Relatie internodium/positie

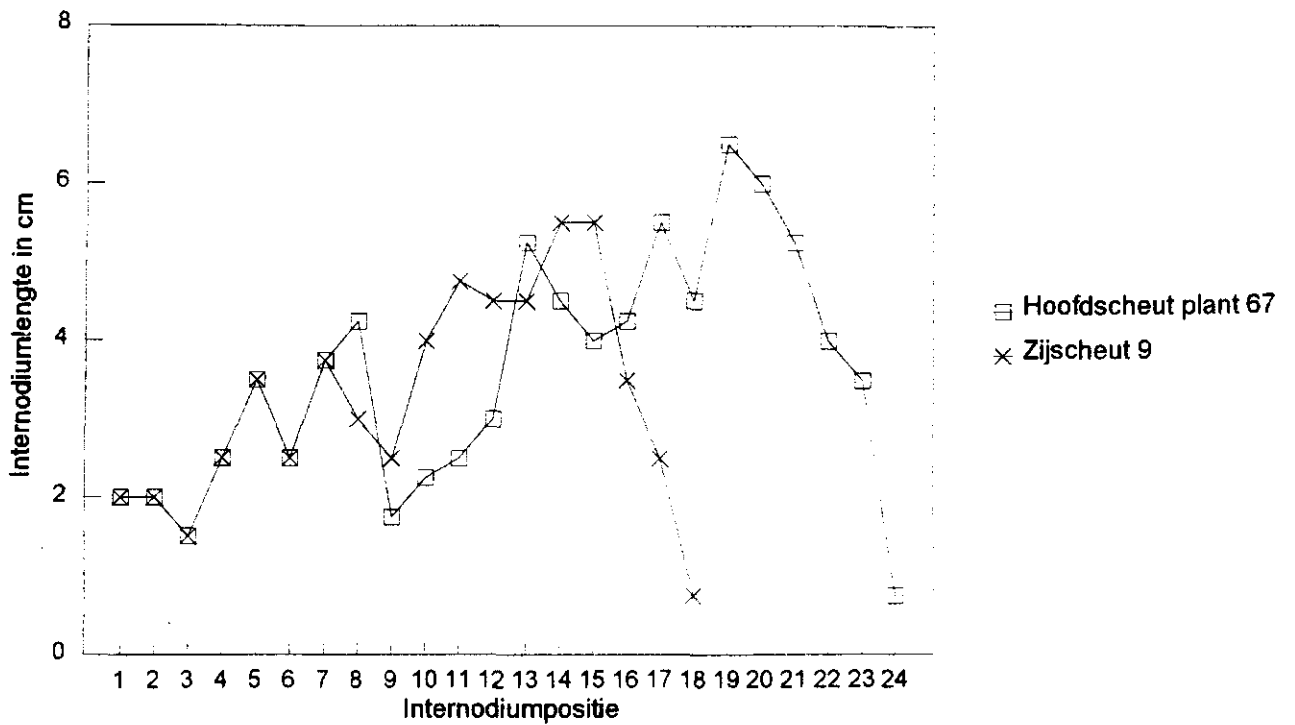
Ontwikkelingsproef 2



Figuur 44: Het internodiumverloop van een zijscheut en bijbehorende hoofdscheut.

Relatie internodiumlengte/positie

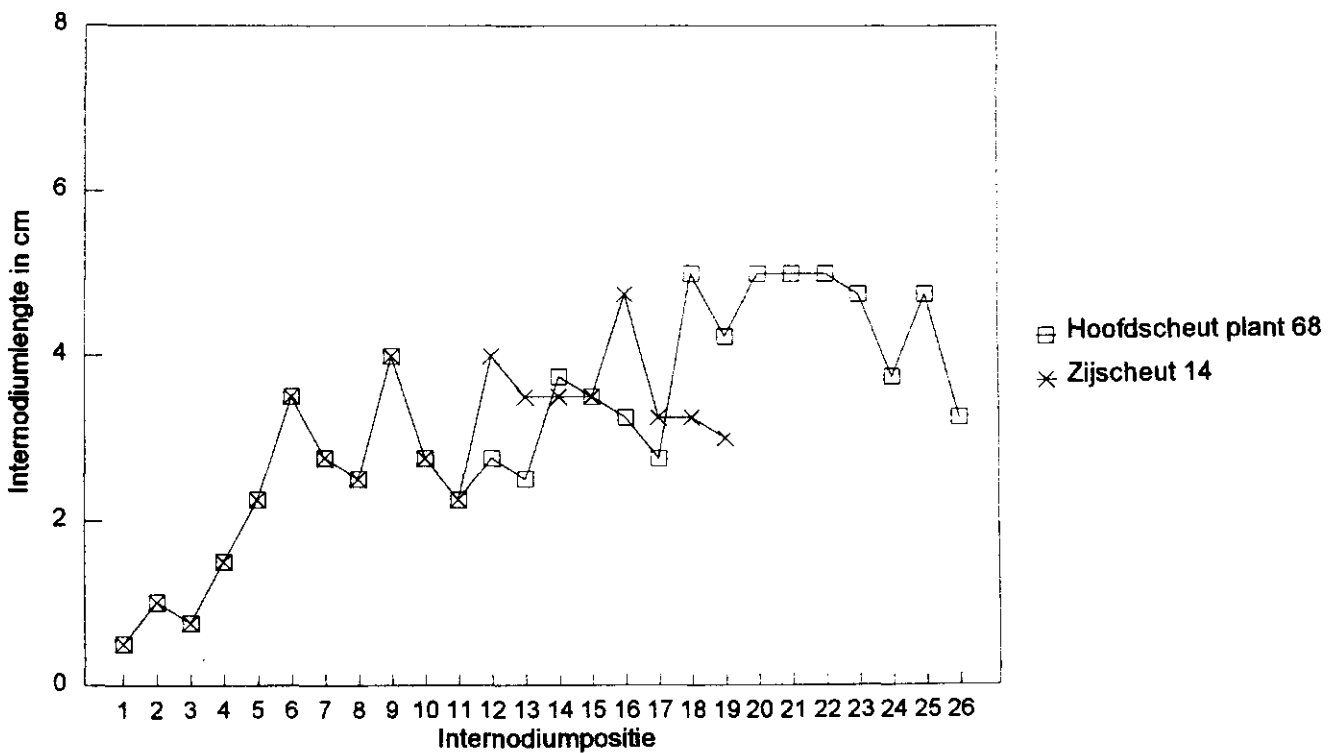
Ontwikkelingsproef 2



Figuur 45: Het internodiumverloop van een zijscheut en bijbehorende hoofdscheut.

Relatie internodium/positie

Ontwikkelingsproef 2



Figuur 46: Het internodiumverloop van een zijscheut en bijbehorende hoofdscheut.

4.2.2 Invloed van de temperatuur

Voor het model wordt aangenomen dat voor de zijscheut hetzelfde geldt als de hoofdscheut dat de temperatuur geen invloed heeft op de maximale internodiumlengte van de zijscheut. Simulaties zullen uitsluitend geven in hoeverre deze aanname het werkelijke internodiënverloop zal beschrijven.

4.2.3 De invloed van het wijderzetten

Als de zijscheut eenzelfde internodiumverloop heeft als de hoofdscheut en self-supporting is, dan kan verwacht worden dat de zijscheut op dezelfde manier reageert op het wijderzetten als de hoofdscheut. Beïnvloeding van de internodiumlengte aan het begin van de teelt heeft invloed op de uiteindelijk bereikte internodiumlengte. Zodra het internodium zijn uiteindelijke grootte heeft bereikt en de input en output van assimilaten op dat moment gelijk is, zal de internodiumlengte niet meer beïnvloed worden. Dit blijkt ook uit de figuren 38, 39 en 40 waarin invloed van de verschillende wijderzetschema's zijn weergegeven op het internodiumverloop. Na internodiumpositie 10 lijkt het bereikte stationaire niveau door het wijderzetten niet meer te worden beïnvloed.

De zijscheut staat ook onder invloed van een veranderend lichtniveau. Afhankelijk van zijscheutpositie zal in de tijd het lichtniveau veranderen, wat invloed kan hebben op zijscheutontwikkeling. Waarschijnlijk is deze invloed het grootst op de plastochron.

4.3 Overzicht internodiumlengte

De internodiumlengte blijkt positiegebonden te zijn. Voor de hoofdscheut wordt een toenemende internodiumlengte gevonden met een oplopende positie in de plant. De internodiumlengte neemt toe tot een stationair niveau wordt bereikt. Dit stationaire niveau is zowel door het buitenlicht te beïnvloeden als door het wijderzetten. Het telen van de plant onder lichte omstandigheden ($\leq 700 \text{ W/m}^2$) laat een hoger stationair niveau zien dan het telen onder lichtarme omstandigheden ($\leq 450 \text{ W/m}^2$). Het wijderzetten van de planten geeft, ondanks dat de planten meer licht kunnen opvangen, een reductie van het niveau van de internodiumlengte te zien van 4,5 naar 4 cm. Dit zou kunnen duiden op de invloed van meer aanwezige sinks bij een ruimer plantschema. Bij de ruimere plantschema's zijn meerdere zijscheuten in groei. Voor het modelleren zou dit kunnen betekenen dat de aanpak via internodiumlengte (als 'bouwsteen') het niet erg makkelijk maakt, omdat er een verstrengeling van effecten optreedt. Bij meer licht wordt een langere internodiumlengte verwacht, maar het wijderzetten leidt juist tot een kortere internodiumlengte. Indien de modellering via de internodiumlengte te lastig wordt zou de aanpak gebaseerd moeten worden op sink/source-relaties.

Het uiteindelijke niveau van de internodiumlengte voor de hoofdscheut wordt meestal op internodiumpositie 10 bereikt. Daarna lijkt het dat zowel temperatuur als wijderzetten geen invloed meer hebben op het niveau. Mocht er invloed van het wijderzetten aanwezig zijn, dan is deze waarschijnlijk niet erg groot (zie figuur 38, 39

en 40). Uit Pieters onderzoek met populier is bekend dat de hoeveelheid cellen in de apex zich aanpast aan wisselende omstandigheden. Hierdoor vindt aanpassing van de bladprimordia plaats, wat leidt tot een vergroting of verkleining van het bladoppervlak. Overplaatsing van planten van de ene lichtintensiteit naar de andere lichtintensiteit heeft laten zien dat het groeipatroon gedurende enige tijd 'verstoord' werd, maar zich 'herstelt' als het aantal cellen in de apex zich heeft aangepast (schriftelijke mededeling Pieters).

Het toepassen van verschillende temperaturen heeft geen invloed op het uiteindelijk bereikte niveau van de internodiumlengte voor de hoofdscheut (bijlage 21). Het uitvoeren van de temperatuurproef onder lichte ($\leq 700 \text{ W/m}^2$) en lichtarme omstandigheden ($\leq 450 \text{ W/m}^2$) laat een verschil van 1 cm in internodiumlengte zien. Dit zou ook verwacht worden, wanneer het effect van het buitenlicht op de internodiumlengte wordt beschouwd.

De ontwikkelingsproeven (bijlage 20) laten een iets afwijkend verloop van het bereikte niveau van de internodiumlengte zien ten opzichte van de andere uitgevoerde proeven. In figuur 41 lijkt het erop dat er wel een stationair niveau voor de ontwikkelingsproef in de winter wordt bereikt, maar er bevindt zich een rare knik in de grafiek rond internodiumpositie 10-14. Het wijderzetten is hier waarschijnlijk niet de oorzaak van. Het is moeilijk te zeggen waardoor dit wel is ontstaan. Bij het analyseren van de gegevens komt wel naar voren dat bijna alle planten deze knik vertonen. Na internodiumpositie 18 neemt de internodiumlengte voor de ontwikkelingsproef weer toe. Dit effect is in andere proeven niet meer gevonden vanwege de kortere teeltduur van de proeven. Het vergroten van de internodiumlengte zou een effect kunnen zijn van het toenemende lichtniveau (zomer), echter dat weerlegt de aanname dat als het stationaire niveau van de internodiumlengte bereikt wordt, dit niveau nauwelijks meer te beïnvloeden is. Misschien is het te wijten aan een vergroting van het vaatbundelstelsel (schriftelijke mededeling Pieters). Het uitvoeren van vervolgprouven zou hier meer uitsluitsel over kunnen geven.

De internodiumlengte voor de zijscheuten lijkt eenzelfde verloop te hebben als de hoofdscheut. Voor de invloed van wijderzetten en temperatuur op de internodiumlengte van de zijscheuten wordt er in eerste instantie van uitgegaan dat de zijscheuten eenzelfde internodiumverloop laten zien als de hoofdscheut. Deze aanname zal waarschijnlijk niet helemaal meer opgegaan als de aanname dat een zijscheut self-supporting is wordt weerlegd.

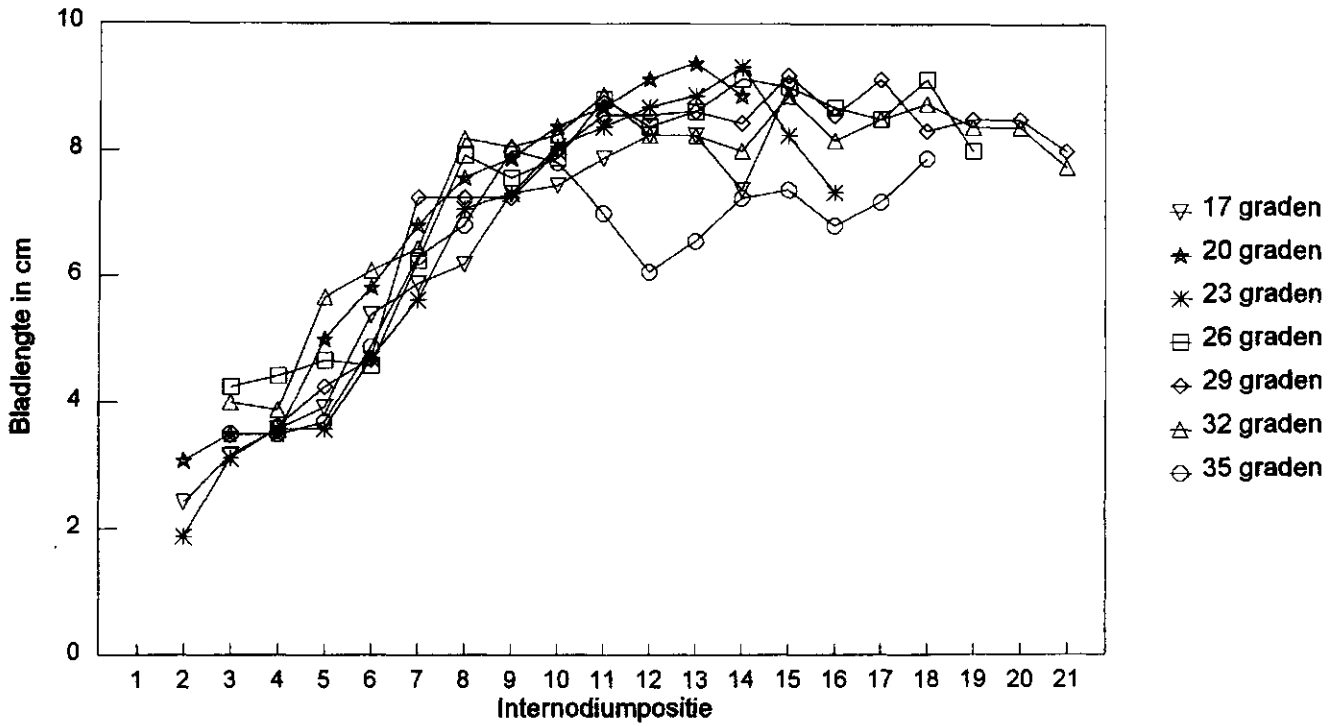
5. DE BLADLENGTE

De bladlengte laat eenzelfde verloop zien als het verloop van de internodiumlengte. De bladlengte neemt toe tot een stationair niveau. Ook voor de bladlengte geldt dat het stationaire niveau niet afhankelijk is van de temperatuur. Alleen bij 35°C treedt er bladverkleining op, waarschijnlijk als gevolg van een te hoog vochtdeficit. In figuur 47 is het verloop van de bladlengte versus zijn positie weergegeven bij verschillende temperaturen (zie voor beschrijving temperatuurproef deel 1B, hoofdstuk 3). De invloed van het wijderzetten op de uiteindelijke bladlengte moet nog worden bekeken. De invloed van de ontwikkelingsproef (1 wijderzetschema onder contante omstandigheden; bijlage 20) is weergegeven in figuur 48. Wanneer figuur 47 met figuur 48 wordt vergeleken is opmerkelijk dat de niveaus van de uiteindelijke bladlengte verschillen. De temperatuurproef is uitgevoerd onder lichtarme omstandigheden (450W/m^2). Hierdoor zou juist een vergroting van het bladoppervlak verwacht worden in tegenstelling tot de wijderzetproef, waarbij het hoogst bereikte niveau in de zomer valt. Waardoor dit verschil veroorzaakt wordt, is moeilijk te verklaren. Misschien is het te wijten aan een vergroting van de apex bij een hogere lichtintensiteit, wat leidt tot een vergroting van het bladoppervlak.

