Dit proefschrift met stellingen van
FRIEDRICH WILHELM OSTENDORF,
landbouwkundig ingenieur, geboren te Amsterdam,
den 8sten Maart 1903, is goedgekeurd door den
promotor:
J. E. van der Stok, hoogleeraar in den Tropischen
Landbouw.

De Rector-Magnificus der Landbouwhoogeschool,
H. K. H. A. MAYER GMELIN.

Wageningen, 11 April 1933.

DE GROEI VAN JONGE HEVEA-OCULATIES

WITH SUMMARY:
THE GROWTH OF YOUNG HEVEA BUDDINGS

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN
DOCTOR IN DE LANDBOUWKUNDE
OP GEZAG VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS
IR H. K. H. A. MAYER GMELIN, HOOGLEERAAR
IN DE LANDBOUWPLANTENTEELT, TE VERDEDIGEN VOOR EEN DAARTOE BENOEMDE
COMMISSIE UIT DEN SENAAT DER LANDBOUWHOOGESCHOOL OP VRIJDAG 5 MEI 1933 TE 15 UUR

DOOR

FRIEDRICH WILHELM OSTENDORF

H. VEENMAN & ZONEN — WAGENINGEN — 1933

De Indische verlofganger, die in den beperkten tijd van zijn verblijf in Europa wenscht te promoveeren, vormt een eenigszins lastig element voor zijn Hoogeschool. Des te meer heb ik het dan ook op prijs gesteld, dat gij, Hooggeleerde VAN DER STOK, U dadelijk bereid verklaardet om als mijn Promotor op te treden, en mij werkgelegenheid in Uw laboratorium aanboodt. Gaarne zeg ik U hiervoor op deze plaats dank.

U, Hooggeleerde REINDERS, dank ik voor Uw groote bereidwilligheid om mijn manuscript te willen doorlezen en het, waar ik mij op botanisch terrein moest begeven, van Uw zeer gewaardeerde opmerkingen te voorzien.

Hooggeleerde O. DE VRIES, het is mij een groot genoegen hierbij het belangrijke aandeel te kunnen memoreeren, dat gij aan het tot stand komen van dit proefschrift hebt gehad. Dat ik de eerste jaren van mijn verblijf in Indië onder Uw leiding en in nauw contact met U heb mogen werken, gevoel ik als een groot voorrecht. Een betere leerschool in het verrichten van wetenschappelijken arbeid ten behoeve van de praktijk had ik niet kunnen doorloopen. De eerste proeven, waarvan de resultaten in dit boekje zijn vermeld, werden nog tijdens Uw directoraat van het Proefstation voor Rubber opgezet; met dankbaarheid gedenk ik Uw belangstelling voor en medewerking aan dit onderzoek.

Een woord van dank voor hun medewerking aan het tot stand komen van deze publicatie zij hier voorts gericht tot de Heeren Dr DEUSS en Dr Ir HOEDT, Directeuren van het Proefstation West-Java; voor het voortzetten van eenige mijner bij mijn vertrek nog niet afgesloten proeven tot mijn collega Ir VOLLEMA; en vooral ook tot den Heer HAARING, proefveldassistent aan het Proefstation West-Java, voor zijn uitstekende verzorging der proeven en onze prettige samenwerking.

Tenslotte wensch ik hier van de velen, die mij in Wageningen behulpzaam zijn geweest bij het samenstellen van mijn proefschrift, in het bijzonder te bedanken Mej. Dr DE BRUYN, voor de verleende hulp bij het opstellen van het Engelsche uittreksel; en Dr Ir OSSEWAARDE, van wie ik goeden raad op velerlei gebied mocht ontvangen.

INHOUD.

HOOFDSTUK I - INLEIDING.

pag.

§ 1. Doel en opzet van het onderzoek 2
§ 2. Beschrijving der proeven 3

HOOFDSTUK II - HET UITLOOPEN.

§ 3. Algemeene beschouwingen over het uitloopen van *Hevea*-oculaties 9
§ 4. De uitlooptijd als functie van de kloon 11
§ 5. De uitlooptijd als functie van den onderstam 20
a. De dikte van den onderstam 20
b. De wijze van behandelen van den onderstam 23
§ 6. Verwantschap en vergroeiing 25
§ 7. De richting van den jongen uitlooper..... 27

HOOFDSTUK III - LENGTEGROEI EN BLADONTWIKKELING.

§ 8. De periodieke groei van jonge *Hevea* 28
§ 9. De lengtegroei als functie van de kloon 37
§ 10. Het verband tusschen de lengte der pajoengs en den duur van groei- en rustperioden 47
§ 11. Internodiënlengte en bladgrootte 52
§ 12. Aantal bladeren en bladoppervlak 57
§ 13. De lengtegroei als functie van den onderstam 64
a. De dikte van den onderstam 64
b. De behandeling van den onderstam 70
§ 14. De invloed van verwantschap en vergroeiing op den lengtegroei 71
§ 15. De periodiciteit in den lengtegroei en de waarde der oogen..... 76
§ 16. Samenvattende beschouwingen 80

SUMMARY: The Growth of Young Hevea Buddings..... 87
LITERATUUR 93

HOOFDSTUK I - INLEIDING.

§ 1. Doel en opzet van het onderzoek.

De serie waarnemingen en berekeningen, waarvan de uitkomsten in de volgende hoofdstukken van deze publicatie zullen worden vermeld, vindt zijn oorsprong in het onderzoek omtrent identificatiekenmerken van *Hevea*klonen, waarmede schrijver dezes sinds 1927 bezig was. Als eerste resultaat van het toen ingestelde onderzoek kon reeds in het begin van 1928 een systematische lijst van voor de identificatie bruikbare kenmerken worden opgesteld. Aan de hand van dat schema werden in 1928 de belangrijkste klonen beschreven, terwijl de lijst zijn bruikbaarheid voor de praktijk verder bewees ter gelegenheid van den cursus voor practici in het identificeeren van *Hevea*klonen, welke aan het Proefstation voor Rubber te Buitenzorg voor het eerst in November 1928 gehouden werd.

Het bedoelde schema is afgedrukt in „De Bergcultures" III (1928–'29), pag. 523–524. Een vrij groot aantal van de hierin opgenomen kenmerken bezitten evenwel het nadeel, dat zij min of meer direct afhankelijk zijn van de groeisnelheid der planten. Hierdoor vertoonen zij bij onder eenigszins uiteenloopende omstandigheden gegroeide exemplaren van dezelfde kloon een belangrijke variatie, waardoor de onderlinge verschillen tusschen de klonen onduidelijk kunnen worden, en eenigszins abnormaal ontwikkelde individuen — althans voor den niet zeer geroutineerden waarnemer — vaak vrijwel onherkenbaar blijken. Bovendien wordt door deze groote variabiliteit der kenmerken een zoodanige beschrijving der klonen, dat men deze uit de beschrijving alleen zou kunnen herkennen, ten zeerste bemoeilijkt. Het lag dan ook voor de hand, dat in de eerste plaats verder werd gezocht naar van de ontwikkeling der planten min of meer onafhankelijke kenmerken, die een geringe variatiebreedte zouden vertoonen. Helaas is men in die richting tot dusver weinig gevorderd, zooals blijkt uit een vergelijking van het beschrijvingsschema van 1928 met de in de publicatie van Frey, Heusser en Ostendorf (1932) besproken kenmerken.

Daarnaast hebben wij echter een anderen weg ingeslagen en getracht, de waarde der aan den groei gebonden kenmerken te verhoogen door dezen samenhang nader na te gaan en aldus een beter inzicht te verkrijgen in de variabiliteit van de bedoelde kenmerken. Met dit doel voor oogen werd in onzen Proeftuin „Tjiomas" in de jaren 1930–'32 de reeks proeven opgezet, welke hierachter met de letters A t/m H zullen worden aangeduid.

Van het begin af werd echter de doelstelling dezer proeven eenigszins uitgebreid, daar bleek, dat zij wellicht ook tot de oplossing van eenige andere problemen zouden kunnen bijdragen. In de eerste plaats dient in

dit verband het vraagstuk van de selectie op vegetatieve eigenschappen te worden genoemd. Tot dusver werd positieve selectie bij *Hevea* weliswaar nog slechts bijna uitsluitend verricht op grond van de productiviteit (OSTENDORF en RAMAER 1930); doch het valt te voorzien, dat binnen niet te langen tijd ook andere (vegetatieve) eigenschappen, en in het bijzonder met de groeisnelheid samenhangende factoren, daarbij een rol van beteekenis zullen gaan spelen. Uit dit oogpunt was het dus van belang, door nadere bestudeering van de ontwikkeling der oculaties een dieper inzicht te krijgen in bepaalde eigenschappen van het selectiemateriaal, vooral ten einde uit te maken, welke van de onderzochte eigenschappen en kenmerken als selectiemomenten in aanmerking kunnen komen.

Deze tweede doelstelling is bij ons onderzoek gaande weg meer en meer op den voorgrond getreden. Zij maakte het verder wenschelijk, om, behalve de gegevens der bovengenoemde proeven ook een aantal cijfers van verschillende permanente proeven bij het onderzoek te betrekken. Deze laatste gegevens werden echter uit den aard der zaak min of meer incidenteel verkregen uit proeven, welke met een ander doel waren opgezet, en zijn dus als basis vaak niet onberispelijk. Aan den anderen kant evenwel vergrooten zij het beschikbare cijfermateriaal zoodanig, dat de conclusies ten slotte beter gefundeerd mogen heeten dan bij weglating van deze gegevens het geval zou zijn geweest.

Als derde gebied, waarop de resultaten van het onderzoek getoond hebben, eenig licht te kunnen werpen, zij hier het vraagstuk van de oculeertechniek genoemd. De moeilijkheden, welke men met de slechte slaging van sommige klonen in vele gevallen ondervond, hebben daardoor een gedeeltelijke verklaring gevonden, terwijl ook op eenige andere kwesties in den loop van onze verhandeling zal worden gewezen.

§ 2. **Beschrijving der proeven.**

In deze paragraaf geven wij een korte beschrijving van den opzet der proeven, waarvan in de volgende hoofdstukken eenige resultaten zullen worden weergegeven. Wij hebben daarbij de permanente proeven in Proeftuin Tjiomas aangeduid met den naam, waaronder zij bij het Proefstation West-Java te Buitenzorg bekend staan. De tijdelijke proeven worden met hoofdletters aangeduid.