Ook voor de bladlengte zal waarschijnlijk gelden dat het verloop van de bladlengte op de zijscheut eenzelfde patroon laat zien als het bladlengte-verloop op de hoofdscheut. Alleen bij de zijscheut komt in de experimenten naar voren dat de bladlengte van het eerste blad langer is in vergelijking tot het eerste blad van de hoofdscheut. Waarschijnlijk is dit te wijten aan een afnemende invloed van hormonen afkomstig uit de voedingsbodem van de weefselkweekstekken. Invloed van deze hormonen is bij de hoofdscheut nog groter dan bij de zijscheuten. Ook kan het aanwezige assimilateniveau op het moment van de aanleg van de zijscheut een rol spelen.

Bladlengte onder invloed van Temperatuur

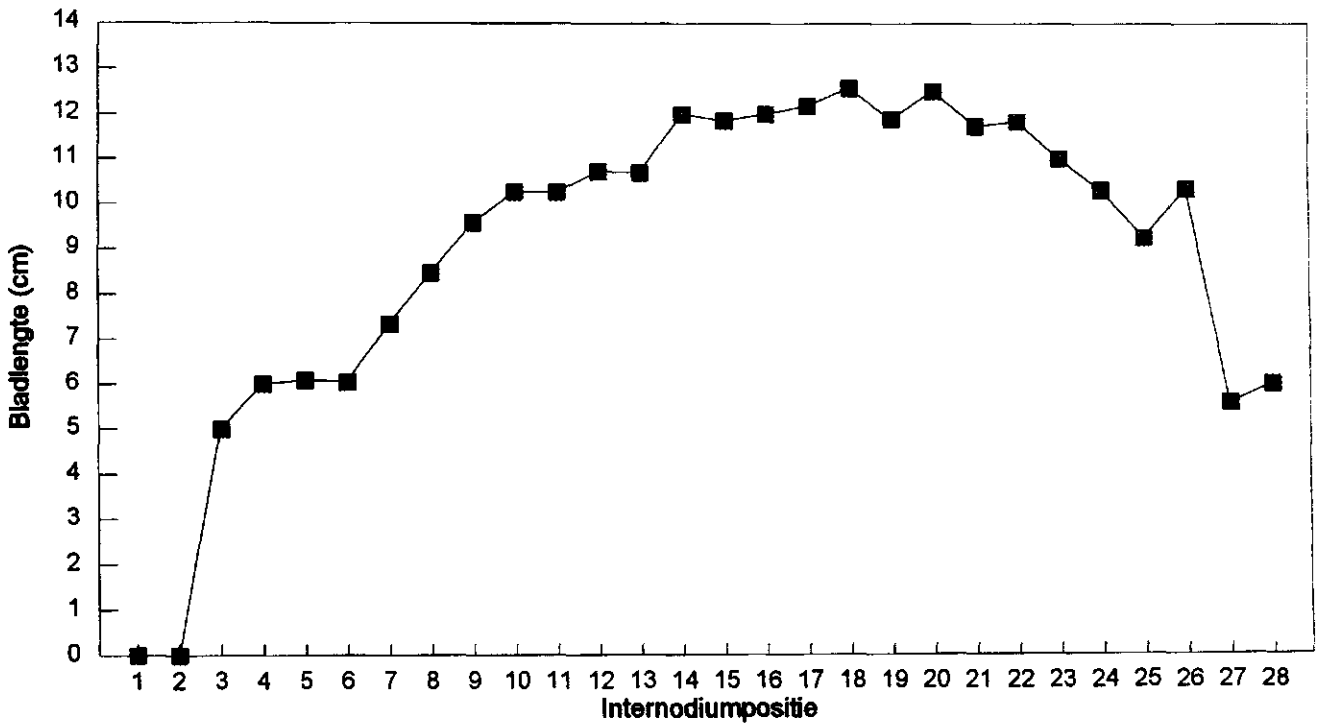
Temperatuurproef 1



Figuur 47: Bladlengte versus internodiumpositie bij verschillende temperaturen.

Bladlengte en internodium positie

Ontwikkelingsproef 2

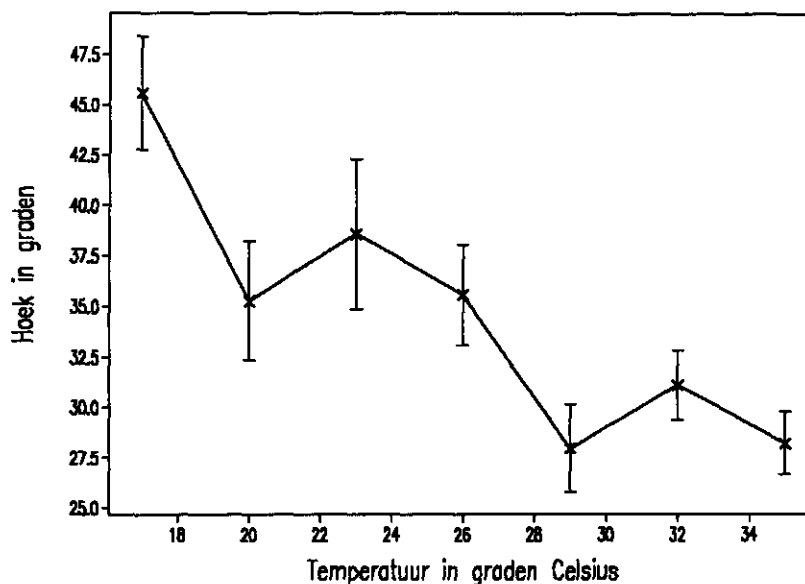


Figuur 48: Invloed ontwikkelingsproef op de uiteindelijke bladlengte.

6. HOEK VAN DE ZIJSCHEUT

De hoek die de zijscheut maakt met de hoofdscheut is afhankelijk van de temperatuur (zie ook deel 1B, hoofdstuk 3). In onderstaande grafiek is de hoek, die de zijscheut maakt met de hoofdscheut uitgezet tegen de temperatuur. Uit figuur 49 blijkt dat de hoek steeds kleiner wordt met een toenemende temperatuur.

De leeftijd van de zijscheut beïnvloedt ook de hoek die de zijscheut met de hoofdscheut maakt. Hoe ouder de zijscheut is, hoe meer massa de zijscheut heeft, hoe groter de hoek zal zijn. Dit effect is waarneembaar onafhankelijk van de omstandigheden, maar is te beïnvloeden door toepassing van temperatuur en licht. De doorbuiging van de zijscheut hangt samen met zijn lengte. Hoe langer de zijscheut is, hoe meer deze zal doorbuigen.



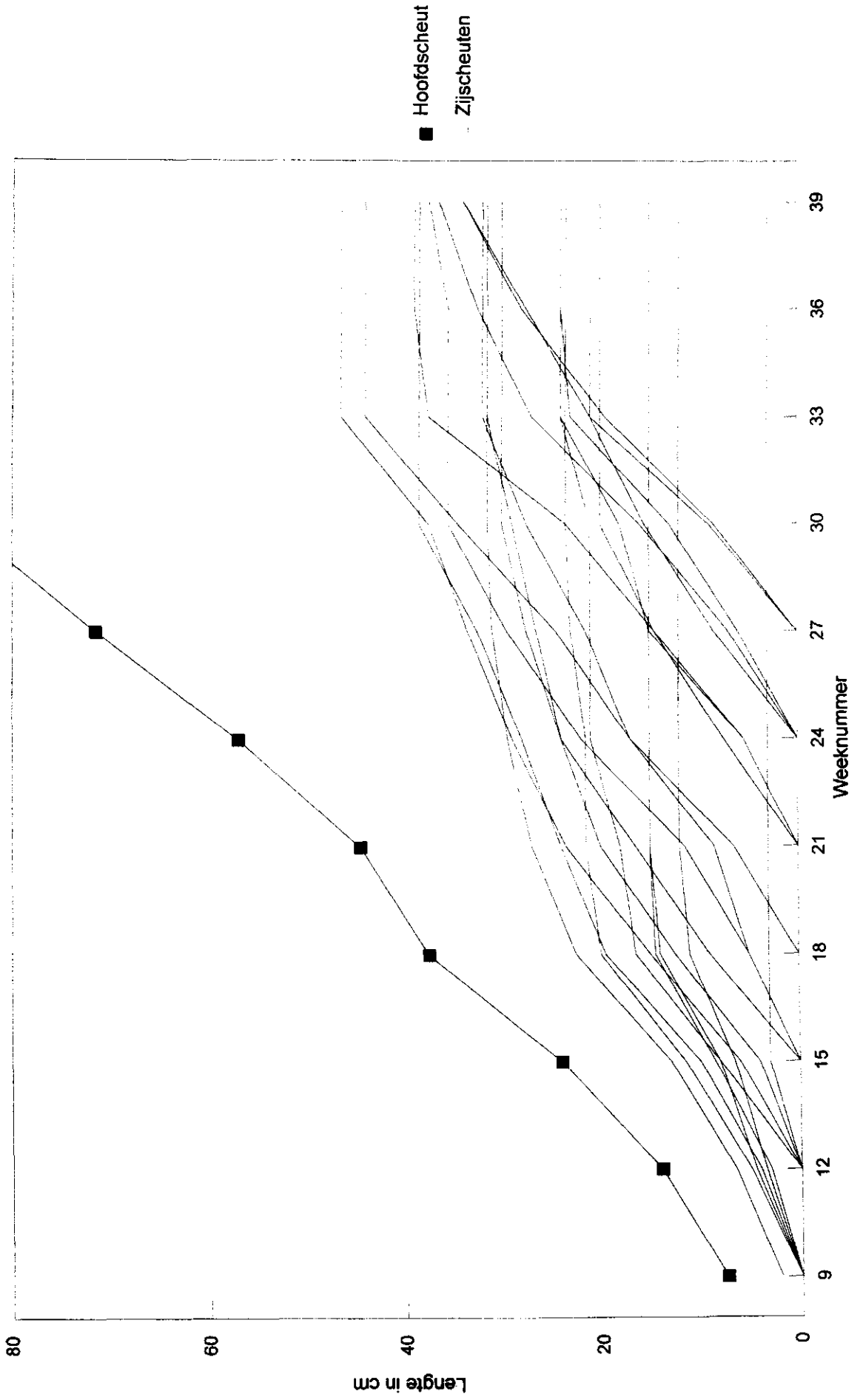
Figuur 49: De hoek die de zijscheut maakt met de hoofdscheut bij verschillende temperaturen.

7. DE LENGTEGROEI VAN DE HOOFDSCHEUT EN DE ZIJSCHEUTEN

Ter illustratie is de lengtegroei van de hoofdscheut en van de zijscheuten van één plant weergegeven in de figuren 50, 51 en 52. Het vergelijken van figuur 50 met 51 en 52 laat zien dat de lengte van de hoofdscheut en de zijscheuten in de zomer sneller toenemen dan in de winter (ontwikkelingsproeven, bijlage 20). Tevens lijkt het erop dat de zijscheuten met dezelfde snelheid toenemen als de hoofdscheut.

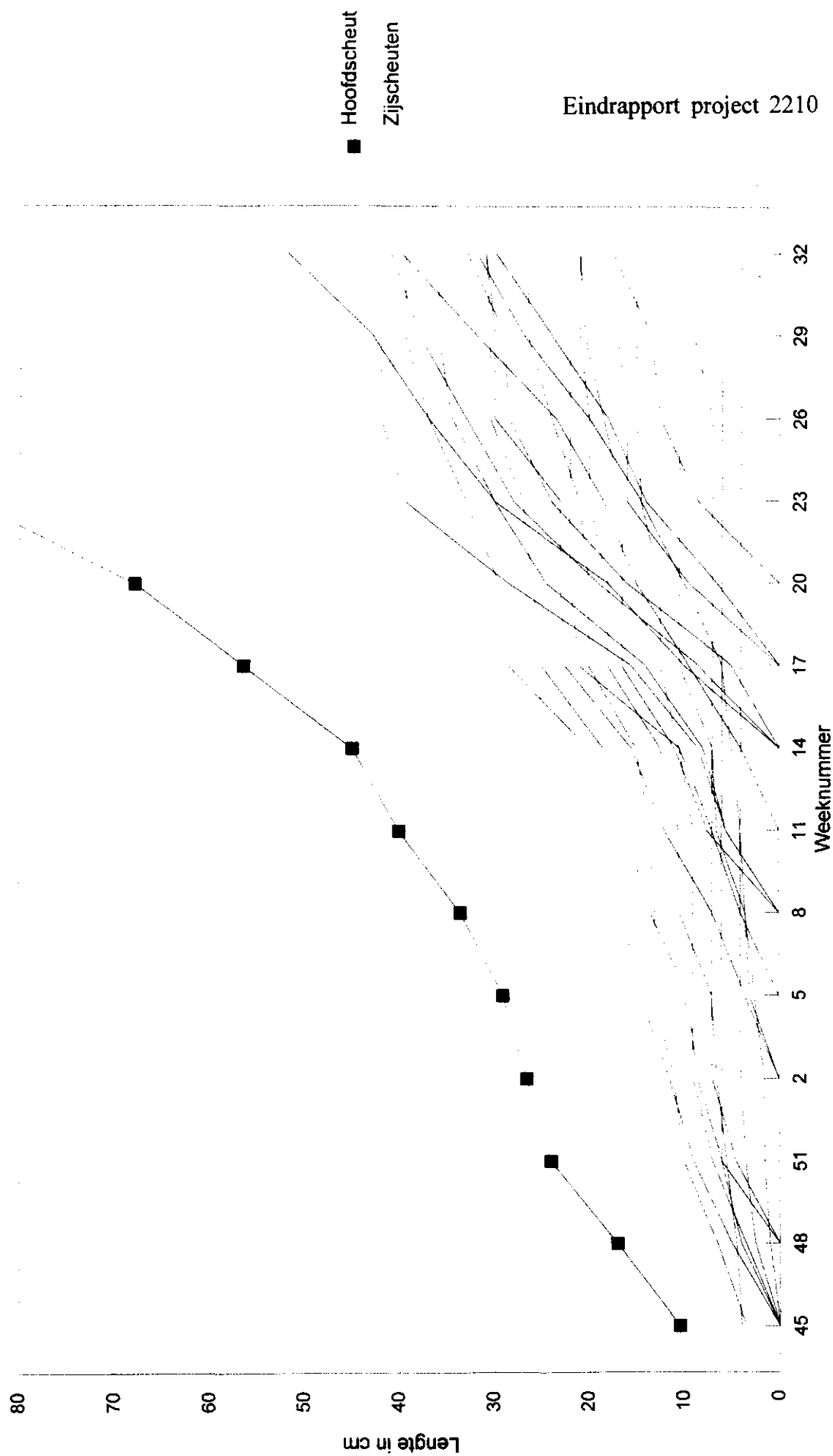
Lengtegroei zijzscheuten

Ontwikkelingsproef 1 : plant 218



Lengtegroei Zijzscheuten

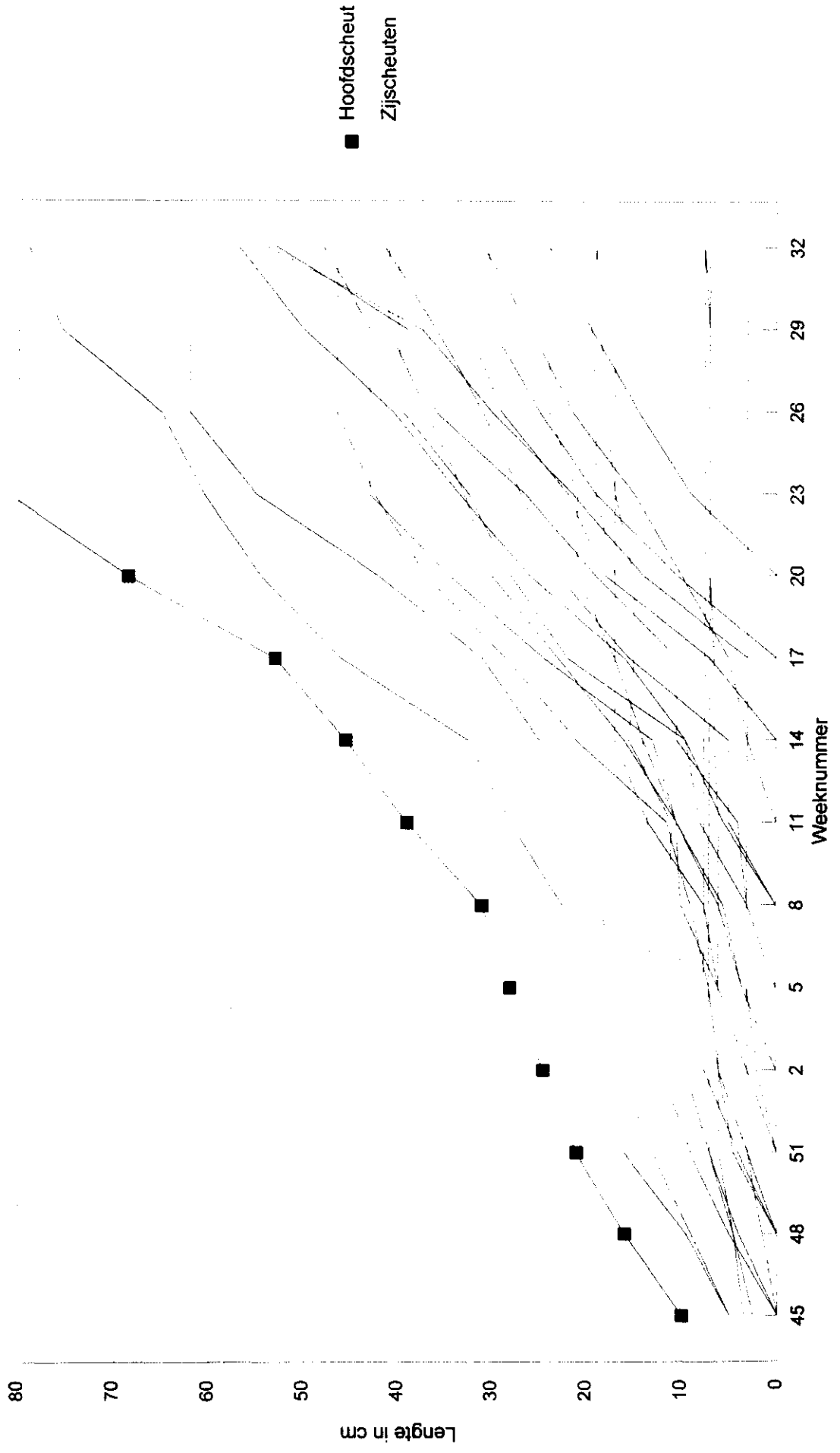
Ontwikkelingsproef 2 : plant 170



Figuur 51

Lengtegroei Zijzscheuten

Ontwikkelingsproef 2 : plant 180



Figuur 52

8. PHYLLOTAXIS

Is de eindlengte van de zij scheuten van de Ficus genetisch bepaald of is de eindlengte van de zij scheuten alleen afhankelijk van de plaatsing van de Ficus ten opzichte van de zon. Uit opplantingen in de kassen van het PBG en de praktijk lijkt het erop dat de eindlengte van de zij scheuten bepaald wordt door de draaiing van de zon. Bestudering van de phyllotaxis (= bladstand, deze is al bij de aanleg van de bladeren vastgelegd) zal op bovenstaande vraag een antwoord kunnen geven.

9. TWEDEGRAADS ZIJSCHOUTEN

De aanleg van de tweedegraads zij scheuten wordt waarschijnlijk bepaald door het aanwezige assimilatenniveau op dat moment. Er zijn wel vele data aanwezig over het aantal tweedegraads zij scheuten, maar analyses zullen nog worden uitgevoerd.

10. KOPPELING VAN HET ONTWIKKELINGSMODEL AAN REF92

REF92 is een model dat de drogestofproductie van een gewas simuleert. Als input wordt gebruik gemaakt van klimaatgegevens, een aantal specifieke parameters en gegevens van een Ficus-teelt. In 1994 is door Van Antwerpen het model aangepast voor een variërende plantdichtheid in de teelt van *Schefflera arbuticola* 'Compacta'. Dit heeft geleid tot goede simulatieresultaten, zodat het model daarna ook gebruikt is voor *Ficus benjamina* 'Exotica'. Bovée, student aan de Vakgroep Tuinbouwplantenteelt (1994), is er ingeslaagd goede simulaties te krijgen van de drogestofproductie van *Ficus* bij verschillende wijderzetschema's. De resultaten van alle simulaties staan beschreven in het verslag getiteld: 'Simulatie van de drogestof-toename van *Ficus benjamina* 'Exotica' in diverse wijderzetschema's (Bovée, 1994). Een eventuele koppeling van het ontwikkelingsmodel met het drogestofmodel zal nog moeten plaatsvinden.

VERVOLGONDERZOEK

Het project 'Ontwikkeling en kwaliteit van potplanten' biedt grote perspectieven voor een toepassing van een teelt-besturingsmodel in de praktijk. Dit heeft geleid tot een vervolgproject getiteld: 'Informatiemanagement-systeem uitwendige plantkwaliteit'. Hieronder volgt een korte beschrijving van het in maart 1995 gestarte project.

Project 'Informatiemanagement-systeem uitwendige plantkwaliteit'

Uitvoering van het project 'Ontwikkeling en kwaliteit van potplanten' heeft geleid tot de mogelijkheid om een subjectieve kwaliteitsbeoordeling door een groep consumenten of handelaren om te zetten in een set meetbare kwaliteitscriteria. Hierbij speelt beeldanalyse en statistische analyse een belangrijke rol. Met behulp van deze technieken zijn de gewenste uiterlijke kenmerken van een bepaald planttype gedefinieerd. In de daarop volgende fase is getracht om vanuit specifiek uitgangsmateriaal naar het gewenste eindprodukt toe te werken. Middels een serie proeven is vastgesteld welke sturende factoren, zoals licht, relatieve luchtvochtigheid en temperatuur, bepalend zijn voor de ontwikkeling en uiteindelijke vorm van een plant en welke invloed zij hierop hebben. Kwantificering van de gevonden verbanden heeft uiteindelijk geresulteerd in een teelt-besturingsmodel.

Factoren die een grote invloed hebben op de ontwikkeling en de vorm van een plant zijn temperatuur en licht. De technische uitrusting van de kasruimte laat niet toe dat planten een individuele behandeling krijgen. Derhalve is het voor een goede sturing van de plantontwikkeling van belang dat partijen planten zo uniform mogelijk zijn. Door plaatsing van partijen planten in afzonderlijke produktieruimten kan iedere partij zijn eigen specifieke behandeling krijgen. Doordat met een natuurprodukt wordt gewerkt zal echter na verloop van tijd toch weer een zekere spreiding optreden, waardoor afgewogen moet worden of de betreffende partij niet opnieuw gesorteerd moet worden. Wanneer een ondernemer zou beschikken over een meettechniek waarmee kan worden vastgesteld hoe de ontwikkeling van een partij en de individuele planten daarin verloopt, kan bijtijds zodanig worden bijgestuurd, dat een gewenst eindprodukt wordt bereikt. Van belang is dat niet alleen de meting, maar ook het transport en het sorteren van de planten geautomatiseerd wordt. De daarvoor benodigde hardware is wel voorhanden, maar kan alleen functioneren wanneer het juiste besturingssysteem beschikbaar is. Een daarvoor benodigd beslis-systeem, dat de gemeten plantkenmerken koppelt aan een sorteeractie en een setpoint voor de klimaatregelapparatuur, ontbreekt nog. Dit project voorziet in het verder ontwikkelen en koppelen van de componenten: teelt-besturingsmodel, beeldanalyse en sorteerapparatuur. Dit door middel van een computerprogramma, dat automatisch planten volgt in hun ontwikkeling, indeelt in partijen met gelijk ontwikkelingspotentieel en adviezen geeft over de benodigde setpoints voor de klimaatregeling en de belichting om tot het gewenste eindprodukt te komen.

Met de realisatie van deze techniek wordt een nieuwe weg ingeslagen op het gebied van de tuinbouwproductie in Nederland. Er zal beter en sneller ingespeeld kunnen worden op de wensen van de consument. Dit vergt aanpassingen aan de informatiestroom van consument naar producent. De afzetkanalen, waaronder de veiling, zullen daarin een belangrijke rol spelen.

LITERATUUR

- Abbott, D.L., 1977. Fruit bud formation in Cox's Orange Pippin. Report of Long Ashton Research Station for 1976. pp: 167-176.
- Adrichem, P.C.C., Boonstra, J.J. en Jansen, H., 1979. Teeltbeschrijving Ficus. Consulentenschap voor de Tuinbouw Aalsmeer - Utrecht. nr 498. 7 pp.
- Anonymus, 1987. Was gekauft wird, entscheidet sich in laden. Gartenbaum und Gartenwelt: nr 1.: 8-9.
- Anten, N.P.R., 1990. The ecophysiology and simulation of the dry matter production and partitioning of cocoa (*Theobroma cacao* L.). Report of combined study for the Departments of Theoretical Production-ecology and Tropical Crop Science Agricultural University, Wageningen. 55 pp.
- Antwerpen van, A.W.J., 1994. Invloed van plantdichtheid op de drogestofproductie van *Schefflera arboricola* 'Compacta'. Verslag doctoraal onderzoek. Vakgroep Tuinbouwplantenteelt, Wageningen. 120 pp.
- Bech, A.M., 1983. Homogeneity and heterogeneity in vegetatively propagated potplants. *Acta Horticulturae* 147: 135-142.
- Benninga, J., Rijssel van, E. en Uitermark, C.G.T., 1994. Er valt nog veel te besparen: arbeidsnormen bij cyclamen. *Vakblad voor de Bloemisterij* 49(37): 30, 31, 33.
- Bjerre, H., 1992. Plantetaethedens indflydelse pa plantekvalitet og produktionstid hos 6 potteplantearter. (The influence of plant density on plant quality and time of production for 6 species of pot plants.) *Tidsskrift for Planteavl* 86(4): 389-398.
- Bovée, H.J.P.A., 1994. Simulatie van de drogestof-toename van *Ficus benjamina* 'Exotica' in diverse wijderzetschema's. Verslag doctoraal onderzoek. Vakgroep Tuinbouwplantenteelt, Wageningen. 49 pp.
- Brockhoff, J., 1984. Kwaliteit en sortering zijn twee verschillende zaken. *Vakblad voor de Bloemisterij* 39(20): 29.
- Burger, D.J. en Sniijders, M., 1991. De teelt van *Ficus benjamina*; teeltbrochure. IKC-AHD. 47 pp.
- Christensen, O.V., 1976. Planning of production-timing and spacing for year round production of pot plants. *Acta Hortic.* 64: 217-221.

- Coleman, W.K. and Greyson, R.I., 1976. The growth and development of the leaf in tomato (*Lycopersicon esculentum*); I. The plastochron index, a suitable basis for description. *Canadian Journal of Botany* 54: 2421-2428.
- Cursusmap Digitale Beeldverwerking in de Landbouw. Landbouwuniversiteit Wageningen. Vakgroep Agrotechniek en Fysica, 1989.
- Dieleman, J.A. and Heuvelink, E., 1992. Factors affecting the number of leaves preceding the first inflorescence in the tomato. *Journal of Horticultural Science* 67(1): 1-10.
- Dijkshoorn-Dekker, M.W.C., 1992. Uitgangsmateriaal beïnvloedt vooral vertakking *Ficus benjamina*. *Vakblad voor de Bloemisterij* 47(17): 40-41.
- Dijkstra, J. en Theeuwen, G.J., 1990. Sorteren *Saintpaulia*-stek met camera succesvol. *Vakblad voor de Bloemisterij* 45(36): 50-51.
- Erichson, R.O. and Michelini, F.J., 1957. The plastochron index. *American Journal of Botany* 44(4): 209-296.
- Erwin, J.E., Heins, R.D. and Karlsson, M.G., 1989. Thermomorphogenesis in *Lilium longiflorum*. *Amer. J. Bot.* 76(1): 47-52.
- Genugten van de, E., 1986. De consument vergeet een tegenvallende potplant niet zo gauw. *Vakblad voor de Bloemisterij* 41(29): 14-17.
- Grange, R.I. and Hand, D.W., 1987. A review of the effects of atmospheric humidity on the growth of horticultural crops. *Journal of Horticultural Science* 62 (2): 125-134.
- Guyer, D.E. et al., 1986. Machine vision and image procession for plants identification. ASAE-paper St Joseph USA. no 86-1632.
- Hendriks, L., 1988. Kultursteurung von Eliator-Begonien. *Gb +Gw* 88(45): 1988-1992.
- Hendriks, L. and Müller, K., 1988. Temperaturschwankungen tolerierbar? *Gartenbau und Gartenwelt* 37: 1578-1579.
- Hines, R.L. et al., 1986. A vision system for grading container grown plants. ASAE-paper St Joseph USA. no 86-3043.
- Hines, R.L. et al., 1987. Establishing grading standards for container grown plants. ASAE-paper St Joseph USA. no 86-3043.
- Hoek van den, A., 1992. Geef ze de ruimte: plantdichtheid bepaalt kwaliteit *Nephrolepis*. *Vakblad voor de Bloemisterij* 47(28): 36.

- Jensen, H.E.K. and Andersen, H., 1992. Effects of high temperatures and dif on potted foliage plants. *Acta Horticulturae* 305: 27-36.
- Klapwijk, D., 1986. Troshoogte in discussie: hogere eerste tros gelijkmatiger gewas. *De Tuinderij* 66: 34-36.
- Kristiansen, A.K., 1989. Vævsformering af *Ficus benjamina*. Giver det bedre planter? *Gartner Tidende* 50: 1256-1257.
- Kromwijk, A. en Mourik van, N., 1990. Uitgangsmateriaal heeft invloed op lengtegroei en vertakking *Ficus benjamina*. *Vakblad voor de Bloemisterij* 45(20): 50-51.
- Kromwijk, A. en Mourik van, N., 1991. Invloed uitgangsmateriaal op lengtegroei en vertakking *Ficus benjamina* 'Exotica'. Proefstation voor de Bloemisterij Aalsmeer. Rapport nr. 114. pp 27.
- Kwantitatieve informatie voor de glastuinbouw 1994-1995. Groenten-Snijbloemen -Potplanten. Informatie en Kennis Centrum Akker- en Tuinbouw, afdeling Glasgroente en Bloemisterij, Aalsmeer/Naaldwijk 12^e druk. 127 pp.
- Leeuwen van, G., 1993. Temperatuurregime beïnvloedt scheutlengte. *Vakblad voor de Bloemisterij* 48 (3): 46-47.
- Luckwill, L.C., 1974. A new look at the process of fruit bud formation in apple. *Proc. 19th Int. Hort. Congr.* 1974, 3: 237-245.
- Luckwill, L.C. and Silva, J.M., 1979. The effects of daminozide and gibberellic acid on flower initiation, growth and fruiting of apple cv. Golden Delicious. *Journal of Horticultural Science* 54(3): 217-223.
- Moe, R., 1985. Virkning av dag- og nattemperatur og vekstregulatorer på strekningsvekst og blomstring hos *Campanula isophylla*. NJF-Utredning/Rapport No. 22: 59-74.
- Moe, R. and Heins, R., 1990. Control of plant morphogenesis and flowering by light quality and temperature. *Acta Hort.* 272: 81-90.
- Moe, R., Field, T., and Mortensen, L.M., 1992. Stemelongation and keeping quality in *Poinsettia* (*Euphorbia pulcherrima* Willd.) as affected by temperature and supplementary lighting. *Scientia Horticulturae* 50: 127-136.
- Mortensen, L.M., 1986. Effect of relative humidity on growth and flowering of some greenhouse plants. *Scientia Horticulturae* 29: 301-307.
- Mortensen, L.M., 1988. High temperatures increase the growth of foliage plants. *Gartneryrket* 78 (11) 359.