Proef A werd oorspronkelijk mede opgezet als demonstratietuin ten behoeve van den in 1930 gehouden cursus in het identificeeren van *Hevea*-klonen. Hiertoe werden oculaties der 18 (toenmaals) belangrijkste klonen bijeengebracht. De plantgaten vormden rijen met afwisselend 2 en 1 m tusschenruimte; in de rij bedroeg de afstand 1 m. De oculaties van iedere kloon — volgens het plan 30 stuks — werden als één groep bij elkaar geplant op twee rijen van 1 m onderlingen afstand; in elke rij dus 15 stuks.

Tusschen elke twee klonen bleef als afscheiding een stel plantgaten open.

Voor het oculeeren stonden ter beschikking overjarige onderstammen, gekweekt van zaad uit den achtertuin van het Centraal Rubberstation. In November–December 1929 werden per kloon 25 oculaties gemaakt; de slaging viel echter niet mede. In de eerste maanden van 1930 werden voor aanvulling opnieuw oculaties gemaakt, deels op overjarige onderstammen uit Tjiomaszaad, deels op éénjarige onderstammen uit zaad van de onderneming Kaoem Pandak. De oculaties werden geplant naarmate zij den daarvoor als minimum aangenomen termijn na het oculeeren voltooid hadden, hetgeen er in verband met het boven gezegde toe leidde, dat de proef eerst in 5 tempi (vrijwel) gecompleteerd kon worden; van een enkele kloon werd het aantal van 30 oculaties in het geheel niet bereikt wegens gebrek aan entrijs.

De op eenzelfden datum geplante oculaties worden als één groep aangeduid. Wij moeten dus voor onze berekeningen 5 groepen onderscheiden, waarvan het volgende tabelletje een overzicht geeft:

Groep	Ocs. gemaakt	afgezaagd	geplant
1	Nov.–Dec. '29	15 Febr. '30	18/19 Febr. '30
2	Febr.–Mrt. '30	2 April '30	3 April '30
3	Maart '30	23 April '30	24 April '30
4	Maart '30	28 April '30	28 April '30
5	Maart '30	2 Mei '30	2 Mei '30

Met „AV 35 groep 3" worden nu bijv. bedoeld die oculaties van kloon AV 35, welke op 24 April 1930 in den grond kwamen. Voor de berekeningen werd als plantdatum van groep 1 aangenomen 18 Februari 1930.

Proef B omvatte twee dubbele rijen plantplaatsen in hetzelfde verband als dat van de vorige proef, welke op 26 Februari 1930 beplant werden met 146 driejarige stumps van 1¼ m lengte, gekweekt uit zaad van moederboom PR 173. Het doel van de proef was, de ontwikkeling na te gaan van oculaties, welke onder daarvoor zeer gunstige omstandigheden verkeerden. Hiertoe hebben wij de stumps eerst ongehinderd laten groeien; zij vormden een zeer krachtigen uitlooper. Op 29–30 December 1930 werd de eerste rij geoculeerd met kloon Tjir I, de tweede met BD 10. De stammen, waarop minstens één der 2 gelijktijdig gezette oogen geslaagd bleek, werden op 3 Februari 1931 afgezaagd, terwijl de niet geslaagde exemplaren resp. op 3 en 5 Februari nogmaals werden geoculeerd. Tevens werden toen (namelijk op 4 Februari) ook de twee overblijvende rijen stumps geoculeerd met Tjir I. Wat van de op 3–5 Februari gezette oculaties aansloeg werd op 13 Maart afgezaagd, terwijl alle planten, waarop de oculatie mislukt was, gerooid werden.

Proef C had ten doel, de ontwikkeling na te gaan van oculaties eener zelfde kloon bij verschillende behandeling van het wortelstelsel van den onderstam. Hiertoe werden op 24–26 Januari 1931 oculaties van kloon AV 50 gezet op éénjarige willekeurige onderstammen. De geslaagde exemplaren werden op 19 Maart afgezaagd op de gewòne wijze. Van de 81 stuks lieten wij er nu 20 eenvoudig staan om ter plaatse uit te loopen, dus zonder eenige beschadiging van het wortelstelsel (serie a). De overige planten werden uitgegraven en den volgenden dag met tot 50 cm ingekorten hoofdwortel (dus op de normale manier)wederom geplant. Deze tweede categorie werd echter nog weer in tweeën gesplitst, doordat bij 30 exemplaren (serie b) de zijwortels zooveel mogelijk intact werden gelaten, terwijl bij de resteerende 31 stuks (serie c) alle zijwortels werden verwijderd.

Proef D is geheel op dezelfde wijze ingericht als de voorafgaande, doch met kloon Ct 88 als proefobject. De oculaties werden op 27–29 Januari 1931 gemaakt en op 19 Maart afgezaagd, terwijl de groepen b en c den daaropvolgenden dag wederom werden geplant. De drie series telden bij het planten resp. 27, 31 en 30 oculaties.

Proef E sluit in opzet bij de twee vorige proeven aan. De oculaties werden gemaakt op 2 Februari 1931 met „entrijs" van een uitlooper der zaailingstumps van proef B, welke als z.g. lampewisscher was gegroeid. De kloon werd ingeschreven als TMS 616; de oculaties werden alle op 19 Maart afgezaagd. Een 20-tal oculaties lieten wij uitloopen zonder ze over te planten (serie a), terwijl 6 stuks na het afzagen gerooid en den volgenden dag mèt zijwortels wederom op dezelfde plaats geplant werden (serie b).

Proef F was op gelijke wijze opgezet als proef E; het entrijs was afkomstig van een anderen lampewisscher uit proef B. De oculaties, welke het kloonnummer TMS 615 ontvingen, werden gezet op 3 Februari 1931 en afgezaagd op 19 Maart. Overigens werd deze proef geheel als de vorige behandeld; beide series (a en b) telden hier echter 20 oculaties.

Proef G kan, evenals de volgende proef, gelden als tegenhanger van de, nog te beschrijven, een jaar oudere permanente oculatieproef BH III; de proef werd nl. opgezet om uitloop, groei enz. van moederboomen met dezelfde eigenschappen bij hun oculaties te vergelijken. Het onderstammateriaal was hetzelfde als bij de voorafgaande proeven C t/m F, namelijk overjarige kweekbedden uit gemengd Tjiomas-zaad. Om de vier planten werd er één als „moederboom" aangewezen; hiervan werden dan vier schildjes afgelicht, waarmede op 10–14 Februari 1931 in de eerste plaats de moederboom zelf, in de tweede plaats de drie er op volgende stammetjes werden geoculeerd. In het geheel gebeurde dit met 75 stellen van 4 planten. Naderhand werden de stellen, waarbij de oculatie op den „moederboom" mislukt was, geheel uit de proef geschakeld. Van de overige stellen werden

de moederboom en één of zoo mogelijk twee van zijn oculaties definitief in de proef opgenomen. De aldus voor de proef overgebleven oculaties werden op 27 Maart afgezaagd, om ter plaatse uit te loopen, nadat reeds eerder de tusschenstaande planten waren gerooid.

Proef H was op soortgelijke manier als de vorige ingericht, doch met dit verschil, dat nu de moederboomen zelf *niet* werden geoculeerd. Het maken van de oculaties geschiedde op 16 en 17 Februari 1931; het afzagen op 27 Maart, nadat de overtollige planten waren verwijderd. De moederboomen werden afgezaagd gelijktijdig met en op dezelfde hoogte boven den grond als hun oculaties; van de uitloopers werd, zoo er zich meer dan één tegelijk vormde, alleen de krachtigste aangehouden.

Proef K werd opgezet met het doel, de ontwikkeling na te gaan van oculaties uit oogen, welke van verschillende plaatsen in de bladverdieping afkomstig waren. Als proefobject werd kloon BD 10 gekozen, omdat deze kloon meestal zeer regelmatige bladverdiepingen vormt. Het „entrijs" was uit de entrijstuinen van Proeftuin Tjiomas afkomstig en gelijkmatig krachtig ontwikkeld. Per „pajoeng" van het entrijs werden nu 3 à 4 oogen uit de oksels van knopschubben of rudimentair gebleven bladeren (zgn. schuboogen) gebruikt, evenveel oogen uit het midden van den pajoeng — waar de onderste, grootste bladeren hadden gezeten —, en voorts een gelijk aantal oogen, genomen vlak bij den top van de bladverdieping. De oculaties werden gemaakt op 6–10 Maart 1931 en afgezaagd op 6 Mei, waarna wij de oculaties ter plaatse lieten uitloopen. De tusschenstaande ongeoculeerde en zonder succes geoculeerde planten werden alle verwijderd.

Proef L. In November 1931 ontving het Proefstation voor Rubber van de onderneming Tjikentjreng een hoeveelheid entrijs, afkomstig van een aldaar in den aanplant aangetroffen zaailing, welke opviel door zijn forschen groei; alle organen waren aanmerkelijk grooter dan bij de omringende zaailingen het geval was. Van dit entrijs werden op 7 November oculaties gemaakt onder het kloonnummer TMS 620, op 2½-jarige onderstammen uit Kaoem Pandak-zaad. Een aantal dezer oculaties werd aangewezen voor nauwkeurige observatie; als vergelijkingsobject dienden enkele er naast staande oculaties van BD 10, welke 19 October 1931 op gelijksoortige onderstammen waren gezet. De bij de proef betrokken oculaties werden alle op 15 April 1932 afgezaagd, doch niet overgeplant.

Toetstuin 1926. Van deze proef werd reeds een uitvoerige beschrijving gepubliceerd (OSTENDORF 1932). Wij kunnen hier dus volstaan met de vermelding, dat in toetstuin 1926 een 22-tal klonen worden vergeleken. Het plantverband is 6 × 7 m rechthoekig; elk perceel bestaat uit een rij van 5 boomen met onderlinge afstanden van 6 m. Per object (kloon) werden meestal 3 herhalingen opgenomen, van sommige klonen meer. De in het

begin van 1926 voor den toetstuin op éénjarige Wangoenredja-onderstammen gezette oculaties werden op 23 t/m 26 Maart afgezaagd en naar den toetstuin overgebracht op 29 t/m 31 Maart. Bij onze berekeningen hebben wij als plantdatum voor alle objecten 30 Maart aangenomen; de oculaties van de naderhand om de geheele proef heen geplante randrij zijn bij deze en volgende toetstuinen buiten beschouwing gelaten.