- Mortensen, L.M., 1991. The effect of greenhouse ventilation temperature on growth of *Dieffenbachia maculata* (Lodd.) G. Don., *Nephrolepis exaltata* (L.) Schott and *Syngonium podophyllum* Schott. *Gartenbauwissenschaft*, 56: 6-9.
- Mortensen, L.M. and Gislerød, H.R., 1990. Effects of air and supplementary lighting on foliage plants. *Scientia Horticulturae* 44: 301-308.
- Mortensen, L.M. and Larsen, G., 1989. Effects of temperature on growth of six foliage species. *Scientia Hort.* 39: 149 -159.
- Mulder, A.J., 1985. Inkruisen van kwaliteitsdenken veredelt bloemisterijsector. *Vakblad voor de Bloemisterij* 40(44): 104-107.
- Mulderij, G.E., 1995. Zomerklimaat bij potplanten III: luchtvochtigheid en EC. Proefstation voor de Bloemisterij. Rapport nr. 178. 29 pp.
- Oprel, L., 1986. Speuren naar vormen van kwaliteit. *Vakblad voor de Bloemisterij* 41(45): 62-63.
- Oprel, L., 1987. Kwaliteitsbeoordeling Begonia. Proefstation voor de Bloemisterij Aalsmeer. Intern verslag no 66.
- Oprel, L., 1988. Visuele kenmerken van kwaliteit Begonia vastgesteld. *Vakblad voor de Bloemisterij* 43(40): 68-69.
- Ottosen, C.-O., 1988. Selection of fast-growing clones among visually unseparable genotypes of *Ficus benjamina* L. *Gartenbauwissenschaft* 53(4).S.: 180-182.
- Pieters, G.A., 1983. Growth of *Populus euramericana*. *Physiol. Plant.* 57:455-462.
- Pieters, G.A., 1985. Effects of irradiation level on leaf growth of sunflower. *Physiol. Plant.* 65: 263-268.
- Ravensberg, W., 1985. Kwaliteit, sortering en presentatie belangrijke pijlers onder afzet. *Vakblad voor de Bloemisterij* 40(44): 73.
- Rijnberk van, H., 1988. Inventarisatie Ficus-aanbod. Verenigde Bloemenveilingen Nederland. 46 pp.
- Rijnberk van, H., 1990. Aanvoerschrift Ficus sinds 1 september van kracht. *Vakblad voor de Bloemisterij* 45(36): 52-53.
- Rosenfeld, A. and Kak, A.C., 1982. Digital picture processing. Deel 2. Londen, Academic Press, inc.
- Schumann, I., Queck, S. en Berger, M., 1991. Wuchsstoffe und Standweite beeinflussen die Qualität: zufriedenstellende poinsettien-qualität ohne Wachstumsregulatoren? *Deutscher Gartenbau* 31: 1906-1908.

- Schüssler, H.K., 1992. The influence of different constant and fluctuating water vapour pressure gradients on morphogenesis. *Acta Horticulturae* 327: 105-110.
- Steenkamp, J.E.B.M., Wierenga, B. en Meulenbergh, M.T.G., 1986. Kwaliteitsperceptie van voedingsmiddelen deel 1. Swoka, Den Haag.
- Steinkamp, K., Conover, C.A. and Poole, R.T., 1991. Acclimatization of *Ficus benjamina*: A review. *Foliage Digest* 17(9): 1-6.
- Stichting Technische en Fysische Dienst voor de Landbouw, 1979. *Psychrometers*, Bulletin 8, Wageningen, The Netherlands.
- Straat, D., 1991. Onderzoek naar de visuele kwaliteitsbepaling bij de begonia met behulp van digitale beeldverwerking deel 1. Vakgroep Agrotechniek en Fysica. Landbouwwuniversiteit, Wageningen. 77 pp.
- Top 25 snijbloemen en kamerplanten 1995. *Vakblad voor de Bloemisterij* 50 (3): 32-33.
- Tuinbouwstatistiek 1993. Produktschap voor Siergewassen/ Produktschap voor Groenten en fruit. 134 pp.
- Vegter, B., 1992. Beeldverwerking vergist zich niet. *Vakblad voor de Bloemisterij* 47(32): 42-43.
- Vliet van, C., 1990. Sorteren chrysantenstek met camera dit najaar van start. *Vakblad voor de Bloemisterij* 45(19): 74-75.
- Vogelezang, J.V.M., 1990. Effect of root-zone and air temperature on growth, ornamental value and keepability of *Ficus benjamina* and *Schefflera arboricola* 'Compacta'. *Scientia Horticulturae*, 46: 301-313.
- Vogelezang, J.V.M., Mulderij, B., Oprel, L., Broek van de, G., 1988. Begonia op verwarmde tabletten. Proefstation voor de Bloemisterij in Nederland, Aalsmeer. Rapport nr. 65. 55 pp.
- Vogelezang, J.V.M., 1993. Bench heating for potplant cultivation: analysis of effects of root- and air temperature on growth, development and production. Thesis Wageningen. ISBN 90-5485-069-8. 115 pp.
- Westland Produkt Info. Uitgever Bloemenveiling Westland 1987. Deel 2: (20-7)-(20-18)
- Zwinkels, E.A.E.M., 1987. Kwaliteit in opkweekfase basis voor goede potplant. *Vakblad voor de Bloemisterij* 42(36): 22-25.



VOORSTEL STANDAARD-ADVIESMATEN
=====

Door de Landelijke Produktcommissie Ficus wordt voorgesteld de onderstaande maten aan te houden betreffende de plantbreedte en de grootte van de pluim voor STAM-produkten.

In onderstaand overzicht zijn de minimale breedte-maten op verschillende planthoogte-niveaus en de toegestane pluimgrootte aangegeven voor de Ficus benjamina cultivars

'Exotica', 'Golden King' en 'Starlight'.

	planthoogte	plantbreedte	pluimgrootte
Ficus 150	30 cm	50 cm	
	60 cm	60 cm	
	90 cm	70 cm	
	120 cm	50 cm	
	150 cm		10 - 25 cm
Ficus 120	30 cm	40 cm	
	60 cm	55 cm	
	90 cm	60 cm	
	120 cm		10 - 20 cm
Ficus 90	30 cm	40 cm	
	60 cm	50 cm	
	90 cm		10 - 20 cm
Ficus 60	20 cm	20 cm	
	40 cm	40 cm	
	60 cm		10 - 20 cm

Hierbij geldt, dat de plant goed gevuld moet zijn.

Bij het vaststellen van de plantbreedte wordt gemeten aan de voordeligste kant van de plant. Daarbij wordt uitgegaan van een plant met een voldoende symmetrische opbouw.

Betreffende de pluim wordt de minimale- en maximale grootte aangegeven. Bij het meten van de pluim wordt gemeten van het eind van de stok tot het topje van de pluim. Daarbij moet de onderkant van de stok op de bodem van de pot rusten. De plant moet tot boven aan de stok zijn opgebonden.

13 oktober 1989
H. van Rijnberk



89675/1
HvR

VOORSTEL STANDAARD-ADVIESMATEN

=====

Door de Landelijke Produktcommissie Ficus wordt voorgesteld de volgende standaard-adviesmaten in te voeren:

Plant- hoogte (in cm)	Pot- maat (cm Es)	Pot- kleur	Aantal stekken* per pot

FICUS BENJAMINA 'EXOTICA' en 'GOLDEN KING'			
60 cm	14 cm	rood	2 stekken
90 cm	19 cm	rood	2 stekken
120 cm	21 cm	rood	2 stekken
150 cm	24 cm	rood	2 stekken

FICUS ELASTICA 'ROBUSTA'			
60 cm	14 cm	rood	1 stek
80 cm	17 cm	rood	1 stek

FICUS BENJAMINA 'STARLIGHT'			
60 cm	14 cm	rood	1 stek
90 cm	19 cm	rood	1 stek
120 cm	21 cm	rood	1 stek

FICUS LYRATA			
60 cm	14 cm	rood	1 stek
90 cm	17 cm	rood	1 stek

* : of planten per pot. Hier wordt het minimum aangegeven.

Voor Ficus pumila worden (voorlopig) geen standaard-adviesmaten vastgesteld.

De potmaat wordt uitgedrukt in Es maten of in een maatvoering die in het Es-systeem wordt gebruikt.

Ten aanzien van de planthoogte wordt de stokhoogte aangegeven, er van uitgaande, dat de plant tot boven aan de stok is opgebonden. Daarboven is een pluim toegestaan.

13 oktober 1989
H. van Rijnberk

88184/7/HvR/AUGUSTUS 1990

Bijlage: standaardadviesnormen

Bij het aanvoeren van *Dracaena marginata* kunnen de volgende standaardadviesnormen worden gehanteerd:

pot- maat (in cm Es)	stam- hoogte (in cm)	plant- hoogte (in cm)	beladingsgraad			
			aantal stuks per Deense stw.	laag los op veiling stw.	in fust fusttype	aantal stuks
DRACAENA MARGINATA GROEN						
11*	15	50			Deense ds 40	15
13*	15	65				
14*	30	70			Deense ds 40	8
15	30 + kop	70			Deense ds 40	7
17	45/15	90	30	49		
21	60/30/15	120	18	30		
24	90/60/30	150	14	25		
27	120/60/30	180	10	19		

* ook 'Bicolor' en 'Tricolor'

- **Stamdikte voor *Dracaena marginata*:** aangegeven is de minimum dikte in cm, gemeten op de plaats halverwege vanaf de bovenkant van de stam tot aan de pot;

stamhoogte	stamdikte
15	1
30	1½
45	1½
60	2
90	2
120	2½

88184/7/HvR/AUGUSTUS 1990

- voor alle planten gelden de A1-eisen;
- potmaat : in cm Es;
- pot : gebruikt wordt een rode (terracotta-kleurige) 5-graden pot;
- stamhoogte : in cm (vaste importmaat);
- planthoogte: aangegeven is de minimum planthoogte (in cm). De hoogte van de plant wordt gemeten vrijstaand, in de natuurlijke stand van de plant (zonder hoes, inclusief de pot). De toegestane afwijkingen naar boven zijn:
 - voor planthoogten van 40 tot 80 cm: + 5 cm
 - voor planthoogten van 80 tot 140 cm: + 10 cm
 - voor planthoogten van 140 tot 180 cm: + 15 cm;
- aantal koppen: voor alle sorteringen geldt per stam: 2 en op, met minimaal 2 en maximaal 4 volgroeide koppen;
- alle toefplanten zijn voorzien van een steeketiket

BIJLAGE 2

Panelbeoordeling Ficus benjamina 'Exotica'

Naam:.....

Adres:.....

.....

.....

1. Bent U van beroep alleen teler of bent U ook bloemist of heeft U een tuincentrum? teler / teler en bloemist,tuincentrum

2. Wat is de oppervlakte van uw bedrijf? m²

3a. Wat is de oppervlakte van het Ficus areaal op uw bedrijf?m²

b. Welke soort(en) Ficus teelt U?

Soort Ficus	Areaal	Eindlengte

1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

c. Hoe lang teelt U al Ficus? jr

4. Welke gewassen teelt U nog naast Ficus?

gewas	areaal

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

5a. Heeft U altijd al potplanten geteeld of bent U

Eindrapport project 2210

omgeschakeld van een andere teelt?

altijd potplanten geteeld / omgeschakeld

b. Als U een schakelaar bent, welk gewas teelde U hiervoor?

.....

c. Als U altijd potplanten heeft geteeld, hoe lang teelt U
dan al potplanten? jr

Beoordelen met cijfers van 1 tot en met 10.

1. totaalindruk
2. gevuldheid
3. vorm in vooraanzicht
4. vorm in zijaanzicht
5. gevuldheid onderste helft van de voorkant
6. gevuldheid bovenste helft van de voorkant
7. gevuldheid van de achterkant
8. breedte
9. totaalindruk voorkant
10. totaalindruk achterkant

BIJLAGE 3

Technische gegevens van de gebruikte beeldanalyse-apparatuur

PC: AT-compatible - 80386 met co-processor
werkgeheugen 8 Mb
harde schijf 200 Mb

Beeldkaart: DT-2871 in de RGB-mode

Camera: zwart-wit CCD (Charged Coupled Device) Sanyo VC 1960,
waarvan het infraroodfilter niet is gebruikt.

Software: TCL-image onder OS-2

Lichtbak: 95 x 120 cm met 6 TL-lampen van 35W, afgedekt met
een 6 mm glasplaat en een 3 mm melkwitte glasplaat.

BIJLAGE 4

Lotingsschema voor de tafels van de concurrentieproef

rand		rand
weefsel		weefsel
weefsel		stek-van-stek
stek-van-stek		stek-van-stek
stek-van-stek		weefsel
weefsel		stek-van-stek
stek-van-stek		weefsel
rand		rand

↑
Ingang kas

Eindrapport project 2210

BIJLAGE 5

Hoofdeffecten van uitgangsmateriaal, aantal stekken per pot en de steklengte op de eindlengte van de plant, aantal bladeren aan de hoofdscheut, aantal eerste en aantal tweedegraads zijdscheuten. Verschillende letters geven betrouwbare verschillen weer bij 5% onbetrouwbaarheid. Significante verschillen tussen interacties zijn als volgt vermeld: ns = niet significant, * = $p \leq 0.05$, ** = $p \leq 0.01$, *** = $p \leq 0.001$.

Kenmerken	Uitgangsmateriaal (U)		Steklengte (S)		Aantal stekken/pot (A)		Interacties			
	Stek-van-stek	Weefsel	Klein	Groot	1	2	SxA	UxA	UxS	UxS xA
Lengte (cm)	64.5 b	51.9 a	57.9	58.5	58.1	58.5	ns	ns	**	ns
# Blad aan hoofdscheut	13.4	13.2	13.3	13.2	13.6 b	13.0 a	ns	ns	ns	ns
# Eerstegraads zijdscheuten	13.8 a	15.7 b	14.5 a	15.0 b	15.1 b	14.3 a	ns	ns	ns	ns
# Tweedegraads zijdscheuten	17.7 a	25.5 b	19.6 a	23.7 b	27.8 b	15.4 a	ns	**	**	*
# Eerstegraads zijdscheuten per lengte-eenheid	0.2 a	0.3 b	0.2	0.3 b	0.3 b	0.2 a	ns	*	ns	ns
Internodiumlengte (cm)	3.4	3.4	3.4	3.4	3.3 a	3.4 b	**	ns	ns	ns

BIJLAGE 6

Hoofdeffecten van uitgangsmateriaal en de steklengte op de eindlengte van de plant, aantal bladeren aan de hoofdscheut, aantal eerste en aantal tweedegraads zijzscheuten. Verschillende letters geven betrouwbare verschillen weer bij 5% onbetrouwbaarheid. Significante verschillen tussen interacties zijn als volgt vermeld: ns = niet significant, * = $p \leq 0.05$, ** = $p \leq 0.01$, *** = $p \leq 0.001$.

Kenmerken	Uitgangsmateriaal (U)		Steklengte (S)			Interactie
	Stek-van-stek	Weefsel	Klein	Groot	Klein/Groot	
Lengte (cm)	64.3 b	52.0 a	57.7 a	58.8 b	58.1 b	ns
# Blad aan hoofdscheut	13.0	12.9	13.0	12.9	13.0	**
# Eerstegraads zijzscheuten	13.5 a	15.1 b	14.1 a	14.6 b	14.2 a	ns
# Tweedegraads zijzscheuten	13.5 a	17.8 b	13.1 a	17.7 c	16.1 b	ns
# Eerstegraads zijzscheuten per lengte-eenheid	0.2 a	0.3 b	0.3	0.3	0.3	ns
Internodiumlengte (cm)	3.4	3.4	3.4 a	3.5 b	3.4 ab	ns

BIJLAGE 7

Hoofdeffecten van uitgangsmateriaal en het overslaan op de eindlengte van de plant, aantal bladeren aan de hoofdscheut, aantal eerste en aantal tweedegraads zijdscheuten. Verschillende letters geven betrouwbare verschillen weer bij 5% onbetrouwbaarheid. Significante verschillen tussen interacties zijn als volgt vermeld:
 ns = niet significant, * = $p \leq 0.05$, ** = $p \leq 0.01$, *** = $p \leq 0.001$.

Kenmerken	Uitgangsmateriaal (U)		Overslaan (O)		Interactie
	Stek-van-stek	Weefsel	Wel	Niet	
Lengte (cm)	65.4 b	53.3 a	59.9 b	58.8 a	ns
# Blad aan hoofdscheut	13.0	13.1	13.1	12.9	**
# Eerstegraads zijdscheuten	13.5 a	15.5 b	14.5	14.6	ns
# Tweedegraads zijdscheuten	14.9 a	18.4 b	15.6 a	17.7 b	ns
# Eerstegraads zijdscheuten per lengte-eenheid	0.2 a	0.3 b	0.3 b	0.2 a	ns
Internodiumlengte (cm)	3.5	3.5	3.5 b	3.5 a	ns

BIJLAGE 8

Ligging van de temperatuurbehandelingen

	C O R R I D O R	
17°C		
20°C		
26°C		
23°C		
29°C		
35°C		
32°C		
Ingang klimaatkassen corridor		

BIJLAGE 9

Gemiddelde hoek in graden van de zijscheut met de hoofdscheut bij verschillende temperaturen met bijbehorende standaardafwijking.

Temperatuur	Hoek	Standaardafwijking
17°C	45.6	2.8
20°C	35.3	2.9
23°C	38.6	3.7
26°C	35.6	2.5
29°C	27.9	2.2
32°C	31.1	1.8
35°C	28.2	1.6

BIJLAGE 10

Analyse meettijdstip 2. Effect van temperatuur op het aantal bladeren, het bladoppervlak, vers- en drooggewicht van de stengel en vers- en drooggewicht van het blad, totale lengte van de zijsheuten en het percentage drogestof in stengel en in blad. Verschillende letters geven betrouwbare verschillen weer bij 5% onbetrouwbaarheid.

kenmerken	Temperatuur in °C									
	17	20	23	26	29	32	35			
# bladeren op hoofdscheut	9.5	10.5	10.3	10.8	12.0	11.7	10.9			
# bladeren	23.6	31.9	28.7	30.0	32.2	22.7	24.7			
bladoppervlak (cm ²)	99	148	149	200	222	146	139			
versgewicht stengel (g)	0.86	1.19	1.04	1.38	1.38	1.31	1.13			
versgewicht blad (g)	2.36 a	3.48 abc	3.42 abc	4.47 bc	4.62 c	4.30 bc	3.20 ab			
drooggewicht stengel (g)	0.17	0.22	0.19	0.27	0.27	0.24	0.25			
drooggewicht blad (g)	0.42	0.60	0.56	0.73	0.74	0.67	0.54			
totaal versgewicht (g)	3.22	4.67	4.46	5.85	6.01	5.61	4.33			
totaal drooggewicht (g)	0.59	0.82	0.75	1.00	1.01	0.82	0.79			
totale lengte zijsheuten (cm)	26.9	40.7	34.2	41.0	39.0	43.2	40.2			
% drogestof stengel	19.67	18.74	17.80	19.00	19.04	18.16	21.70			
% drogestof blad	17.64 c	17.11 bc	16.37 ab	16.09 ab	15.32 a	15.61 a	16.93 bc			

Eindrapport project 2210

BIJLAGE 11

Analyse meettijdstip 3. Effect van temperatuur op het aantal bladeren, het bladoppervlak, vers- en drooggewicht van de stengel en vers- en drooggewicht van het blad, totale lengte van de zijsheuten en het percentage drogestof in stengel en in blad. Verschillende letters geven betrouwbare verschillen weer bij 5% onbetrouwbaarheid.

kenmerken	Temperatuur in °C									
	17	20	23	26	29	32	35			
# bladeren op hoofdscheut	11.2	11.7	12.4	13.9	13.0	14.8	13.5			
# bladeren	30.5	31.0	42.6	47.2	43.2	42.1	38.2			
bladoppervlak (cm ²)	157	188	281	394	411	381	250			
versgewicht stengel (g)	1.93	1.93	2.35	3.40	3.17	3.50	2.28			
versgewicht blad (g)	3.97	4.81	6.90	9.32	8.80	7.27	5.34			
drooggewicht stengel (g)	0.37	0.38	0.49	0.72	0.69	0.67	0.52			
drooggewicht blad (g)	0.75	0.91	1.19	1.57	1.36	1.27	0.89			
totaal versgewicht (g)	5.90	6.73	9.24	12.71	11.97	10.77	7.62			
totaal drooggewicht (g)	1.12	1.28	1.67	2.31	2.05	1.93	1.40			
totale lengte zijsheuten (cm)	51.3	49.7	38.9	73.9	68.2	74.8	91.4			
% drogestof stengel	19.6	19.8	20.4	21.0	21.2	19.6	22.6			
% drogestof blad	18.7 d	18.5 cd	16.8 b	16.6 b	15.3 a	17.2 bc	16.7 b			

BIJLAGE 12: Analyse meettijdstip 4. Effect van temperatuur op het aantal bladeren, het bladoppervlak, vers- en drooggewicht van de stengel en vers- en drooggewicht van het blad, aantal 1° en 2° graads zijscheuten, totale lengte van de zijscheuten en het % drogestof in stengel en in blad. Verschillende letters geven betrouwbare verschillen weer bij 5% onbetrouwbaarheid.

kenmerken	Temperatuur in °C									
	17	20	23	26	29	32	35			
# bladeren op hoofdscheut	12.4 a	13.1 a	14.9 b	16.8 c	18.1 d	17.6 cd	15.8 b			
# bladeren	36.8	50.4	52.6	60.0	63.7	64.3	43.6			
bladoppervlak (cm ²)	223 a	405 b	452 b	632 c	689 c	669 c	365 b			
versgewicht stengel (g)	3.19	4.24	3.80	5.44	5.73	5.95	3.59			
versgewicht blad (g)	6.63 a	9.33 a	10.23 ab	13.79 bc	14.57 c	13.28 bc	7.42 a			
drooggewicht stengel (g)	0.38	0.94	0.81	1.25	1.32	1.33	0.87			
drooggewicht blad (g)	1.28 a	1.79 ab	1.89 ab	2.47 b	2.48 b	2.50 b	1.28 a			
totaal versgewicht (g)	9.74 a	13.45 a	13.97 ab	19.02 bc	20.29 c	19.24 bc	11.02 a			
totaal drooggewicht (g)	1.94 a	2.71 ab	2.69 ab	3.73 b	3.80 b	3.83 b	2.15 a			
# 1° graads zijscheuten	8.9 a	10.6 abc	12.4 bcd	13.9 cd	14.6 d	13.5 cd	9.5 ab			
# 2° graads zijscheuten	1.3	1.5	2.1	3.8	1.8	1.8	0.5			
totale lengte zijscheuten (cm)	82.5 a	84.4 ab	94.4 abc	108.3 bcd	116.5 cd	129.4 d	118.1 cd			
% drogestof stengel	21.6	22.0	21.0	22.8	22.8	22.2	24.2			
% drogestof blad	19.4	19.0	18.1	17.8	16.9	18.4	17.1			

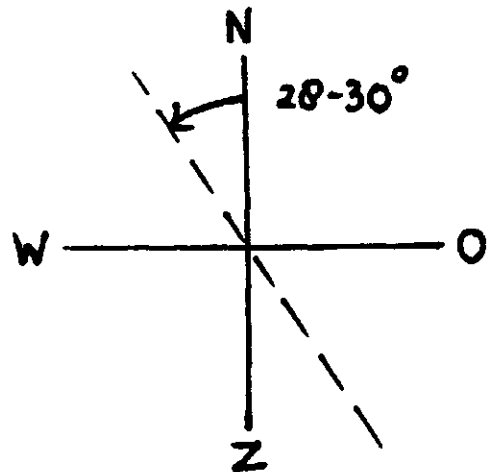
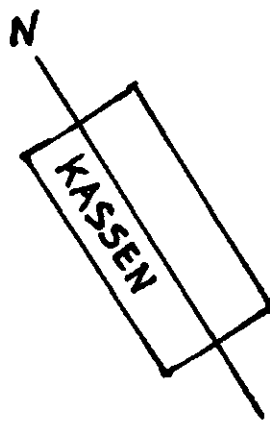
BIJLAGE 13

Incidentele lichtmetingen in kas L401 in PAR (μmol) onder diffuse lichtomstandigheden
De metingen zijn ten opzichte van een vast punt in de kas.

9.0	7.5	6.0	4.5	3.0	1.5	←aantal meters gerekend vanaf begin van de tafel	gang pad
						tafelnummer	
randtafel						12	
6.89	13.93	2) 24.98	27.58	21.86	18.88	11	
1.55	15.49	23.15	24.82	23.31	20.89	10	
3.50	20.59	25.83	29.05	4) 29.63	21.08	9	
-10.23	6.38	19.68	23.89	16.32	17.87	8	
-7.55	4.62	8.80	8.14	7.04	5.61	7	
-7.21	3.16	1) 13.60	13.20	15.09	11.07	6	
-3.71	10.30	15.09	12.83	9.13	10.92	5	
-4.43	6.89	11.87	10.01	3) 13.60	12.05	4	
-6.58	9.67	12.83	11.13	18.47	15.76	3	
randtafel						2	
randtafel						1	

■ Tube solarimeter (vaste positie)

Ligging van de kas



BIJLAGE 14

Ligging van de behandelingen van wijderzetproef 1 in kas L401.
De wijderzetschema's zijn weergegeven in het aantal planten per m².

rand	rand	12	g a n g p a d
12-6-3	48-24-12	11	
24-24-24	24-24-24	10	
12-6-6	24-12-12	9	
48-48-48	12-6-6	8	
12-12-12	24-12-6	7	
48-24-12	12-12-12	6	
24-12-6	48-24-24	5	
24-12-12	12-6-3	4	
48-24-24	48-48-48	3	
rand	rand	2	
rand	rand	1	
Blok 2	Blok 1	tafelnr	

BIJLAGE 15

Ligging van de behandelingen van wijderzetproef 2 in kas L401.
De wijderzetschema's zijn weergegeven in het aantal planten per m².

rand	rand	12	g a n g p a d
48-24-24	48-24-24	11	
12-6-6	12-6-3	10	
12-6-3	48-24-12	9	
12-12-12	12-12-12	8	
24-24-24	24-12-12	7	
48-48-48	24-12-6	6	
24-12-6	24-24-24	5	
48-24-12	12-6-6	4	
12-12-12	48-48-48	3	
rand	rand	2	
rand	rand	1	
Blok 2	Blok 1	tafelnr	

BIJLAGE 16

Realisatie van de kasklimaatgegevens in wijderzetproef 1 en 2 (meetbox klimaatregeling en solarimeter van weertoren).

Dagnummer (1993)	Proef 1 T in °C	Proef 1 Globale instraling J.cm ² .dag
69 tot 126	21.3	1323.0
126 tot 137	21.3	1353.1
137 tot 165	21.7	1517.3
69 tot 133	21.3	1326.0
133 tot 152	21.5	1475.2
152 tot 186	21.8	1601.4
69 tot 148	21.4	1430.2
148 tot 175	21.7	1547.1
175 tot 207	21.8	1596.3

Dagnummer (1993/1994)	Proef 2 T in °C	Proef 2 Globale instraling J.cm ² .dag
344 tot 84	20.2	392.8
84 tot 117	21.1	1213.0
117 tot 151	21.6	1527.0
344 tot 115	20.4	575.1
115 tot 141	21.8	1654.0
141 tot 175	21.6	1505.0
344 tot 130	20.6	676.8
130 tot 167	21.8	1573.0
167 tot 200	23.5	2090.0

BIJLAGE 17

Gerealiseerde globale instraling boven het gewas in J.cm².dag

Proef 1

Lichtmeter Dagnummer	1	2	3	4
126	663.6	674.1	626.2	656.4
133	698.1	690.4	647.2	676.4
137	850.6	769.3	737.3	770.1
148	730.4	709.7	666.3	697.6
152	847.5	800.6	760.3	799.2
165	857.3	827.5	799.0	835.4
175	855.4	846.2	823.2	865.4
186	873.9	864.8	837.0	874.8
207	828.2	819.7	795.1	836.9

BIJLAGE 18

Lichtonderscheppingswaarden proef 1 en 2.

tijd (dagnr)	proef	potten/m2	interceptie	bladoppervlak (cm ²)
1993				
119	1	48	0.04	23220
119	1	24	0.099	*
119	1	24	0.127	*
119	1	12	0.434	*
119	1	12	0.480	*
123	1	48	0.012	*
123	1	24	0.055	*
123	1	24	0.101	*
123	1	12	0.352	*
123	1	12	0.417	*
127	1	48	0.005	40512
127	1	24	0.14	21216
138	1	24	0.02	29022
138	1	12	0.31	14511
168	1	12	0.02	35844
134	1	24	0.02	37044
134	1	12	0.23	18522
154	1	12	0.035	29280
154	1	6	*	14640
179	1	6	0.025	31526
154	1	12	*	29010
154	1	6	0.35	14505
179	1	6	0.03	29415
1994				
82	2	48	0.05	23704
108	2	24	0.03	31044
108	2	24	0.255	15522
115	2	24	0.01	35652
129	2	12	0.046	32890
140	2	12	0.01	35224
150	2	6	0.02	40048

BIJLAGE 19

Kosten voor 1000 planten

48-48-48

(wijderzetten met vork-lopen-opruimen; rapen-lopen-opruimen)

Wijderzetten met wijderzetvork:	1x	13,0 minuten
Toeslag lopen: $20,8 \text{ m}^2 \times 0,544$	2x	24,8 minuten
Rapen 2 stuks tegelijk:	1x	26,0 minuten
Overig werk:	2x	60,0 minuten

Totaal:		123,8 minuten
Kosten:		f 61,90

48-24-24

(wijderzetten met vork-lopen-opruimen; rapen met vork-lopen-wijderzetten met vork-lopen-opruimen; rapen-lopen-opruimen)

Wijderzetten met wijderzetvork:	3x	39,0 minuten
Toeslag lopen: $20,8 \text{ m}^2 \times 0,544$	2x	24,8 minuten
Toeslag lopen: $41,7 \text{ m}^2 \times 0,544$	2x	45,4 minuten
Rapen 2 stuks tegelijk:	1x	26,0 minuten
Overig werk:	3x	90,0 minuten

Totaal:		225,2 minuten
Kosten:		f 112,60

48-24-12

(wijderzetten met vork-lopen-opruimen; rapen met vork-lopen-wijderzetten met vork-lopen-opruimen; rapen met vork-lopen-wijderzetten-lopen-opruimen; rapen-lopen-opruimen)

Wijderzetten met wijderzetvork:	4x	52,0 minuten
Toeslag lopen: $20,8 \text{ m}^2 \times 0,544$	2x	24,8 minuten
Toeslag lopen: $41,7 \text{ m}^2 \times 0,544$	2x	45,4 minuten
Toeslag lopen: $83,3 \text{ m}^2 \times 0,544$	2x	90,6 minuten
Rapen/wijderzetten 2 stuks:	2x	52,0 minuten
Overig werk:	4x	120,0 minuten

Totaal:		384,8 minuten
Kosten:		f 192,40

24-24-24

(wijderzetten met vork-lopen-opruimen; rapen-lopen-opruimen)

Wijderzetten met wijderzetvork:	1x	13,0 minuten
Toeslag lopen: 41,7 m ² x 0,544	2x	45,4 minuten
Rapen/wijderzetten 2 stuks:	1x	26,0 minuten
Overig werk:	2x	60,0 minuten