Toetstuin 1927 werd geheel volgens hetzelfde plan aangelegd als de voorafgaande proef. Deze toetstuin valt uiteen in twee gedeelten, waarvan het Oostelijke 22 en het Westelijke 26 klonen omvat. De oculaties voor beide gedeelten werden in de laatste maanden van 1926 gezet op uit zaad van de onderneming Kiara-Pajoeng gekweekte overjarige onderstammen. Het Westelijk gedeelte werd beplant op 20–24 Januari (voor berekeningen als basis aangenomen: 20 Januari), het Oostelijk deel op 21–22 Februari 1927 (basis: 21 Februari).

Toetstuin 1928 beoogt op dezelfde wijze een vergelijking tusschen 15 klonen. De oculaties werden gemaakt in de laatste maanden van 1927, meest op overjarige onderstammen uit Tjiomas-zaad. Zij werden afgezaagd op 19 Januari en overgeplant op 23 Januari 1928.

Toetstuin 1929 is eveneens een vergelijkende rassenproef, met 34 klonen in den eigenlijken toetstuin. De oculaties werden gemaakt in de laatste maanden van 1928, afgezaagd op 25–26 Januari 1929 en naar den toetstuin overgebracht op 29 en 30 Januari (basis: 29 Januari).

Toetstuin 1930 sluit de reeks proeven van dit type af. In dezen tuin worden 25 klonen onderling vergeleken; de oculaties werden in het seizoen 1929–'30 gemaakt, afgezaagd op 11–14 Maart en geplant op 14–15 Maart 1930 (basis: 14 Maart).

Oculatieproef BH III werd opgezet ten einde het verband tusschen de eigenschappen van een moederboom en die van zijn even oude en onder gelijke omstandigheden verkeerende oculaties na te gaan. Hiervoor werden telkens van een als „moederboom" aangewezen jongen zaailing oogen afgelicht en als gewone oculaties gezet op een aantal andere stammetjes van hetzelfde zaaisel. Aldus werden een groot aantal stellen van een moederboom plus 3 oculaties gemaakt, en wel uit zaaisels van de klonen PR 105, PR 106 en BR 2. Vóór het overplanten werden de moederboomen op 75 cm stamlengte ingekort, terwijl de oculaties op de normale hoogte (15 cm boven het ingeplante oog) werden afgezaagd. De van PR 105 en PR 106 afkomstige 65 stellen van 4 werden op 20 Februari 1930 afgezaagd en den 22sten Februari overgeplant, terwijl de 36 van BR 2 afkomstige stellen op 27 Februari afgezaagd en op 28 Februari geplant werden. De boomen staan in de proef op 6 × 7 m afstand; de 101 stellen werden achter elkaar geplant

in één zigzag over het veld verloopende rij, waarin de Nos. 1, 5, 9 etc. de moederboomen voorstellen en de op elk hiervan volgende 3 nummers de bijbehoorende oculaties.

Oculatieproef BJ I vormt een rijentoetstuin van de zes klonen AV 256, BD 5, BD 10, Tjir I, Tjir XVI en War 1. De oculaties werden eind 1930 gezet op overjarige zaailingen van kloon BR 2 en geplant op 22–23 December 1930 (basis voor berekeningen: 22 December). De afstand tusschen de rijen bedraagt 7 m, die in de rij 6 m. Per kloon zijn er 4 herhalingen (rijen) à 17 boomen; de twee aan een bepaalde kloon grenzende nummers zijn in elke groep van 6 rijen verschillend. Doordat in de BD 5-rijen later een aantal exemplaren van BD 10 bleken voor te komen, is het oorspronkelijk aantal BD 5-oculaties niet bekend.

Oculatieproef BJ II omvat drie maal vier rijen van elk der drie klonen AV 50, BD 10 en Tjir I, in elk der herhalingen in andere volgorde. De middelste herhaling ad 12 rijen is geplant op afstanden van 4 m in de rij en 5 m tusschen de rijen, terwijl de beide andere het rechthoeksverband van 7 m in de rij en 6 m tusschen de rijen bezitten. De oculaties voor deze proef werden eind 1930 gezet op overjarige onderstammen, gekweekt uit gemengd zaad van Proeftuin Tjiomas; zij werden geplant op 2 Februari 1931. Einde 1931 bleek kloon BD 10 onzuiver en met BD 5 vermengd, in verband waarmede de bewerking der uitloopcijfers op 4 in plaats van op 3 klonen betrekking heeft.

Bij de *statistische bewerking* van reeksen waarnemingen werden steeds de volgende formules gebruikt:

De standaardafwijking ε van een arithmetisch gemiddelde $\bar{x}$ werd berekend uit de formule $\varepsilon = \sqrt{\frac{\Sigma x^2}{N} - (\bar{x})^2}$, waarin x = de waargenomen grootheid en N = het aantal waarnemingen. Waar in een tabel de middelbare fout van een gemiddelde staat opgegeven, wordt bedoeld de „ware" middelbare fout $\sigma_{\bar{x}} = \varepsilon . \frac{1}{\sqrt{N-1}}$. De variabiliteitscoëfficiënt V werd gevonden uit de formule $V = 100\, \varepsilon \frac{1}{\bar{x}}$. De (totale) correlatiecoefficiënt γ tusschen twee grootheden x_1 en x_2 werd berekend volgens BRAVAIS uit de formule $\gamma = \frac{\Sigma x_1 x_2 - \Sigma x_1 . \bar{x}_2}{N \varepsilon_1 \varepsilon_2}$, zijn middelbare fout als $(1-\gamma^2) \frac{1}{\sqrt{N}}$. Voor de berekening der partiëele correlatiecoëfficiënten verwijzen wij naar CZUBER (1927 pag. 162). Bij de uitvoering der berekeningen ondervonden wij veel gemak van het gebruik van BARLOW's Tables (3rd Ed., 1930) en van de tabellen van MINER (1922) voor $\sqrt{1-\gamma^2}$ en $1-\gamma^2$. De overige berekeningen werden meestal met behulp van een rekenmachine verricht.

HOOFDSTUK II - HET UITLOOPEN.

§ 3. Algemeene beschouwingen over het uitloopen van Hevea-oculaties.

Het oog van de eenmaal vergroeide oculatie blijft in normale omstandigheden slapen, wanneer men niet door kunstmatig ingrijpen de knop tot activiteit dwingt. Wij laten hierbij bijzondere omstandigheden, waarin „spontaan" uitloopen kan optreden — zooals abnormale rui van den bovenstam — buiten beschouwing. Het kunstmatig ingrijpen, waarvan boven sprake was, bestaat in de meeste gevallen uit het afzagen van den onderstam dicht boven het schildje, waardoor de sapstroom gestoord wordt en voor het ingeplante oog beschikbaar komt. Bij onze proeven geschiedde het afzagen meestal op een hoogte van 15 cm boven het oog van de oculatie; slechts bij de proeven H en L werden de oculaties vlak boven het schildje afgezaagd. Wanneer men na de operatie van het afzagen de oculaties verder ongemoeid laat, zooals in onze proeven B, Ca, Da, Ea, Fa, G, H, K en L, dan ziet men al spoedig zwelling van het oog optreden. Op een gegeven oogenblik breekt de groeiende knop door de kurkschors van het schildje heen en wordt hij als groen puntje zichtbaar; wij zeggen dan, dat de oculatie *uitloopt*, daarbij dit laatste woord in engere beteekenis opvattend.

Verder definieeren wij voor het bovenbeschreven geval als *uitlooptijd* het aantal dagen, verloopende tusschen het oogenblik, waarop de oculatie wordt afgezaagd, en dat, waarop deze uitloopt. In geval de oculaties niet of vlak na het afzagen worden overgeplant, ontmoet men hierbij geen moeilijkheden; anders evenwel, wanneer men na het afzagen eenigen tijd met het overplanten wacht. In dezen tusschentijd toch zullen van een aantal oculaties de knoppen reeds met den groei begonnen zijn; na het overplanten wordt deze groei in het algemeen voortgezet. Een ander deel van de oculaties zal echter nog slapen op het oogenblik, dat voor het overplanten het wortelstelsel sterk wordt ingesnoeid. Deze operatie heeft, zooals wij later nog zullen bespreken, de tendenz om het zwellen van de knoppen eenigen tijd tegen te houden. Voor deze tweede groep oculaties zou het dus feitelijk verkeerd zijn, den uitlooptijd te tellen vanaf het oogenblik, waarop de onderstam wordt afgezaagd, en men zou hier als beginpunt van de telling eerder het tijdstip van planten dienen te kiezen. Bij onze met overgeplante oculaties genomen proeven kunnen wij deze kwestie intusschen verwaarloozen, daar — wellicht met uitzondering van toetstuin 1926 — het planten steeds zoo dicht op het afzagen volgde, dat wij, zonder een belangrijke fout te maken, als uitlooptijd de periode tusschen uitplanten en uitloopen konden aannemen.

Wil men nu voor een collectief, i.c. dus een bepaalde groep oculaties,

een typische waarde voor den uitlooptijd bepalen, dan dient men met gezette tusschenpoozen na te gaan, hoeveel oculaties reeds zijn uitgeloopen. Voor een ideale proef zou men nu moeten eischen, dat voor elke oculatie de uitwendige omstandigheden tot aan het oogenblik van uitloopen dezelfde waren. Had men daarbij verder de systematische verschillen tusschen de oculaties zoo goed mogelijk geëlimineerd — door oculaties van eenzelfde kloon ongeveer gelijktijdig en op gelijksoortige onderstammen te zetten, etc. —, dan zal men door de toevallige verschillen tusschen de oculaties toch verschillen in de uitlooptijden der afzonderlijke planten zien optreden. Zet men nu in een grafiek als abscissen de aantallen dagen af, welke tusschen het afzagen en de achtereenvolgende contrôles zijn verloopen, en als ordinaten de tusschen elke twee controles uitgeloopen aantallen oculaties, dan mag men — althans bij een groot collectief — theoretisch een regelmatige frequentiecurve verwachten, welke het verloop van de uitloopsnelheid aangeeft.