Totaal:		144,4 minuten
Kosten:		f 72,20

24-12-12

(wijderzetten met vork-lopen-opruimen; rapen met vork-lopen-wijderzetten-lopen-opruimen; rapen-lopen-opruimen)

Wijderzetten met wijderzetvork:	2x	26,0 minuten
Toeslag lopen: 41,7 m ² x 0,544	2x	45,4 minuten
Toeslag lopen: 83,3 m ² x 0,544	2x	90,6 minuten
Rapen/wijderzetten 2 stuks:	2x	52,0 minuten
Overig werk:	3x	90,0 minuten

Totaal:		304,0 minuten
Kosten:		f 152,00

24-12-6

(wijderzetten met vork-lopen-opruimen; rapen met vork-lopen-wijderzetten-lopen-opruimen; rapen-lopen-wijderzetten-lopen-opruimen; rapen-lopen-opruimen)

Wijderzetten met wijderzetvork:	2x	26,0 minuten
Toeslag lopen: 41,7 m ² x 0,544	2x	45,4 minuten
Toeslag lopen: 83,3 m ² x 0,544	2x	90,6 minuten
Toeslag lopen: 166,7 m ² x 0,544	2x	181,3 minuten
Rapen/wijderzetten 2 stuks:	4x	104,0 minuten
Overig werk:	4x	120,0 minuten

Totaal:		567,3 minuten
Kosten:		f 283,65

12-12-12

(wijderzetten-lopen-opruimen; rapen-lopen-opruimen)

Toeslag lopen: $83,3 \text{ m}^2 \times 0,544$	2x	90,6 minuten
Rapen/wijderzetten 2 stuks:	2x	52,0 minuten
Overig werk:	2x	60,0 minuten

Totaal:		202,6 minuten
Kosten:		f 101,30

12-6-6

(wijderzetten-lopen-opruimen; rapen-lopen-wijderzetten-lopen-opruimen; rapen-lopen-opruimen)

Toeslag lopen: $83,3 \text{ m}^2 \times 0,544$	2x	90,6 minuten
Toeslag lopen: $166,7 \text{ m}^2 \times 0,544$	2x	181,3 minuten
Rapen/wijderzetten 2 stuks:	4x	104,0 minuten
Overig werk:	3x	90,0 minuten

Totaal:		465,9 minuten
Kosten:		f 232,95

12-6-3

(wijderzetten-lopen-opruimen; rapen-lopen-wijderzetten-lopen-opruimen; rapen-lopen-wijderzetten-lopen-opruimen; rapen-lopen-opruimen)

Toeslag lopen: $83,3 \text{ m}^2 \times 0,544$	2x	90,6 minuten
Toeslag lopen: $166,7 \text{ m}^2 \times 0,544$	2x	181,3 minuten
Toeslag lopen: $333,3 \text{ m}^2 \times 0,544$	2x	362,7 minuten
Rapen/wijderzetten 2 stuks:	6x	156,0 minuten
Overig werk:	4x	120,0 minuten

Totaal:		910,6 minuten
Kosten:		f 455,30

Het cijfermatig vastleggen van de ontwikkeling

De visuele kwaliteit van het eindprodukt behoeft een vertaling naar gewassenmerken aan het einde, maar ook gedurende de teelt. Hierbij draait het om de (teeltkundige) vraag hoe het gewenste produkt 'in elkaar zit' in termen van aantal en plaats van zijscheuten, internodiuumlengte, aantal en grootte van de bladeren etc.

Doel

Doel was het cijfermatig vastleggen van de ontwikkeling van de *Ficus benjamina* 'Exotica' om zowel tijdens als aan het eind van de teelt de visuele kwaliteit van de *Ficus* te kunnen vertalen naar gewassenmerken.

Materiaal en methode

Voor de eerste proef is 11 januari 1991 (week 2) het stek gestoken. Er is zowel gebruik gemaakt van stek-van-stek als Franse weefselkweekstek, eerste pluksel (zie voor kenmerken tabel 31). Het stek-van-stek werd genomen uit het midden van de 'moerplant' en er werden alleen kopstekken gebruikt. De stekken werden gestoken in een stekplaat, gevuld met een stekmedium (zie deel 1B: 2.2.1). Na een bewortelingsperiode van ongeveer vier weken werden de stekken op 6 februari 1991 (week 6) opgepot in 21 cm ES-potten. Als potgrond werd Flush-grof (Ego, Aalsmeer) gebruikt, potgrond speciaal geschikt voor het eb/vloedsysteem. De volgende proeffactoren werden toegepast:

- aantal stekken per pot: 1 of 2
- herkomst van de stek: stek-van-stek of weefselkweek

De behandelingen zijn in duplo neergelegd over twee kassen. Per behandeling werden er 15 potten gebruikt. De potten werden in het begin ad random tegen elkaar aangeplaatst. Het wijderzettijdstip was afhankelijk van de bereikte LAI. Bij een LAI van ongeveer 3 werden de planten wijdergezet met een van tevoren gemaakte mal, zodat de planten evenveel ruimte tot hun beschikking hadden. De planten werden in verband neergezet in het schema 23-10-5 potten per m². Tijdens de teelt werden de stekken gestekt en bij elke 15 cm groei geringd.

In de kas werd de temperatuur dag en nacht constant gehouden op 20 °C. De relatieve luchtvochtigheid werd ingesteld op 60%. Schermen van het gewas heeft plaatsgevonden met een LS 16 schermdoek boven een instraling buiten van 700 W/m². Tijdens de proef werd er geen CO₂ gedoseerd. De watergift met behulp van een eb/vloedsysteem was afhankelijk van de behoefte van het gewas. In het begin van de proef driemaal per week 6 minuten, oplopend naar dagelijks 10 minuten. De voedingsoplossing had een EC van 2,0 (zie voor samenstelling van de voedingsoplossing paragraaf 2.2.1 van deel 1B). Het nemen van grondmonsters en monsters van de

voedingsoplossing werd regelmatig uitgevoerd om eventuele afwijkingen te registreren en bij te stellen. De eerste proef werd beëindigd 25 september 1991 (week 39).

Een herhaling van de ontwikkelingsproef in het seizoen heeft plaatsgevonden op 8 oktober 1991 (week 41). Deze proef werd op dezelfde wijze uitgevoerd als de eerste proef. De watergift met behulp van een eb/vloedsysteem werd ook in deze proef afhankelijk van de stand van het gewas gegeven. In het begin van de proef tweemaal per week 6 minuten, oplopen naar dagelijks 6 minuten. De proef werd beëindigd op 8 juli 1992 (week 28)

Tabel 31: Kenmerken van het stekmateriaal met bijbehorende standaardafwijking.

Kenmerken stekmateriaal		weefselkweek	stek van stek
Proef 1	Lengte (cm)	4.4 ± 0.5	11.9 ± 1.4
	# Blad op hoofdscheut	6.2 ± 1.2	5.1 ± 1.2
	# Zijscheuten	0.3 ± 0.6 *	1.2 ± 0.9
	Gewicht (g)	0.2 ± <0.1	1.9 ± 0.3
Proef 2	Lengte (cm)	5.9 ± 0.5	13.7 ± 2.0
	# Blad op hoofdscheut	4.9 ± 0.7	4.2 ± 0.8
	# Zijscheuten	0.9 ± 0.8 *	1.1 ± 0.9
	Gewicht (g)	0.4 ± 0.1	2.0 ± 0.5

* vele stekken hebben nog geen zijscheuten; de spreiding is dus erg groot.

Klimaatregistratie

Voor de registratie van het kasklimaat werd in beide proeven gebruik gemaakt van een Flucon meetbox. Deze meetbox is uitgerust met een pT-100 element voor de temperatuurmeting en een capacitatieve vochtmeting voor bepaling van de relatieve luchtvochtigheid. De laatste meting kent een afwijking van ongeveer +/- 3%. De meetbox is circa 40 cm boven het gewas opgehangen en is tevens de meetbox voor de klimaatregeling. Er werd per minuut gemeten, waarna er een uursgemiddelde op de VAX werd vastgelegd.

Waarnemingen

Er werden zowel waarnemingen aan het onbewortelde stek als aan het bewortelde stek gedaan. De defenitie voor een zijscheut is hier een uitgelopen okselknop, waaraan zich minimaal één blad bevindt. Een blad heeft een lengte van minimaal 2 cm en een breedte van minimaal 1 cm.

Proef 1 en 2

Waarnemingen onbeworteld stek

- Lengte tot het groeipunt (cm)
- Aantal bladeren
- Aantal zijscheuten
- Gewicht (g) (alleen voor de stek-van-stek, het gewicht van de weefselkweekstekken was moeilijk vast te stellen. Alle gewichten lagen rond de 0,2 g)

Waarnemingen beworteld stek

- Lengte van de hoofdscheut (cm)
- Aantal bladeren aan de hoofdscheut
- Aantal bladeren tot ongeveer een plantlengte van 60 cm
- Aantal eerstegraads zijscheuten
- Aantal tweedegraads zijscheuten
- Lengte van elke zijscheut (cm)
- Positie van elke zijscheut

De metingen werden éénmaal in de drie weken verricht.

Buiten de bovenstaande gemeten kenmerken worden ook de bladafsplittingsnelheid van de hoofdscheut als de zijscheuten berekend, evenals de plastochrons. Aan het einde van de proef werden de planten met beeldverwerking vastgelegd.

Proef 2

In deze proef werden er naast het non-destructief volgen van de teelt ook destructieve metingen verricht. Dit gaat om de volgende bepalingen:

- Bladoppervlak van bladeren aan de hoofdscheut, eerstegraads zijscheuten en tweedegraads zijscheuten (cm²)
- Droog- en versgewicht van de hoofdscheut, eerstegraads zijscheuten en tweede graads zijscheuten (g)
- Lengte eerste- en tweedegraads zijscheuten (cm)
- Van elk internodium op de hoofdscheut:
 - positie
 - lengte (cm)
 - diameter (mm)
 - drooggewicht (g)
 - versgewicht (g)
- Van elk blad op de hoofdscheut
 - positie
 - lengte (cm)
 - breedte (cm)
 - bladoppervlak (cm²)
 - drooggewicht (g)

- versgewicht (g)
- Van twee willekeurige zijscheuten:
 - internodium (zie voor metingen internodium hoofdscheut)
 - blad (zie voor metingen blad hoofdscheut)
 - positie van de zijscheut

Elke drie weken werden aan vier stekken destructieve metingen verricht tot een lengte van ongeveer 90 cm.

Tevens werd in de tweede proef de lichtonderschepping van het gewas bepaald voor het kunnen vaststellen van de extinctiecoëfficiënt (k-waarde). De lichtonderschepping werd bepaald met een lichtonderscheppingsmeter (merk Delta-T-Devices).

Statistische verwerking

Er zijn vele relaties gelegd tussen de verschillende gemeten kenmerken. Deze relaties zijn uiteindelijk getoetst met behulp van regressieanalyse.

Resultaten

Klimaatrealisatie

Voor proef 1 werd een gemiddelde temperatuur van 22,0 °C gerealiseerd met een relatieve luchtvochtigheid van 72 %. In de tweede proef werd een gemiddelde temperatuur gerealiseerd van 22,4 °C en een relatieve luchtvochtigheid van 68,3%.

Gewasontwikkeling

De resultaten van de ontwikkeling van de planten in deze proef zijn vermeld in deel 2 van dit verslag.

GLW-Notitie : WDB-94-03
 Van : W.J. de Boer, P.F.G. Vereijken (GLW-DLO)
 Aan : M. Dijkshoorn (PBN Aalsmeer)
 Betreft : Concept: Statistische analyses voor de internodiumlengte gegevens van Ficus
 Benjamina Exotica
 Datum : 29-06-1994
 Aantal pag. : 14

1 Inleiding

Eerder zijn over dit onderwerp een nota (geen nummer, 25-03-1994) en een notitie (PVE-94-01) geschreven.

Voor de ontwikkelingsproef werd in eerste instantie aangenomen dat de groeiomstandigheden optimaal waren. Op grond van de metingen voor de verschillende oogsttijdstippen werd een statische trapfunctie berekend door een gemengd model aan te passen aan de gemeten internodiumlengtes. In het model wordt internodiumpositie als vast effect beschouwd en worden de bijdragen voor oogsttijdstip en plant binnen oogsttijdstip random genomen, e_{ijk} is een normaal verdeelde toevalsbijdrage met verwachtingswaarde 0 en konstante variantie. Het gemengd model heeft de vorm:

$$\text{lengte(positie)} = \mu + \text{oogsttijdstip} + \text{plant}_{j(i)} + \text{positie}_k + e_{ijk} \quad (1)$$

Voor de temperatuurproef werd op vergelijkbare wijze een model aangepast door internodiumpositie als vast effect te beschouwen en bijdragen voor oogsttijdstip en kas (gestrengeld met temperatuur), de interactie tussen oogsttijdstip en kas, en plant binnen oogsttijdstip.kas random te nemen. De toevalsbijdrage e_{ijkl} is normaal verdeeld verondersteld met verwachtingswaarde 0 en konstante variantie. Het gemengd model heeft de vorm:

$$\text{lengte(positie)} = \mu + \text{oogsttijdstip} + \text{kas}_l + \text{oogsttijdstip.kas}_{il} + \text{plant}_{j(i)} + \text{positie}_k + e_{ijkl} \quad (2)$$

Wordt de proef herhaald dan wordt model (2) uitgebreid met vaste bijdragen voor proef en voor de interactie tussen proef en internodiumpositie. De bijbehorende fout is e_{ijklm} .

2 Data

Voor de ontwikkelingsproef zijn 10 oogsttijdstippen aanwezig, per oogsttijdstip werden 4 planten opgeknipt. De stek bestond uit 7 à 8 internodia, op het laatste oogsttijdstip werden 25 à 26 internodia geteld. Omdat de laatst gevormde internodia wellicht nog niet volgroeid waren, zijn voor elk tijdstip de gegevens van de laatste twee internodia niet meegenomen bij de analyse.

Bij de temperatuurproef werden twee proeven met 7 temperatuurbehandelingen (range 17(3)35 °C) uitgevoerd. Aanwezig waren 7 kassen met in elke kas een temperatuurbehandeling. Als gevolg van de proefopzet zijn eventuele systematische verschillen tussen kassen gestrengeld met temperatuurverschillen. Op 4 verschillende tijdstippen werden 4 planten per behandeling geoogst. Omdat op het eerste oogsttijdstip nog niet sprake was van een temperatuurbehandeling, (in feite werd het uitgangsmateriaal opgeknipt), werden de gegevens van deze planten niet in de analyse meegenomen.

3 Analyse

Ontwikkelingsproef

Met de Genstat directives

VCOMPONENTS [FIXED = positie] RANDOM = oogsttijdstip/plant
REML lengte

is het gemengde model (1) aan de data aangepast. Bij de analyse zijn de volgende schattingen voor de variantiecomponenten met standaardfout tussen haakjes verkregen:

oogsttijdstip	(σ_o^2)	0.0243 (0.0183)
oogsttijdstip.plant	(σ_p^2)	0.0327 (0.0154)
units	(σ_e^2)	0.3528 (0.0216)

De variantiecomponenten zijn significant. De schatting voor de residuele variantie, σ_e^2 , is groot, zowel t.o.v. zijn standaardfout als t.o.v. de schattingen voor σ_o^2 en σ_p^2 .

In figuur 1 zijn de schattingen voor internodiumlengte tegen posities op de plant uitgezet. Op basis van de berekende standaardfouten, se, voor positiegemiddelden is een benaderend 95%-betrouwbaarheidsinterval ($\bar{x} \pm 2*se$) op basis van Student's t-verdeling voor elke positie berekend. Strikt gesproken is niet sprake van een betrouwbaarheidsinterval, maar van een interval met een breedte van $4*se$. Figuur 1 laat zien dat na positie 10 en 20 een scherpe knik omlaag wordt gevonden. Het opnemen van random bijdragen voor oogsttijdstip en plant binnen oogsttijdstip heeft niet geresulteerd in een min of meer vloeiend verloop van de band rond de kurve. Het interval geeft aan dat, ook met heel veel goede wil, in deze groeikurve geen vloeiend verloop (d.w.z. monotoon stijgend uitlopend in een plateau) valt te herkennen. Juist het deel van de kurve dat optimale groei zou moeten vertonen (posities 8 t/m 24) bevat flinke onregelmatigheden.