Bij onze veldproeven zagen wij echter in de meeste gevallen krommen optreden, welke tamelijk sterke afwijkingen van een regelmatig verloop vertoonden. Veelal bezaten zij meer dan één top, waarbij dan in den regel de meest linksche verreweg het hoogste was, zoodat de curve als geheel een duidelijke positieve scheefheid liet zien. Wij mogen de afwijkingen van een regelmatig verloop voor een deel zeker toeschrijven aan toevallige omstandigheden, vooral waar het aantal oculaties per kloon in vele proeven aan den lagen kant was. Daar echter meertoppigheid van de frequentiecurve ook in onze proeven met de hoogste aantallen oculaties per kloon nog herhaaldelijk is opgetreden, schrijven wij deze onregelmatigheid voor een ander deel toe aan het niet vervuld zijn van bovengenoemde voorwaarde omtrent het constant blijven der uitwendige omstandigheden. Daarbij denken wij dan in de eerste plaats aan de schommelingen in den regenval, welke gepaard gaan met tegengestelde variaties in zonnebestraling; hetgeen bewerkt, dat de turgor der cellen van de oculaties niet steeds op hetzelfde peil zal kunnen blijven. Men mag nu verwachten, dat deze schommelingen in de weersgesteldheid de regelmaat van de curve des te sterker verstoren, naarmate de omstandigheden minder gunstig zijn voor een snel uitloopen der oculaties. Met een relatief hoogen uitlooptijd toch zal meer gelegenheid gepaard gaan voor droge perioden, om hun vertragenden invloed op de nog niet uitgeloopen exemplaren uit te oefenen. Onze verschillende proeven leveren ons weliswaar aanwijzingen, dat deze beschouwingen inderdaad juist zijn; daar echter wegens de veelal vrij kleine aantallen oculaties en het feit, dat de meeste proeven in den vollen Westmoeson zijn afgezaagd, de directe samenhang tusschen regenval en uitloop niet ondubbelzinnig aan het licht is getreden, zien wij hier af van een nadere bespreking.

Vragen wij ons thans af, waardoor de uitlooptijd van een oculatie in een gegeven geval wordt bepaald, dan moeten wij daarbij met een groot

aantal factoren rekening houden. In de volgende opsomming hebben wij deze factoren in een viertal groepen ingedeeld.

a. *Factoren, gelegen in het oculatiehout.*
   Specifieke eigenschappen van de kloon.
   Leeftijd en ontwikkeling van het oculatiehout.
   Activiteit van het cambium op het oogenblik van oculeeren.
   Plaats van het oog in de pajoeng.

b. *Factoren, gelegen in den onderstam.*
   Specifieke eigenschappen van den onderstam.
   Dikte van den onderstam.
   Activiteit van het cambium tijdens en na het oculeeren.
   Behandeling van den onderstam bij het afzagen (overplanten of niet, meer of minder besnoeien der wortels, hoogte afzagen boven het oog).

c. *Invloeden van de combinatie.*
   Meer of minder goede vergroeiing in verband met den graad van (physiologische) verwantschap tusschen onderstam en oculatie, en met den termijn tusschen oculeeren en afzagen.

d. *Uitwendige factoren.*
   Regenval e.a meteorologische omstandigheden.
   Grondsoort.
   Plantgaten, beschaduwing e.a. cultuurmaatregelen.

In de volgende paragrafen zullen wij eenige dezer mogelijk belangrijke factoren nader in beschouwing nemen.

§ 4. De uitlooptijd als functie van de kloon.

Wij dienen thans in de eerste plaats de vraag te beantwoorden, of de uitlooptijd der oculaties mede bepaald wordt door de specifieke eigenschappen van de kloon, waarvan het ingeplante oog afkomstig is. Op het eerste gezicht lijkt het eenigszins vreemd, dat van het nauwelijks groeiende knopje in dit opzicht een belangrijke invloed zou kunnen uitgaan, en zou men geneigd zijn te verwachten, dat de onderstam in dezen een overwegenden invloed had. Uit de voorloopige resultaten van toetstuin 1926 en uit praktijk-ervaringen was echter wel reeds waarschijnlijk geworden, dat tusschen de klonen in dit opzicht markante verschillen zouden bestaan.

Een systematisch onderzoek in deze richting is niet eenvoudig. Uit het laatste deel van § 3 is wel reeds gebleken, dat tal van factoren op den uitlooptijd hun invloed kunnen doen gelden, waardoor de gemiddelde uitlooptijd van groepen oculaties derzelfde kloon in verschillende omstandigheden dan ook sterk uiteen kan loopen. In een proef, welke een vergelijking tusschen verschillende klonen beoogt, kan men nu sommige van deze factoren voor alle klonen min of meer gemakkelijk gelijk maken: men kan voor gelijksoortige onderstammen zorgen, de behandeling van alle oculaties

gelijk maken, desnoods er voor zorg dragen, dat op één bepaalden dag van alle klonen in de proef een gelijk aantal oculaties door denzelfden enter worden gemaakt. Doch waar elke kloon zijn eigen groeiwijze bezit, is het onmogelijk, om de daarmee samenhangende verschillen — en dat zijn niet de minst belangrijke! — te elimineeren: men kan van twee verschillende klonen geen even oud en tevens volkomen gelijk ontwikkeld oculatiehout krijgen, en evenmin de schildjes snijden uit precies correspondeerende gedeelten der bladverdiepingen.

Eén bepaalde proef, hoe nauwkeurig ook opgezet, zal dus geen beslissende uitkomst kunnen leveren, en vooral dàn niet, wanneer men de verhoudingen tusschen de uitlooptijden van de afzonderlijke klonen wil leeren kennen. Men kan in dit geval immers althans bij een veldproef onmogelijk de uitwendige omstandigheden voor alle klonen gelijk maken; treft nu bijv. een langzaam uitloopende kloon een droge periode, terwijl de overige klonen reeds vrijwel geheel zijn uitgeloopen, dan komt de eerste relatief te veel in het nadeel.

Wij hebben deze moeilijkheden trachten te omzeilen door een vrij groot aantal proeven statistisch te bewerken, ook al waren sommige dezer proeven op zichzelf door een klein aantal oculaties per kloon of anderszins minder nauwkeurig. In vele proeven toch is de variabiliteit der uitlooptijden zoo groot, dat de waargenomen kloonsverschillen geen voldoende waarschijnlijkheid bezitten, zoodat men uit zulk een proef geen betrouwbare conclusies kan trekken. Bij onze bewerking van het materiaal worden nu weliswaar allerlei verschillen in behandeling der oculaties, onderstammateriaal, weersomstandigheden enz., welke tusschen de afzonderlijke proeven bestaan, verwaarloosd, doch in de verwachting, dat het groote aantal gegevens, hetwelk op deze wijze kan worden verkregen, toch een betrouwbare uitkomst zal opleveren.

Voor deze statistische bewerking kwamen in aanmerking de volgende proeven: A, C, D, de toetstuinen 1926 t/m 1930, proeven BJ I en BJ II. Uit den aard der zaak kan men bij deze methode slechts waardevolle gegevens verwachten van die klonen, welke in meer dan een der genoemde proeven voorkomen. Wij hebben ons dan ook beperkt tot een elftal klonen, te weten AV 36–50, BD 2–5–10, BR 1–2, Ct 88, Tjir I–XVI en War 1. Een gelukkige omstandigheid bleek, dat eenige dezer nummers als standaardklonen in bijna alle proeven waren opgenomen. Als typische waarde voor den uitlooptijd van een kloon werd zoo mogelijk steeds het rekenkundig gemiddelde der uitlooptijden van de afzonderlijke oculaties genomen, met verwaarloozing van de vóór het uitloopen gestorven exemplaren.

Na deze inleiding kunnen wij thans overgaan tot de bespreking der in dit opzicht belangrijkste resultaten van de afzonderlijke proeven.

Proef A. In deze proef waren alle elf de bovengenoemde klonen opge-

nomen. De bepalingen van de aantallen uitgeloopen oculaties hadden vanaf den plantdatum steeds 2 × per week plaats, zoo mogelijk met om den anderen een periode van 3 en een van 4 dagen. Bij de recapitulatie werden de groepen van tegelijk geplante exemplaren afzonderlijk gehouden. Binnen elke groep bleken de gemiddelde stamomtrekken der onderstammen voor alle klonen nagenoeg gelijk, zoodat (vergelijk ook § 5*a*) met verschillen hierin geen rekening behoeft te worden gehouden. De gemiddelde uitlooptijden, die voor ons doel van belang zijn, volgen in onderstaande tabel; de getallen tusschen haakjes, die er achter staan, geven de aantallen boomen aan, waarop de gemiddelden betrekking hebben.

Groepen 1.				
AV 36	35,3 (11)		Tjir I	24,3 (9)
AV 50	38,9 (19)		Tjir XVI	35,1 (13)
BD 2	27,1 (6)		War 1	39,2 (15)
BD 5	53,9 (19)		Ct 88	35,8 (14)
BD 10	27,8 (16)		BR 1	38,0 (20)
Groepen 2.				
AV 36	37,5 (7)		BR 1	44,3 (7)
AV 50	36,2 (11)		BR 2	30,3 (4)
BD 5	28,4 (10)			
Groepen 3.				
BD 2	27,3 (24)		Tjir I	23,4 (20)
BD 10	27,6 (8)		Tjir XVI	30,1 (7)

Proeven C en D werden elk met één kloon opgezet, doch onderling volkomen gelijk en gelijktijdig behandeld, zoodat wij de twee gebruikte klonen met elkaar mogen vergelijken. Wij laten daarbij de eenigszins abnormaal behandelde oculaties van de series c buiten rekening; de gemiddelde uitlooptijden der beide overige series bedroegen:

Serie a:	AV 50	43,9 (20)	Ct 88	21,0 (27)
Serie b:	AV 50	51,2 (28)	Ct 88	38,2 (30)

De contrôle op het aantal uitgeloopen exemplaren had op volkomen dezelfde wijze plaats als bij proef A.