De wijze waarop is waargenomen heeft geresulteerd in veel waarnemingen voor de posities 1 t/m 7. Dit zijn de internodia op het uitgangsmateriaal. Over de laatst gevormde internodia is de minste informatie aanwezig. De schattingen voor de posities 23, 24 en 25 bijvoorbeeld berusten slechts op 4 planten. In bijlage I zijn de schattingen voor posities weergegeven. Onder Unadj_L staan de rekenkundige gemiddelde lengtes per positie. Deze zijn vrijwel gelijk aan de schattingen voor de posities. Het maximale verschil blijft beperkt tot 0.12 cm voor positie 17.

Oogsttijdstip

Bij de ontwikkelingsproef hebben we te maken met omstandigheden die veranderen in de tijd: lichtkondities buiten de kas variëren, in de kas zelf wordt af en toe geschermd, naar het einde van de proef toe lopen de temperaturen licht op en er is een wijderzetschema toegepast. Het ligt voor de hand dat deze factoren invloed hebben op de lengte van de internodia. Echter, het is niet bekend wat de waarden van deze variabelen waren op het moment waarop een internodium ontstond en groeide. Gegevens betreffende deze variabelen ontbreken of zijn slechts globaal vastgesteld en een tijdas (het moment van ontstaan cq. groei van de internodia) ontbreekt. Omdat alleen oogsttijdstippen bekend zijn is slechts met grote onnauwkeurigheid een tijdas voor de internodia te reconstrueren. In het algemeen wordt de bijdrage van een factor als tijd random genomen. Het effect van tijd op de internodiumlengte kan gezien worden als het resultaat van dynamische omstandigheden op dat moment. Door het oogsttijdstip als random bijdrage te nemen, wordt enigzins met steeds wisselende omstandigheden rekening gehouden. De werkelijke betekenis van deze bijdrage is echter een 'opknijpeffect'. De argumentatie voor het veronderstellen van zo'n effect is, dat toch enige variabiliteit

in de data geïntroduceerd wordt door op verschillende tijdstippen op te knippen, . Denk alleen al aan de nauwkeurigheid in cm waarmee de lengte van internodia wordt vastgelegd. Per positiegemiddelde wordt de variantie als volgt berekend:

$$\begin{aligned}\text{var(positie gemiddelde)} &\sim 1/n_0 * (\sigma_o^2 + (\sigma_p^2 + \sigma_c^2)/n_p) \\ &= 1/n_0 * (0.024 + 0.386/4) \\ &= 1/n_0 * 0.012\end{aligned}$$

met n_p , het aantal planten per tijdstip, (= 4) en n_0 het aantal tijdstippen, per positie variërend van 1 t/m 10. De bijdrage van σ_o^2 aan de variantie bedraagt ongeveer 20%.

Plant

Planten dragen bij aan de totale variabiliteit. Denk hierbij aan de genetische achtergrond, het uitgangsmateriaal bij aanvang van de proef, plaats in de kas, concurrentie overwegingen, etc.

Opmerkingen

Door het aantal internodia te bepalen, dat ontstond tussen twee opeenvolgende oogsttijdstippen, kon globaal aan elk internodium een tijdstip worden toegekend. Het aantal internodia tussen twee oogsttijdstippen varieerde echter sterk, zodat voor geen enkel internodium met zekerheid was vast te stellen tot welk tijdstip het behoorde. Desondanks werd een analyse met als random bijdrage het tijdstip van ontstaan en groei uitgevoerd in de hoop op een meer glad gestreken curve. De analyse leidde tot negatieve schattingen voor de variantiecomponent en dus tot een niet zinvolle analyse.

De onderzoeker zal moeten aangeven wat het verloop is van de potentiële groeikurve, met name bij welke positie sprake zou moeten zijn van een (overgangsfase naar een) plateau. Figuur 1 geeft aanleiding om zowel vanaf positie 10 als positie 20 een plateau te veronderstellen, maar het is geen zins duidelijk of deze plateaus de werkelijke groei betreffen danwel artefakten zijn. Overigens kan een artefakt, bijvoorbeeld een stekeffect na internodium 8, de potentiële groei voor die situatie goed beschrijven. Opgemerkt moet worden dat het eerste deel van de curve, doordat meer waarnemingen aanwezig zijn, nauwkeuriger bepaald is dan het laatste deel. Dit wordt weergegeven door de grootte van het benaderend interval.

Temperatuurproef

Met de Genstat directives

```
VCOMPONENTS [FIXED = proef*positie] RANDOM = (oogsttijdstip+kas)/plant
REML lengte
```

is het gemengde model (2) aan de data aangepast. Bij de analyse zijn de volgende schattingen voor de variantiecomponenten met standaardfout tussen haakjes verkregen:

oogsttijdstip	(σ_o^2)	0.0243	0.0190
kas	(σ_k^2)	0.0058	0.0051
oogsttijdstip.kas.plant	(σ_p^2)	0.0454	0.0081
units	(σ_c^2)	0.2837	0.0098

De variantiecomponent voor kas, σ_k^2 , lijkt niet significant. Ook hier is de restvariantie, σ_c^2 , groot, zowel t.o.v. zijn standaardfout als de schattingen voor overige variantiecomponenten. Dit is in feite

een maat voor de interactie tussen planten en posities, c.q. voor de variatie van de positie-effecten van de planten. De interactie tussen oogsttijdstip en kas bleek niet significant en is in een eerder stadium uit het model weggelaten.

In bijlage II zijn schattingen voor vaste effecten gegeven. De Wald-statistic voor de proef,positie interactie was 31.0 en significant bij toetsen met een Chikwadraat-verdeling bij 16 vrijheidsgraden. De verschillen zijn echter klein. Er kon niet aangetoond worden dat de gemiddelde internodiumlengte bij de twee proeven verschilde (LSD = 0.28). In figuur 2 zijn de schattingen voor gemiddelde internodiumlengte tegen posities uitgezet.

Oogsttijdstip, plant

Voor het opnemen van oogsttijdstip en plant binnen oogsttijdstip.kas gelden dezelfde overwegingen als bij de ontwikkelingsproef. In bijlage II zijn de voorspellingen voor het oogsttijdstip, dit zijn de voorspelde internodiumlengtes gemiddeld over alle posities en proeven, weergegeven. De voorspellingen voor planten zijn weggelaten

Kas

Elke kas wordt gekarakteriseerd door de waarde van de ingestelde temperatuur. Zoals eerder aangegeven zijn systematische verschillen tussen kassen gestrengeld met temperatuurverschillen. Het is inderdaad moeilijk voor te stellen dat temperatuur de enige variatiebron is. Uit onderzoek is bekend dat kassen onderling sterk verschillen, afhankelijk van de ligging t.o.v. elkaar en de omgeving, maar ook dat de variatie binnen kassen aanzienlijk kan zijn. Gekozen is voor een random bijdrage voor kassen om zo onvoorziene aspecten als gevolg van de proefopzet tot uitdrukking te laten komen. De hier gekozen weergave d.m.v. 'kassen' i.p.v. 'temperatuur' sluit bovendien beter aan bij wat men in het algemeen onder een random effect verstaat. De variantiecomponent voor kas is 0.0058 met standaardfout 0.0051 en lijkt niet significant. Het aandeel van deze variantiecomponent in de variantie van een positiegemiddelde is ongeveer 12% zoals blijkt uit de volgende berekening:

$$\begin{aligned} \text{var(positie gemiddelde)} &\sim \sigma_o^2/n_o + \sigma_k^2/n_k + (\sigma_p^2 + \sigma_e^2)/n_p n_k n_o \\ &= 0.0243/6 + 0.0058/7 + (0.0454 + 0.2837)/4*7*6 \\ &= 0.004 + 0.0008 + 0.002 \\ &= 0.007 \end{aligned}$$

Verskillende instelwaarden van de temperatuur hebben weinig variatie in de gemiddelde internodiumlengte als gevolg. De voorspellingen voor kassen in bijlage II ondersteunen dit. Zij liggen tussen 2.35 en 2.54 cm in, hetgeen voor planten met 20 internodia op een maximaal verschil van ongeveer 4 cm neerkomt. Daarnaast lijkt er geen/weinig systematiek in de voorspelde lengte te zijn.

In figuur 3 zijn per temperatuur de rekenkundig gemiddelde internodiumlengtes tegen posities uitgezet. De laatste twee internodia van elke plant zijn weggelaten. Opvallend is dat voor temperaturen 26 ... 35 bij de hogere posities de internodiumlengte daalt.

De relatieve luchtvochtigheid bij 35 °C was veel lager dan bij de overige temperaturen. Beïnvloeding op de internodiumlengte kan in eerste instantie niet uitgesloten worden. Daarom zijn de gegevens opnieuw geanalyseerd, waarbij de waarnemingen behorend bij de temperatuurbehandeling van 35 °C zijn weggelaten. De analyse op de gegevens zonder de metingen bij 35 °C leverde echter geen andere konklusies op.

Opmerkingen

Bij de temperatuurproef werd op 3 tijdstippen geoogst. Deze opzet levert voor de eerste posities op de plant de meeste waarnemingen op. Daarnaast varieerde het aantal internodia voor de verschillende temperatuurbehandelingen aan het eind van de proef tussen de 12 en 18, zie figuur 3. Gevolg van deze werkwijze is dat voor sommige temperatuurbehandelingen weinig informatie aanwezig is. Dit kan voorkomen worden door alle planten op het laatste tijdstip te oogsten. Als oogstkriterium geldt dan een minimum aantal internodia per plant of een bepaalde minimum plantlengte.

Konklusies

De gegevens van de temperatuurproef reiken ongeveer tot het eerste plateau van de ontwikkelingsproef. Deze plateaus liggen ongeveer op hetzelfde nivo, rond de 3 cm. Het plateau van de wijderzetproef ligt voor deze posities ligt ongeveer 1 cm hoger, rond de 4 cm. De ontwikkelingskurve stijgt na positie 18 door tot bijna 6 cm. Daarna wordt een daling gevonden. De gegevens van de temperatuurproef en wijderzetproef voor de posities 18 en hoger ontbreken. Het is daarom onduidelijk of het beeld dat de ontwikkelingskurve laat zien, ook zou gelden voor de temperatuurproef en wijderzetproef. Omdat de ontwikkelingskurve optimale groei representeert, moet een verklaring, voor zover mogelijk, gezocht worden voor de knikken bij posities 10 en 20. Op grond van de analyses zijn geen uitspraken mogelijk of het hier artefakten of invloeden van bijvoorbeeld lichtintensiteit betreft.

Bijlage I

***** REML Variance Components Analysis *****

Response Variate : Lengte

Random model : Tijdstip+Tijdstip.Plant
 Fixed model : Constant+Positie

*** Estimated Variance Components ***

Random term	Component	S.e.
Tijdstip	0.0243	0.0183
Tijdstip.Plant	0.0327	0.0154
units	0.3528	0.0216

*** Approximate stratum variances ***

		Effective d.f.
Tijdstip	2.0013	3.98
Tijdstip.Plant	0.8537	29.43
units	0.3528	531.59

* Matrix of coefficients of components for each stratum *

	Tijdstip	Tijdstip.Plant	*units*
Tijdstip	52.79	13.21	1.00
Tijdstip.Plant	0.00	14.55	1.00
units	0.00	0.00	1.00

*** Wald tests for fixed effects ***

Fixed term	Wald statistic	d.f.
Positie	1952.9	23

* All Wald statistics are calculated ignoring terms fitted later in the model

*** Table of predicted means for Constant ***

1
3.175

Table has only one entry: standard error 0.1093

*** Table of predicted means for Positie ***

Positie	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.731	1.119	1.075	1.294	1.675	2.062	2.512	2.781	3.108	
3.178	2.841	2.588	2.690	3.054	3.544	3.616	3.670	4.326	
5.181	5.370	5.807	5.224	4.699	4.044				

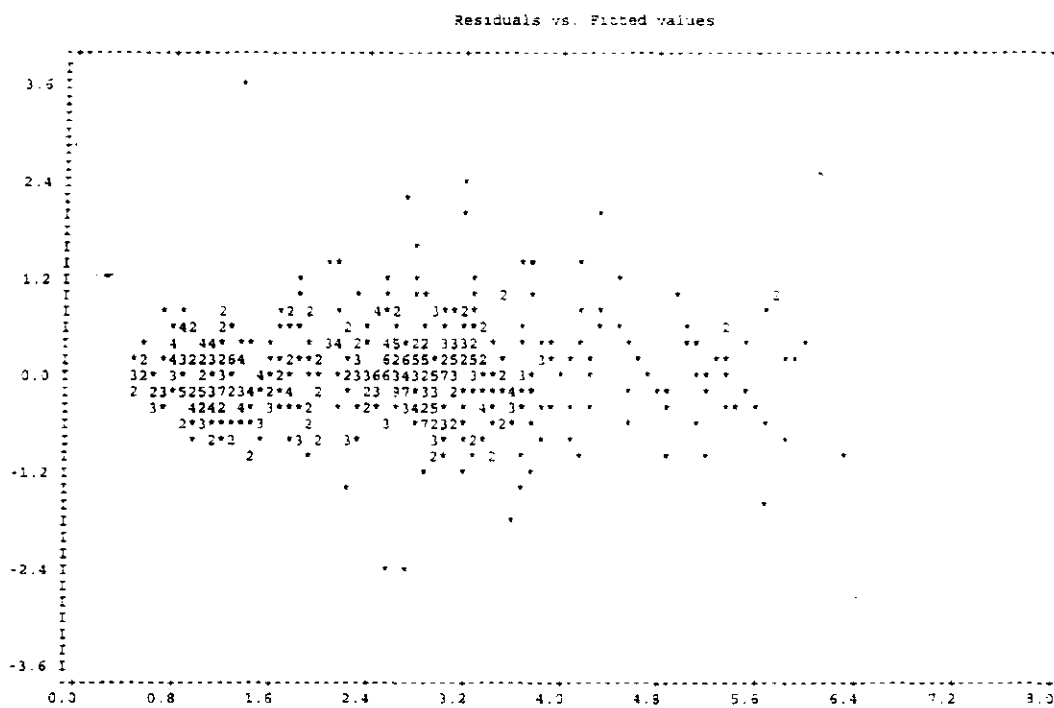
Standard error of differences: Average 0.2204
 Maximum 0.4547
 Minimum 0.1328

Average variance of differences: 0.05444

nr	Positie	Unadj_L	se
1	0.731	0.731	0.1093
2	1.119	1.119	0.1093
3	1.075	1.075	0.1093
4	1.294	1.294	0.1093
5	1.675	1.675	0.1093

6	2.062	2.063	0.1093
7	2.512	2.512	0.1093
8	2.781	2.781	0.1093
9	3.108	3.118	0.1140
10	3.178	3.191	0.1167
11	2.841	2.867	0.1197
12	2.588	2.621	0.1246
13	2.690	2.761	0.1403
14	3.054	3.125	0.1403
15	3.544	3.618	0.1495
16	3.616	3.694	0.1531
17	3.670	3.786	0.1713
18	4.326	4.409	0.1912
19	5.181	5.218	0.2218
20	5.370	5.406	0.2218
21	5.807	5.844	0.2218
22	5.224	5.292	0.2538
23	4.699	4.750	0.3079
24	4.044	4.167	0.3541

61 VPLOT



Bijlage II

***** REML Variance Components Analysis *****

Response Variate : Lengte

Random model : Tijd+Kas+Tijd.Kas.Plant
 Fixed model : Constant+Proef+Pos+Proef.Pos

*** Estimated Variance Components ***

Random term	Component	S.e.
Tijd	0.0243	0.0190
Kas	0.0058	0.0051
Tijd.Kas.Plant	0.0454	0.0081
units	0.2837	0.0098

*** Approximate stratum variances ***

		Effective d.f.
Tijd	7.7033	4.00
Kas	2.2989	5.00
Tijd.Kas.Plant	0.7856	154.93
units	0.2837	1692.08

* Matrix of coefficients of components for each stratum *

	Tijd	Kas	Tijd.Kas.Plant	*units*
Tijd	286.94	0.01	10.27	1.00
Kas	0.00	260.42	10.91	1.00
Tijd.Kas.Plant	0.00	0.00	11.05	1.00
units	0.00	0.00	0.00	1.00

*** Table of predicted means for Constant ***

1
2.467

Table has only one entry: standard error 0.1133

*** Table of predicted means for Proef ***

Proef 1 2
 2.412 2.522

Standard error of differences: 0.1403

*** Table of predicted means for Pos ***

Pos	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1.042	1.107	1.232	1.428	1.780	2.275	2.570	2.764	2.903
	10	11	12	13	14	15	16	17	
	3.027	3.043	3.061	3.008	3.151	2.943	3.559	3.050	

Standard error of differences: Average 0.1177
 Maximum 0.3129
 Minimum 0.05811

Average variance of differences: 0.01864

*** Table of predicted means for Proef.Pos ***

Pos	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proef									
1	1.051	1.122	1.250	1.324	1.704	2.223	2.601	2.845	2.963
2	1.033	1.091	1.214	1.531	1.855	2.327	2.539	2.683	2.843

Pos	10	11	12	13	14	15	16	17
Proef								
1	3.028	2.983	3.009	2.865	3.032	3.143	3.193	2.674
2	3.026	3.104	3.112	3.152	3.269	2.743	3.926	3.426

Standard error of differences: Average 0.1913
 Maximum 0.5326
 Minimum 0.08218

Average variance of differences: 0.04628

Standard error of differences for same level of factor:

	Proef	Pos
Average	0.1635	0.2111
Maximum	0.5326	0.4904
Minimum	0.08218	0.1549
Average variance of differences:		
	0.03726	0.05475

*** Table of predicted means for Tijd ***

Tijd	222	243	264	250	271	292
	2.398	2.459	2.545	2.241	2.553	2.607

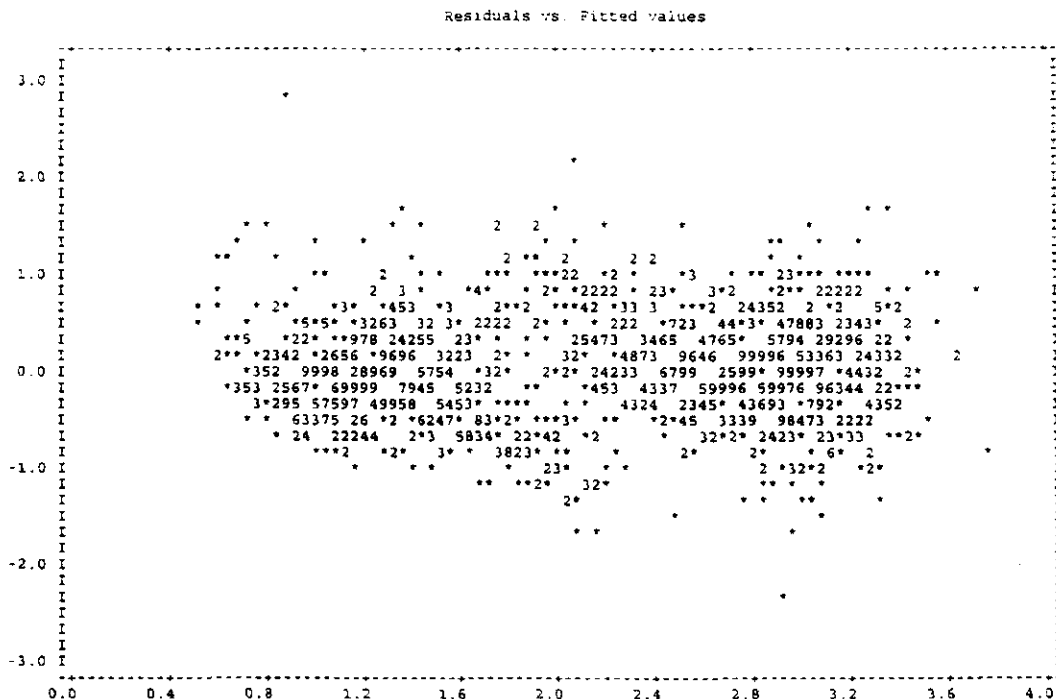
*** Table of predicted means for Kas ***

Kas	17	20	23	26	29	32	35
	2.483	2.533	2.481	2.538	2.349	2.457	2.429

*** Wald Tests ***

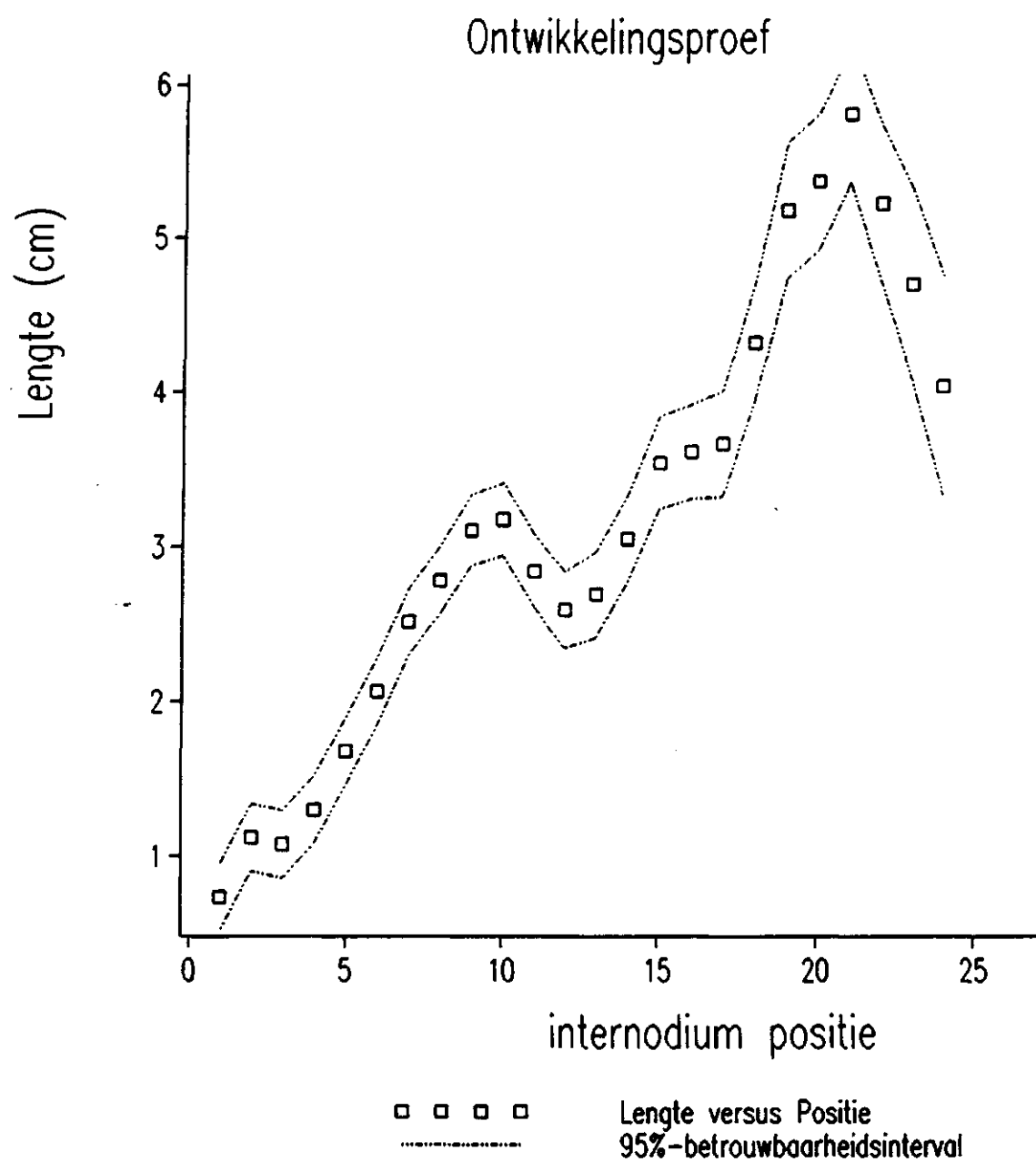
CHIsq. df. Prob. Proef. Positie
 31.041 16 0.013

146 VPLLOT fitted

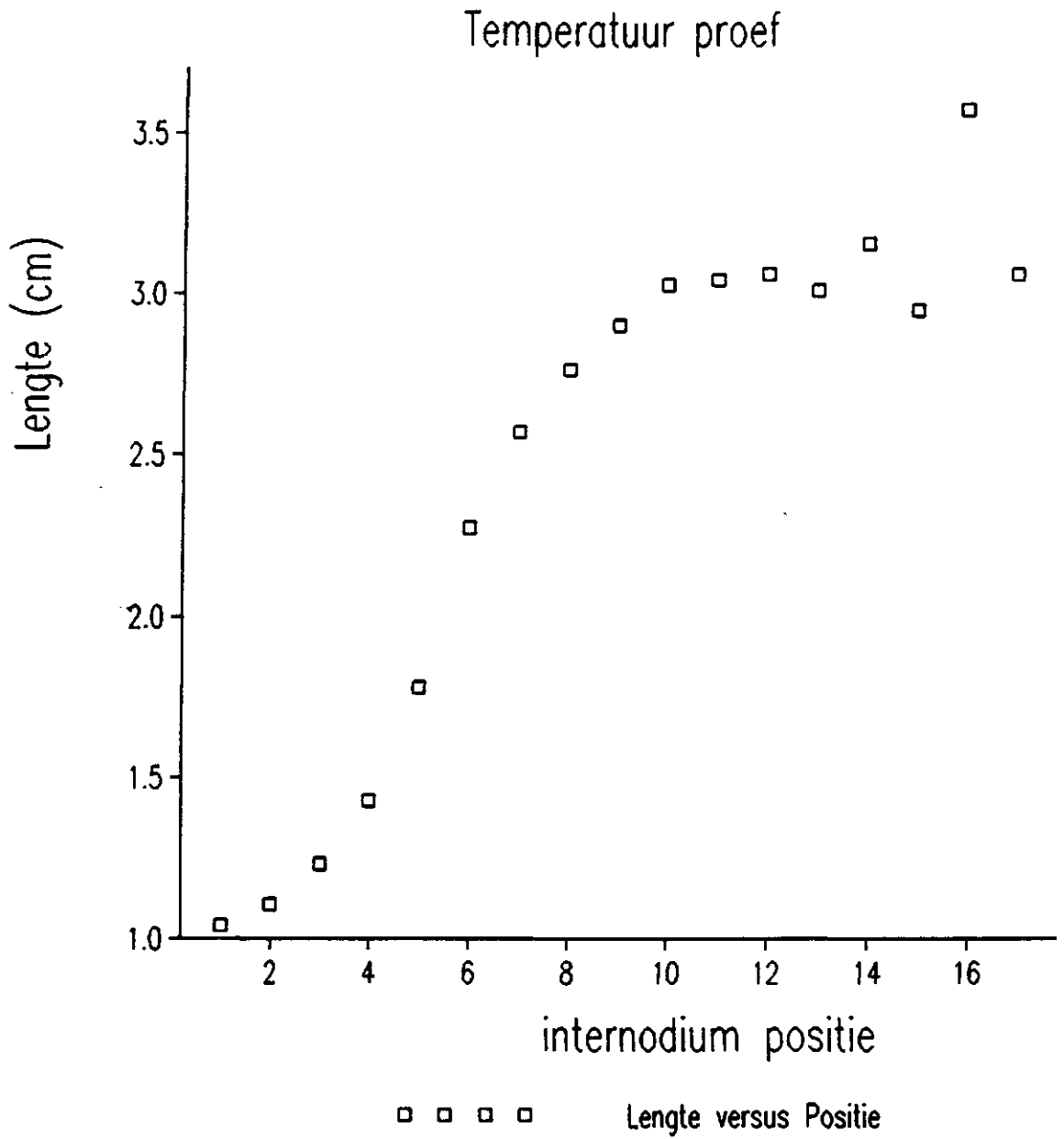


pos	Intrnodv
1	1.04
2	1.11
3	1.23
4	1.43
5	1.78
6	2.28
7	2.57
8	2.76
9	2.90
10	3.03
11	3.04
12	3.06
13	3.01
14	3.15
15	2.94
16	3.56
17	3.05

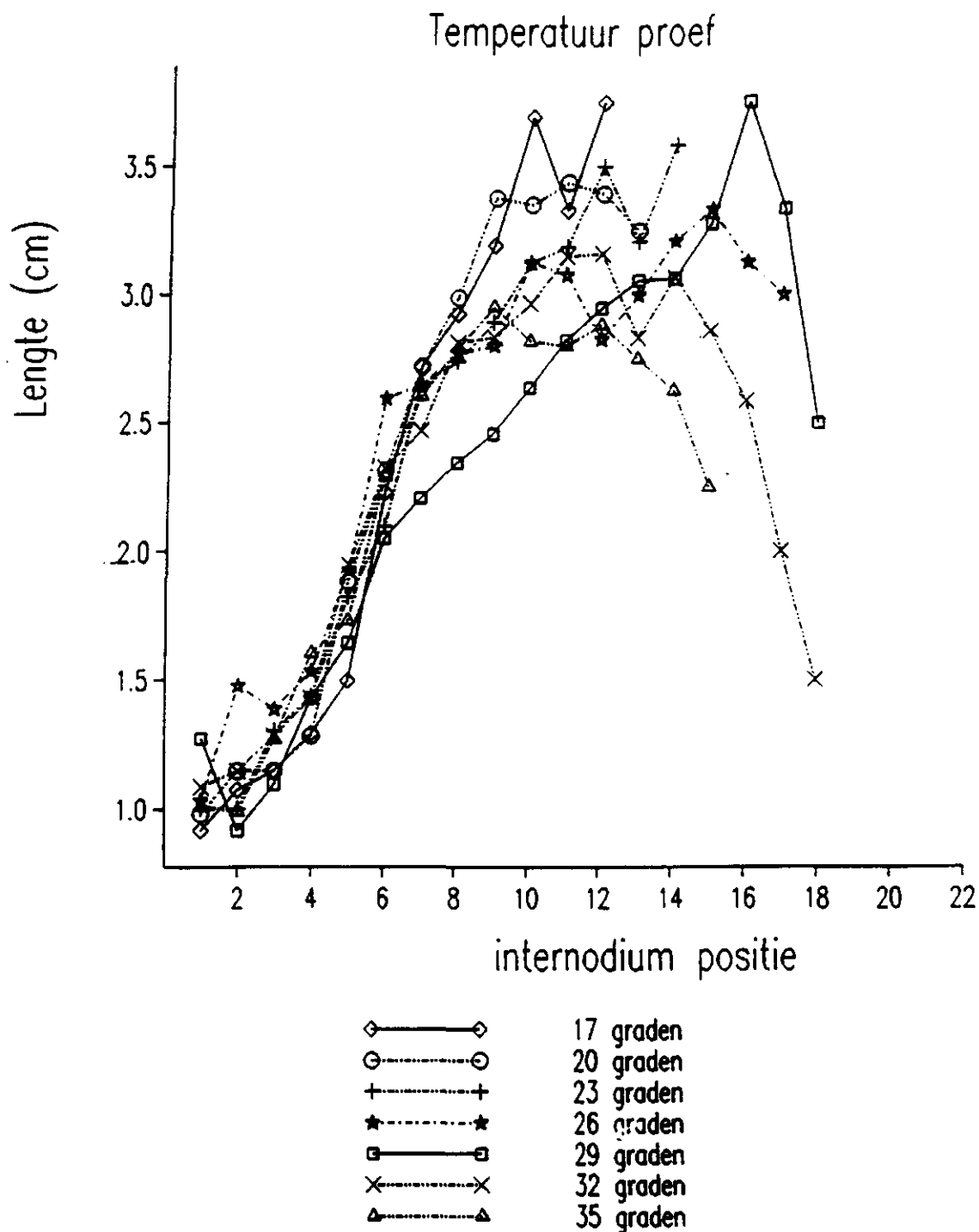
Figuur 1



Figuur 2



Figuur 3: Rekenkundige gemiddelde internodiuumlengte per temperatuur met correctie voor de laatste twee internodia



Figuur 4: Internodiuumlengte versus positie voor de Ontwikkelingsproef, Temperatuurproef en Wijderzetproef