Toetstuin 1926. Van de in dezen toetstuin voorkomende klonen komen voor ons doel in aanmerking de nummers BR 1, BR 2 en Ct 88. De eveneens opgenomen oculaties van AV 36 en AV 50 laten wij buiten beschouwing, daar zij abusievelijk te vroeg werden afgezaagd en dus deels met zwellend of reeds uitgeloopen oog werden geplant. Met de contrôle op het aantal uitgeloopen oculaties werd eerst 22 dagen na het planten een aanvang gemaakt; daarna werd om de 4 à 5 dagen geteld. Daar ten tijde van de

eerste contrôle reeds ongeveer 40% der oculaties waren uitgeloopen, is het niet mogelijk, betrouwbare gemiddelden voor den uitlooptijd te berekenen. Uit onderstaand tabelletje, dat de uitkomsten der contrôles samenvat, volgt echter, dat kloon BR 1 van het drietal het snelst is uitgeloopen, dat dan op korten afstand BR 2 volgt, terwijl Ct 88 ten slotte tamelijk ver achterblijft.

Aantal dagen na het planten.....		22	29	38	42	46	54	59	70
% totaal uitgeloopen	BR 1	49	80	96	96	100	–	–	–
	BR 2	33	73	96	100	–	–	–	–
	Ct 88	41	61	78	84	87	97	99	100

Totaal aantal uitgeloopen exemplaren: BR 1 = 45, BR 2 = 45, Ct 88 = 83.

Toetstuin 1927. In het Westelijk gedeelte van dezen toetstuin had pas 54 dagen na het planten de eerste uitloopcontrôle plaats, zoodat het verloop van de krommen niet meer kan worden nagegaan; wij laten de hier verkregen cijfers dan ook verder buiten beschouwing. In het Oostelijk gedeelte werden de volgende waarnemingen gedaan:

Aantal dagen na het planten.....		35	38	45	49	52	56	63	70
% totaal uitgeloopen	AV 36	69	79	90	97	–	–	100	–
	Ct 88	60	67	70	83	90	93	–	100

Totaal aantal uitgeloopen exemplaren: AV 36 = 29, Ct 88 = 30.

Wij zien hieruit, dat AV 36 aanmerkelijk sneller uitliep dan Ct 88.

Toetstuin 1928. Hier werd vanaf den datum van planten de uitloop geregeld ongeveer eens per 10 dagen gecontroleerd. De omstandigheden begunstigden blijkbaar het vlug uitloopen, want reeds bij de eerste contrôle bleken een aantal oculaties te zijn uitgeloopen. Wij berekenden de volgende gemiddelden:

AV 36	28,9	(15)	Tjir I	24,5	(15)
AV 50	19,2	(13)	War 1	51,9	(15)
Ct 88	30,8	(14)			

Toetstuin 1929. De eerste uitloopcontrôle had plaats 20 dagen na het planten; enkele oculaties bleken toen reeds uitgeloopen. Verder werd geregeld eens per 7 dagen gecontroleerd. Voor ons doel zijn de volgende gemiddelden van belang:

AV 36	42,4	(30)	Tjir I	34,7	(15)
AV 50	40,9	(29)	Tjir XVI	49,6	(15)
Ct 88	42,8	(28)			

Toetstuin 1930. Het uitloopen der oculaties werd vanaf den plantdatum 2 × per week gecontroleerd. De contrôle eindigde 63 dagen na het

planten; van de drie voor ons hier belangrijke klonen was op dat tijdstip AV 50 voor 100% uitgeloopen, terwijl van BD 5 en Ct 88 resp. 4 en 5 oculaties levend bleken doch nog geen uitloop vertoonden. Wij moesten hierom van het berekenen der gemiddelde uitlooptijden afzien en geven hieronder slechts een samenvatting van de resultaten der contrôles, waaruit blijkt, dat de klonen AV 50 en Ct 88 gemiddeld ongeveer even snel zijn uitgeloopen, terwijl BD 5 daarbij ver achterbleef.

Aantal dagen na het planten		21	28	35	42	49	57	63
% totaal uitgeloopen	AV 50	–	7	43	64	79	93	100
	BD 5	–	9	18	27	46	55	64
	Ct 88	7	29	36	57	68	79	93

Aantal uitgeloopen en nog levende onuitgeloopen exemplaren: AV 50 = 14, BD 5 = 11, Ct 88 = 28.

Oculatieproef BJ I werd vanaf den plantdatum gecontroleerd op dezelfde wijze als boven voor proef A beschreven, tot 86 dagen na het planten. Op dit laatste tijdstip waren van de klonen Tjir I en War 1 resp. 1 en 2 oculaties, hoewel levend, nog niet uitgeloopen; van BD 5 kan dit aantal niet met zekerheid worden opgegeven, doch bedraagt het maximaal 2. Bij de berekening der gemiddelde uitlooptijden werden deze na 86 dagen nog niet uitgeloopen exemplaren verwaarloosd, zoodat 3 der kloongemiddelden wellicht feitelijk iets te laag zijn. Wij vonden aldus:

BD 5	43,5 (25)	Tjir XVI	41,0 (41)
BD 10	36,7 (44)	War 1	55,6 (33)
Tjir I	39,2 (30)		

Oculatieproef BJ II werd op gelijke manier gecontroleerd tot 61 dagen na het planten; van de vier klonen AV 50, BD 5, BD 10 en Tjir I waren toen resp. 21, 6, 4 en 7 exemplaren, hoewel levend, nog niet uitgeloopen. De resultaten der contrôle werden in het volgende staatje geresumeerd.

Aantal dagen na									
het planten ..		16	23	30	37	44	51	58	61
% totaal uitgeloopen	AV 50....	–	2	25	39	52	62	77	84 (132=100%)
	BD 5....	–	7	26	45	55	67	79	86 (42=100%)
	BD 10....	2	32	61	76	80	88	96	96 (94=100%)
	Tjir I	1	19	54	66	81	87	93	95 (134=100%)

Wij zien hieruit, dat BD 10 het snelst uitliep, dat dan Tjir I met zeer weinig verschil volgde, en dat BD 5 een aanmerkelijk langzamer uitloop liet zien, op den voet gevolgd door AV 50. Dezelfde conclusie komt trouwens ook te voorschijn uit de met verwaarloozing van de nog niet uitgeloopen oculaties berekende, dus feitelijk te lage, gemiddelden:

AV 50	39,6 (111)	BD 10	29,7 (90)
BD 5	37,6 (36)	Tjir I	31,5 (127)

	Noemers BD 2	BD 10	BR 2	BR 1	AV 36	Ct 88	Tjir XVI	AV 50	BD 5	War 1
Tellers: Tjir I	A1 90 A3 86	A1 87 A3 85 BJ I 112 BJ II 106		A1 64	A1 69 T28 85 T29 82	A1 68 T28 80 T29 81	A1 69 A3 78 BJ I 105 T29 70	A1 62 T28 I28 BJ I1 80 T29 85	A1 45 BJ I 94 BJ II 84	A1 62 T28 47 BJ I 74
BD 2		A1 97 A3 99		A1 71	A1 77	A1 76	A1 77 A3 91	A1 70	A1 50	A1 69
BD 10				A1 73	A1 79	A1 78	A1 79 A3 92 BJ I 94	A1 71 BJ II 75	A1 52 BJ I 84 BJ II 79	A1 71 BJ I 66
BR 2				A2 68 T26 ± 100	A2 81	T26 < 100		A2 84	A2 107	
BR 1					A1 108 A2 118	A1 106 T26 < 100	A1 108	A1 98 A2 122	A1 71 A2 156	A1 97
AV 36						A1 99 T27O < 100 T29 99 T28 94	A1 101 T29 85	A1 91 A2 104 T29 104 T28 151	A1 65 A2 132	A1 90 T28 56
Ct 88							A1 102 T29 86	A1 92 T30 ± 100 T28 161 T29 104 CDa 48 CDb 75	A1 66 T30 « 100	A1 91 T28 59
Tjir XVI								A1 90 T29 121	A1 65 BJ I 90	A1 90 BJ I 71
AV 50									A1 72 A2 127 T30 « 100 BJ II 105	A1 99 T28 37
BD 5										A1 138 BJ I 78

Tabel I. Verhoudingscijfers der uitlooptijden.

Voor onze verdere becijferingen hebben wij dan ook deze gemiddelden gebruikt.

Gaat men den gemiddelden uitlooptijd na van een bepaalde kloon in alle proeven, welke met dit nummer zijn genomen, dan blijken belangrijke verschillen op te treden al naar de omstandigheden, waaronder de oculaties in elk dezer proeven verkeerden. Wanneer wij dan ook uit deze proefgemiddelden een algemeen gemiddelde zouden berekenen, dan had dit als karakteristieke waarde voor de betrokken kloon weinig of geen beteekenis. Wij hebben daarom een anderen weg ingeslagen en in elke proef de *verhoudingen* van de gemiddelde uitlooptijden der in zulk een proef opgenomen klonen berekend. Weliswaar zullen de klonen op gelijk gerichte wijzigingen in de omstandigheden niet alle gelijk reageeren, zoodat men a priori ook van deze methode van berekening niet bij alle proeven dezelfde verhouding tusschen twee gegeven klonen mag verwachten; zij zal echter naar alle waarschijnlijkheid toch constanter waarden opleveren dan wanneer men van de absolute waarden uitging.

Het resultaat van onze berekening der verhoudingen vindt men in tabel I. In elk vakje van deze tabel zijn opgenomen de uit een of meer proeven berekende procentische verhoudingen, afgerond op geheele getallen, tusschen den gemiddelden uitlooptijd van de met dit vakje correspondeerende kloon aan de linkerzijde van de tabel (als teller) en dien van de er boven staande kloon (als noemer). Vóór elk verhoudingscijfer is de proef aangegeven, waarop het betrekking heeft. Zoo leest men bijv. af, dat in de groepen 1 van proef A de gemiddelde uitlooptijd van kloon Tjir XVI 90% bedroeg van den gemiddelden uitlooptijd van kloon AV 50. De 11 klonen zijn globaal zoodanig gerangschikt, dat de vertikale kolommen van links naar rechts, de horizontale van boven naar beneden, betrekking hebben op steeds langzamer uitloopende klonen.

Indien onze rangschikking de werkelijke volgorde inderdaad goed weergeeft en indien de verhouding tusschen 2 bepaalde klonen in alle omstandigheden steeds òf boven òf beneden 100% lag, dan zou bij onze inrichting van de tabel deze slechts verhoudingscijfers beneden 100 mogen bevatten. Tevens zouden de getallen dan in elke vertikale kolom van boven naar onder, in elke horizontale kolom van rechts naar links steeds dichter bij 100 moeten komen te liggen; m.a.w. de getallen het dichtst bij 100 zou men vinden langs de schuine zijde van den door de ingevulde vakjes gevormden driehoek, terwijl men lagere getallen vindt naarmate men dichter bij den top komt. En omgekeerd: als men een dergelijke tabel zoodanig kan samenstellen, dat bovenstaande regels omtrent de numerieke waarden der verhoudingen gerealiseerd worden, dan mag men uit die mogelijkheid concludeeren tot het bestaan van systematische verschillen tusschen de uitloopsnelheden der klonen.

In werkelijkheid vindt men in tabel I een aantal uitzonderingen op de boven geschetste regels, vooral bij klonen, die aan den bovenkant van de

	Noemers BD 2	BD 10	BR 2	BR 1	AV 36	Ct 88	Tjir XVI	AV 50	BD 5	War 1
Tellers:										
Tjir I	87 (59)	104 (344)		64 (29)	80 (95)	78 (95)	88 (150)	83 (338)	82 (246)	65 (117)
BD 2		98 (54)		71 (26)	77 (17)	76 (20)	86 (50)	70 (25)	50 (25)	69 (21)
BD 10				73 (36)	79 (27)	78 (30)	90 (129)	74 (236)	76 (230)	67 (108)
BR 2				97 (101)	81 (11)	90 (11)		84 (15)	107 (14)	
BR 1					111 (45)	93 (162)	108 (33)	106 (57)	97 (56)	97 (35)
AV 36						95 (172)	91 (69)	111 (135)	89 (47)	72 (56)
Ct 88							92 (70)	91 (264)	74 (72)	75 (58)
Tjir XVI								105 (76)	82 (98)	66 (62)
AV 50									99 (231)	71 (62)
BD 5										100 (92)

Tabel II. Gemiddelde verhoudingscijfers der uitlooptijden.

tabel dicht bij elkaar voorkomen; over het algemeen gaan onze regels echter wel op. Beschouwt men bijv. de getallen in de verticale kolom van War 1 (als noemer), dan blijkt, dat deze kloon met één uitzondering onder alle omstandigheden de langzaamst uitloopende kloon is geweest; en wij mogen daaruit gerust de gevolgtrekking maken, dat War 1 als specifieke eigenschap de neiging tot zeer langzaam uitloopen bezit. Aan den anderen kant zien wij in de horizontale kolom van Tjir I (als teller), dat ook hier verreweg de meeste cijfers beneden 100 zijn; blijkbaar loopt dus Tjir I gemiddeld sneller uit dan alle andere klonen van de tabel.

De regelmaat in de grootte der getallen komt nog duidelijker naar voren, wanneer wij voor elk vakje van tabel I het gemiddelde der verhoudingscijfers gaan berekenen. Op die wijze verkrijgen wij tabel II; bij de berekening der gemiddelden werd aan de som der getallen van tabel I een gewicht toegekend, gelijk aan de som der aantallen boomen, waarvan het betrokken cijfer afkomstig was; verder werd, „kleiner dan 100" als 90 geteld en „veel kleiner dan 100" als 80. De eerste cijfers in de kolommen van tabel II stellen nu de aldus verkregen gemiddelden, afgerond op geheelen, voor; tusschen haakjes is in elk vakje het bijbehoorende totale gewicht opgenomen. Ook in deze tabel is de regelmaat in de opklimming der getallen nog niet volkomen, terwijl ook nog enkele getallen grooter dan 100 voorkomen; in het algemeen echter is aan onze condities voor een dergelijke tabel voldaan.

Wij komen dus tot de conclusie, dat de aan het begin van deze paragraaf gestelde vraag door onze gegevens in bevestigenden zin wordt beantwoord; blijkbaar kan men langzamer en sneller uitloopende klonen onderscheiden. De verschillen zijn quantitatief tamelijk belangrijk, doch een verhouding tusschen de gemiddelde uitlooptijden van de langzaamst en de snelst uitloopende kloon, welke grooter is dan 2, wordt toch slechts zelden aangetroffen.

Voor de praktijk heeft deze gevolgtrekking in hoofdzaak belang op grond van de volgens de ervaring bestaande positieve correlatie tusschen uitlooptijd en sterftekans der oculaties. De volgende cijfers van onze onder ongunstige omstandigheden uitgeloopen proef BJ I bevestigen deze ervaring; slechts is hier het percentage gestorven oculaties bij Tjir I grooter dan met den uitlooptijd overeen zou komen.

Kloon.	Gem. U. T.	% Gestorven.
BD 10	36,7	< 35
AV 256	38,9	39,7
Tjir XVI	39,2	39,7
Tjir I	41,0	54,4
War I	55,6	48,3

Men zou deze correlatie kunnen verklaren door aan te nemen, dat lang-

zaam uitloopen en een geringe resistentie tegen uitdrogen van dezelfde factoren afhingen. Waarschijnlijker is echter, dat de reeds flink uitgeloopen oculaties minder van droogte te lijden hebben dan de nog niet of nauwelijks uitgeloopen exemplaren, doordat de groeiende uitlooper een stimuleerenden invloed op de wortelvorming en dus op de watervoorziening uitoefent. Bij een langen uitlooptijd nu heeft men een grootere kans, dat de het laatst uitloopende oculaties door invallende droogte worden getroffen, vooral tegen het einde van den regentijd. Voorziet men dus de mogelijkheid, dat een deel der oculaties eerst laat in het seizoen kan worden afgezaagd, dan zal deze overweging wellicht invloed uitoefenen op de keuze van klonen of de volgorde van oculeeren.

Ook voor de selectie heeft de kwestie eenige beteekenis, daar een korte uitlooptijd voor een kloon een gewenschte eigenschap blijkt te zijn. Weliswaar zal deze factor hier niet al te veel gewicht in de schaal kunnen leggen; daarbij komt, dat de uitlooptijd als selectiemoment weinig geschikt is, doordat het met voldoende nauwkeurigheid vaststellen daarvan een aantal tamelijk uitgebreide proeven vereischt.

De oorzaak van de geconstateerde kloonsverschillen zouden wij kunnen zoeken in verschillen tusschen de mate en wijze van vergroeiing van het schildje met den onderstam. Waarschijnlijker is echter, naar aanleiding van de uitkomst van een bij de oculaties van proef A genomen experiment, dat de oorzaak in den knop zelf te zoeken is. Op 13 April 1931 namelijk werden een aantal oculaties van de klonen BD 5 en BD 10 afgezaagd op 30 cm. boven de vergroeiing, waarna wij nagingen, wanneer de tweede uitloop zich vertoonde. Deze contrôle gaf het volgende te zien:

Aantal dagen na afzagen ...		11	14	18	21	24
% totaal opnieuw uitgeloopen	BD 5	–	–	62	91	100
	BD 10	–	59	96	100	–

Hoewel hier dus van vergroeiing met een vreemden onderstam geen sprake is, loopt ook nu BD 10 aanmerkelijk sneller uit dan BD 5, evenals wij dit hebben gezien bij den eersten uitloop in alle proeven, waarin deze twee klonen werden opgenomen.

§ 5. **De uitlooptijd als functie van den onderstam.**

a. De dikte van den onderstam.

Voor het onderzoek naar den invloed, welke de ontwikkeling van den gebruikten onderstam op den uitlooptijd uitoefent, hebben wij gebruik gemaakt van gegevens, verzameld bij een aantal der in het eerste hoofdstuk beschreven proeven, welke niet speciaal voor dit doel waren geplant. Als maat voor de ontwikkeling van den onderstam kozen wij zijn omtrek, ongeveer gelijktijdig met het afzagen gemeten vlak boven het schildje. Van deze grootheid werd nu de lineaire correlatie met den uitlooptijd be-

rekend bij alle proeven, waarin beide waarden waren bepaald, voorzoover het aantal boomen grooter was dan 14.

Deze methode is in zooverre niet geheel juist, dat de frequentieverdeeling der uitlooptijden zelden met de normale kromme van Gauss overeenstemt. Wij zijn echter over dit bezwaar heengestapt, daar voor de berekening van den correlatiecoëfficiënt op grond van niet-lineaire correlatie — afgezien nog van het zeer tijdroovende dezer berekeningen — het aantal boomen in onze proeven te klein is, terwijl de daarmee bereikbare grootere nauwkeurigheid voor ons doel niet noodig blijkt. Voor ons is het feitelijk slechts van belang om te weten, of een correlatie van eenige beteekenis bestaat of niet. — De frequentieverdeeling der stamomtrekken volgt bij *Hevea* in den regel de normale verdeeling zeer goed.

Na het in de vorige paragraaf behandelde zal het wel vanzelf spreken, dat in proeven met meer dan één kloon de berekening voor elk der klonen afzonderlijk werd uitgevoerd. In het geheel verkregen wij zoo 9 berekeningen voor niet overgeplante en 19 voor overgeplante oculaties. De resultaten hiervan werden samengevat in tabel III. Men ziet daaruit, dat in deze proeven de waarde van den correlatiecoëfficiënt schommelt tusschen −0,371 en +0,294; deze groote variatiebreedte zou alleen reeds door de relatief hooge middelbare fouten te verklaren zijn. Rangschikken wij de proeven nu volgens de grootte van den correlatiecoëfficiënt, dan ontstaat het volgende beeld:

Corr. coëff.	−0,4	−0,3	−0,2	−0,1	0	+0,1	+0,2	+0,3
Aantal proeven: Overgepl.		2	4	1	3	1	4	4
Aantal proeven: Niet overg.				2	4	2	1	
Aantal proeven: Totaal		2	4	3	7	3	5	4

De conclusie, die wij uit deze cijfers mogen trekken, komt bij de niet-overgeplante oculaties het duidelijkst tot uiting. De meeste waarden voor den correlatiecoëfficiënt toch liggen hier vlak bij nul, met een enkele uitzondering, gaande tot resp. −0,189 en +0,187. Een correlatie van beteekenis wordt dus nergens aangetroffen, en gezien de frequentieverdeeling der waarden mogen wij de afwijkingen van nul wel aan het toeval toeschrijven.

Ook bij de overgeplante oculaties werd nergens een hooge correlatiecoëfficiënt aangetroffen; weliswaar vinden wij hier een zeker overwicht van de het meest van nul verwijderde waarden, doch dan aan beide kanten. Dat de onderscheiden klonen zich in dit opzicht belangrijk verschillend zouden gedragen, valt moeilijk aan te nemen. Een andere verklaring zou men hierin kunnen zoeken, dat bijv. de dunnere onderstammen eerder genoeg water hebben opgenomen om uit te loopen, de dikkere daarentegen door hun grooteren watervoorraad beter tegen uitdroging bestand zouden zijn; en dat van deze in tegengestelde richting werkende factoren nu eens de eene, dan weer de andere de overhand zou krijgen. Bedenken wij evenwel,

Proef	Kloon	Aantal oculaties	Uitlooptijd (dagen)		Omtrek onderstam (cm)		Correlatiecoëfficiënt
			gemidd.	standaardafwijking	gemidd.	standaardafwijking	
Niet overgeplante oculaties							
B	Tjir I	20	13,8	1,46	18,7	3,45	− 0,139 ± 0,219
Ca	AV 50	20	45,7	13,36	18,3	3,35	+0,187 ± 0,216
Da	Ct 88	27	22,8	10,76	17,4	3,09	+0,013 ± 0,192
Ea	TMS 616	20	41,6	18,02	16,9	3,36	− 0,037 ± 0,223
Fa	TMS 615	20	39,1	18,06	16,2	3,52	− 0,189 ± 0,216
Ka	BD 10	35	19,5	9,06	18,0	3,76	+0,095 ± 0,168
Kb	BD 10	26	11,7	2,47	19,4	3,06	− 0,045 ± 0,196
Kc	BD 10	33	26,3	9,95	18,3	3,35	− 0,062 ± 0,173
L	TMS 620	40	10,5	2,92	23,1	4,91	− 0,035 ± 0,158
Overgeplante oculaties							
A1	AV 33	16	42,4	15,62	15,8	3,07	− 0,371 ± 0,213
	AV 49	20	29,0	9,04	16,2	2,60	+0,162 ± 0,218
	AV 50	19	40,6	10,79	16,2	2,67	+0,196 ± 0,221
	AV 71	21	29,0	7,28	15,9	3,04	− 0,095 ± 0,216
	AV 80	21	40,0	13,74	18,6	2,12	− 0,270 ± 0,202
	AV 152	17	27,2	6,16	16,3	2,76	+0,263 ± 0,226
	BD 5	19	55,7	9,56	14,8	3,16	− 0,058 ± 0,229
	BD 10	16	29,6	9,15	15,6	2,93	+0,184 ± 0,242
	War 1	15	40,9	14,13	16,1	2,39	− 0,292 ± 0,236
	BR 1	20	39,8	11,34	16,1	2,62	+0,294 ± 0,204
A3	AV 35	24	30,3	13,92	10,7	1,54	− 0,249 ± 0,191
	AV 163	17	22,3	9,45	11,5	1,58	− 0,202 ± 0,232
	BD 2	24	29,1	16,39	10,6	2,00	− 0,344 ± 0,180
	Tjir I	20	25,1	8,13	10,6	1,62	+0,269 ± 0,207
Cb	AV 50	28	52,9	12,06	17,2	3,30	+0,112 ± 0,187
Cc	AV 50	20*	61,2	10,20	19,7	3,09	+0,094 ± 0,222
Db	Ct 88	30	39,9	9,97	18,2	3,30	+0,237 ± 0,172
Dc	Ct 88	27*	50,1	9,47	17,3	3,42	− 0,049 ± 0,192
Fb	TMS 615	19	35,9	16,12	16,8	3,56	− 0,141 ± 0,225

* alleen de op 8 Juni 1931 reeds uitgeloopen exemplaren.

Tabel III. Correlatie tusschen uitlooptijd en omtrek onderstam.

dat de beide extreme waarden voorkomen bij de gelijk behandelde groepen 1 van proef A, dan wordt deze verklaring niet waarschijnlijk. Wij zijn dan ook geneigd, om ook bij deze categorie alle afwijkingen van nul als toevallige te beschouwen.

Voor de praktijk is uit de cijfers intusschen met voldoende zekerheid naar voren gekomen, dat een noemenswaardige correlatie tusschen den uitlooptijd en den omtrek van den onderstam niet bestaat. Voor onze proeven beteekent dit, dat wij kleine verschillen in den gemiddelden omtrek der onderstammen bij objecten van eenzelfde proef gerust mogen verwaarloozen. Uit den aard der zaak geldt deze conclusie alleen voor de omstandigheden, waaronder onze proeven werden genomen; dus voor de weersgesteldheid aan het eind van den West-moeson, en voor onder gelijke omstandigheden gegroeide onderstammen van denzelfden leeftijd, waarbij men ook de variatiebreedte van den omtrek in aanmerking moet nemen. Het blijft bijv. zeer goed mogelijk, dat een vergelijking van één- en tweejarige onderstammen, of van zeer dikke en zeer dunne exemplaren, wèl een verband met den uitlooptijd te zien geeft, welk verband dan echter waarschijnlijk niet alleen op het volume van den onderstam zal berusten.

b. De wijze van behandelen van den onderstam.

Uit de praktijk was reeds lang bekend, dat het overplanten van een oculatie den uitlooptijd verlengde, en wel des te meer, naarmate het wortelstelsel daarbij sterker werd ingesnoeid. Onze proeven C en D hadden nu o.a. ten doel, omtrent dit feit numerieke gegevens te verzamelen. Het resultaat van de uitloopcontrôle bij deze twee in opzet volkomen gelijke en slechts in proefobject verschillende proeven vindt men in tabel IV weergegeven.

Zet men de in deze tabel opgenomen percentages grafisch uit met den tijd als abscis en het totale percentage uitgeloopen oculaties als ordinaat, dan verkrijgt men van elk der twee proeven 3 bij benadering *f*-vormige curven, welker middelste gedeelten een ongeveer even steil verloop toonen; m.a.w. wanneer eenmaal de uitloop begonnen is, dan verloopt deze, onafhankelijk van de behandeling van den onderstam, ongeveer binnen denzelfden tijd. Men dient hierbij te bedenken, dat gedurende de geheele uitloopperiode van deze proeven regelmatig een flinke hoeveelheid regen viel. Slechts het laatste stuk van de lijn van proef Dc vertoont een belangrijke vertraging, welke aan het abnormaal laat uitloopen van enkele oculaties te wijten is.

Binnen elke proef valt echter een flink verschil te constateeren in het tijdstip, waarop de eerste oculaties uitloopen; voor de met zooveel mogelijk intact gelaten wortelstelsel overgeplante exemplaren (serie b) bedraagt de vertraging tegenover de niet overgeplante serie a ongeveer 10 à 14 dagen, terwijl een dergelijk verschil tusschen de series b en c optreedt. Ten slotte blijkt, dat in alle 3 series de oculaties van kloon Ct 88 belangrijk sneller zijn uitgeloopen dan die van AV 50 in dezelfde serie; ten deele kan dit verschil

Aantal dagen na planten	Totaal percentage uitgeloopen oculaties					
	Proef C (AV 50)			Proef D (Ct 88)		
	serie a	serie b	serie c	serie a	serie b	serie c
10	–	–	–	7	–	–
13	–	–	–	22	–	–
17	5	–	–	48	–	–
20	10	–	–	59	3	–
24	10	–	–	70	3	–
27	10	–	–	78	7	–
31	10	–	–	83	37	4
34	15	7	–	89	47	7
38	40	18	–	89	50	11
42	45	18	–	93	60	25
45	45	36	4	93	67	36
48	60	46	17	96	87	50
52	75	54	29	100	87	57
56	80	64	33	–	97	79
59	90	75	38	–	100	89
63	95	89	46	–	–	93
67	95	89	63	–	–	93
70	95	93	71	–	–	93
73	100	93	75	–	–	93
76	–	93	79	–	–	96
80	–	100	83	–	–	96
83	–	–	88	–	–	96
87	–	–	96†	–	–	96††
Aantal oculaties (= 100%)	20	28	24	27	30	27

† één oculatie uitgeloopen 23 Juli.
†† één oculatie uitgeloopen 30 Juli.

Tabel IV. Proeven C en D. Uitloopgegevens.

weliswaar door toevallige omstandigheden zijn veroorzaakt. Het verschil wordt relatief èn absoluut kleiner, naarmate de oculaties gemiddeld langzamer uitloopen; kloon Ct 88 heeft dus van het beschadigen der wortels veel meer last gehad dan AV 50. De gemiddelde uitlooptijden werden reeds in tabel III (pag. 25) vermeld.

De verschillen tusschen de series a, b en c van elke proef afzonderlijk vinden voorloopig hun verklaring hierin, dat de beschadiging van het wortelstelsel tijdelijk de capaciteit vermindert, om water uit den grond op te nemen, zoodat de turgor der cellen eerst later wederom hoog genoeg wordt om uitloop mogelijk te maken. Bovendien worden den eersten tijd na het overplanten nog extra eischen aan den watervoorraad gesteld ten behoeve van de vorming van nieuwe wortels. Bij serie c geldt dit alles in nog sterkere mate dan voor serie b. Voor een vollediger verklaring zal eerst de verhouding tusschen wortelvorming, wateropname en uitloop nauwkeuriger moeten worden onderzocht.

De hier besproken feiten hebben voor de praktijk vooral beteekenis, wanneer het afzagen op zoodanig tijdstip moet gebeuren, dat de uitloop niet meer in den vollen regentijd plaats heeft. Dan toch beteekent, zooals wij in § 4 hebben gezien, elke vertraging in uitloop een groot risico voor het leven der oculaties; in dergelijke omstandigheden heeft men hiermede dus een belangrijk argument ten gunste van in het veld oculeeren in handen. Dat men in alle omstandigheden dient te trachten, bij het overplanten de wortels zoo weinig mogelijk te beschadigen, behoeft nauwelijks meer vermeld.

§ 6. **Verwantschap en vergroeiing.**

De vraag, in hoeverre de graad van verwantschap tusschen schildje en onderstam invloed uitoefent op den uitlooptijd van de oculatie, wordt — voor de speciale omstandigheden van de proef — beantwoord door de uitkomsten van proef G. Wij hebben daarin den uitlooptijd van 56 met zichzelf geoculeerde boompjes vergeleken met den (gemiddelden) uitlooptijd van hun oculaties op er naast staande stammetjes van hetzelfde zaaisel. De gemiddelde uitlooptijden bedroegen nu voor de

oculaties op eigen stam	31,7 ± 1,86	dagen.
„ „ vreemden stam	29,4 ± 1,40	„

en waren voor beide groepen dus vrijwel gelijk. Hieruit blijkt, dat de nauwere verwantschap bij de eerste categorie geen invloed heeft gehad op den uitlooptijd.

Wij berekenden bij deze proef verder den correlatiecoëfficiënt tusschen de twee bovengenoemde variabelen, en vonden daarvoor een waarde van +0,391 ±0,113. Het bestaan van een duidelijke positieve correlatie is in overeenstemming met het in § 4 besprokene omtrent het bestaan van speci-

fieke verschillen tusschen de klonen onderling. Dat echter op den uitlooptijd der individueele oculaties bovendien andere factoren een grooten invloed hebben, kunnen wij — behalve uit de betrekkelijk lage waarde van den correlatiecoëfficiënt — afleiden uit de omstandigheid, dat de verhouding tusschen de uitlooptijden van op eigen en op vreemden stam gezette oculaties voor de afzonderlijke klonen uiteenloopt van 37% tot 244%, met een gemiddelde van 103,4 ± 5,43%.

Dergelijke berekeningen, uitgevoerd met het materiaal van de 54 klonen omvattende proef H, leverden de volgende uitkomsten:

gemidd. uitlooptijd ongeoculeerde moederboom.....	31,1±1,30 dagen
gemidd. uitlooptijd oculaties v. dezen moederboom .	36,9±2,13 „
gemiddelde verhouding	124,7±7,90%
correlatiecoëfficiënt	−0,016±0,136.

De moederboomen liepen hier dus gemiddeld sneller uit dan hun oculaties, hetgeen in overeenstemming is met de ervaring der praktijk, welke leert, dat in de meeste gevallen eerst eenige „valsche" uitloopers moeten worden verwijderd, vóór de oculatie zelf uitloopt. Het verschil tusschen de gemiddelde uitlooptijden van moederboomen en oculaties bedraagt 5,8 ± 2,49 dagen en is dus zoo goed als zeker reëel. Daar dit verschil blijkens de uitkomst van de vorige proef niet wordt veroorzaakt door het feit, dat bij de oculaties twee verschillende weefsels moeten vergroeien, zal het worden teweeggebracht, doordat de vergroeiing op zichzelf een zekere belemmering voor het uitloopen vormt. Intusschen moeten wij ook nog rekening houden met de mogelijkheid, dat het geconstateerde verschil ten deele zijn oorzaak hierin vindt, dat bij de moederboomen gemiddeld een iets dichter bij het zaagvlak gelegen oog is uitgeloopen dan bij de oculaties; in het algemeen immers loopen de het hoogst zittende knoppen het eerste uit. Weliswaar werd door zoo laag mogelijk afzagen der oculaties bij deze proef getracht, bovenbedoelde mogelijkheid zoo goed als doenlijk te elimineeren. Inmiddels wijst het ontbreken van correlatie tusschen de uitlooptijden van moederboomen en oculaties er op, dat de invloed der individueele specifieke verschillen door andere factoren geheel wordt onderdrukt.

Een dergelijk resultaat als dat van proef H leveren ons de op 28 Februari 1930 geplante boomen van proef BH III, hoewel moederboomen en oculaties hier minder goed vergelijkbaar zijn, doordat de eerste op grooter hoogte werden afgezaagd. De gemiddelde uitlooptijden van de 34 moederboomen en hun oculaties bedroegen resp. 26,8±1,09 en 38,7±1,22 dagen, terwijl de correlatie onbeteekenend is (coëfficiënt = +0,113± 0,169). Bij de op 22 Februari 1930 geplante exemplaren van dezelfde proef verschillen daarentegen de gemiddelde uitlooptijden van de 48 in leven gebleven moederboomen en van hun oculaties, welke resp. 41,3±2,11 en 42,3±1,53 dagen bedroegen, slechts zeer weinig. Blijkbaar waren hier de omstandigheden voor het uitloopen minder gunstig; een vrij groot aantal

moederboomen toch is geheel gestorven, terwijl verscheidene andere aan den top een eind instierven en dus abnormaal laag en laat uitliepen, hetgeen de afwijkende uitkomst verklaart. De correlatie was bij deze groep planten practisch nul, namelijk $+0{,}028 \pm 0{,}144$.

§ 7. De richting van den jongen uitlooper.

Wij willen dit hoofdstuk niet besluiten dan na melding te hebben gemaakt van een eigenschap van den jongen uitlooper, die bij de identificatie van zeer jonge oculaties — waarvoor het aantal kenmerken nog slechts uiterst gering is — goede diensten kan bewijzen; namelijk de richting, welke de nog zeer jonge uitlooper ten opzichte van den onderstam aanneemt.

Bij de meeste klonen groeit de pas gevormde uitlooper eerst een klein eindje schuin omhoog, om zich dan tamelijk plotseling verticaal om te buigen en evenwijdig met den onderstam, daarvan 1 à 2 cm verwijderd, door te groeien. Sommige klonen, zooals AV 71 en BD 5, vertoonen evenwel de eigenaardigheid, dat de uitloop onder een betrekkelijk grooten hoek uit den stam komt, eerst later geleidelijk verticaal omhoog gaat groeien, en dus een wijden boog vormt, tot het verticale stuk verscheiden cm naast den onderstam is gekomen. Deze eigenschap is voor de genoemde klonen zeer karakteristiek; weliswaar is de variabiliteit tusschen de afzonderlijke oculaties een vrij groote, zoodat allerlei overgangen naar de „normale" groeiwijze optreden.

In frappante tegenstelling hiermede staat het gedrag van onze kloon TMS 519, waarbij de uitlooper vrijwel onmiddellijk verticaal omhoog gaat groeien en dus vlak tegen den onderstam aangedrukt blijft. Deze eigenaardigheden van den uitlooper zijn wederom niet speciaal gebonden aan een op vreemden onderstam gezet oog, doch vertoonen zich evenzeer bij den tweeden uitloop, wanneer men de oculatie later een eindweegs boven de vergroeiingsplaats afzaagt.

HOOFDSTUK III - LENGTEGROEI EN BLADONTWIKKELING

§ 8. De periodieke groei van jonge Hevea.

De voor den groei van *Hevea* karakteristieke periodiciteitsverschijnselen vinden wij in de literatuur het eerst beschreven door HUBER (1898). Deze onderzoeker wijst er op, dat bij *Hevea brasiliensis* lengtegroei en bladontwikkeling niet continu verloopen, doch dat perioden van groei en vorming van nieuwe bladeren afwisselen met perioden, waarin althans de vergrooting van lengte en bladoppervlak tijdelijk tot rust komt. In overeenstemming met de terminologie, welke bij de seizoensperiodiciteit vertoonende Europeesche boomen toepassing vindt, bestempelt HUBER elk tusschen twee rustperioden nieuw gevormde verlengstuk van de as met de daaraan zittende bladeren met den naam van Trieb. VOLKENS (1912) spreekt van Blattschübe, doch vat hieronder feitelijk alleen de tusschen twee rustperioden nieuw gevormde bladeren samen.

De praktijk in Nederlandsch-Indië duidt den Trieb van jonge *Hevea*, wegens zijn eigenaardig uiterlijk, met de namen *bladverdieping* of *pajoeng* aan, welke termen wij ook in deze publicatie verder zullen bezigen. Daarbij nummeren wij de pajoengs steeds in volgorde van hun ontstaan. Bij zaailingen wordt dus de eerste pajoeng gevormd door het stengelstuk met de twee bladeren, welke rechtstreeks uit de plumula voortkomen; of, bij beschadiging daarvan, door het uit een okselknop van de cotyledonen ontstaande, van schubjes voorziene stengelstuk, dat aan zijn top wederom enkele bladeren draagt. De eerstgevormde bladverdiepingen dragen bij een jongen zaailing slechts weinig bladeren, terwijl dit aantal naar boven toe geleidelijk grooter wordt tot het normale aantal bereikt is. Bij een oculatie telt in den regel de eerste, door het uitloopen van het geïmplanteerde oog gevormde, pajoeng reeds ongeveer evenveel bladeren als de hoogere bladverdiepingen; hetzelfde is het geval bij de vorming van zijtakken of het daarmede overeenkomende uitloopen van een stump.

Zooals ook HUBER (l.c.) reeds vermeldt, heeft de vorming van pajoengs bij den jongen onvertakten boom met relatief korte tusschenpoozen plaats, zoodat per jaar verscheiden nieuwe bladverdiepingen ontstaan. Naarmate de boom ouder wordt en zich vertakt, waardoor het aantal vegetatiepunten toeneemt, krijgt men een vermindering in het aantal pajoengs, dat per jaar door elk vegetatiepunt wordt gevormd. Ten slotte wordt bij oudere boomen de toestand bereikt, waarin elk vegetatiepunt slechts één-, ten hoogste tweemaal per jaar een nieuwen pajoeng doet ontstaan. Wanneer deze jaarlijksche periodiciteit bereikt is, heeft de uitloop bij alle boomen van een

aanplant binnen een tijdsruimte van enkele weken en steeds in hetzelfde jaargetijde plaats. Bij een bepaalden boom heeft dan in den regel aan alle takken ongeveer gelijktijdig de vorming van nieuw blad plaats, nadat van te voren al het een jaar te voren gevormde blad is afgevallen. Bij jongere exemplaren is daarentegen de vorming van nieuwe pajoengs grootendeels onafhankelijk van den tijd van het jaar en staat zij evenmin in duidelijke betrekking tot den bladafval, zoodat hier gelijktijdig functionneerende bladeren van ongelijken leeftijd aanwezig zijn.

Het ontstaan van een nieuwe bladverdieping wordt door HUBER als volgt beschreven: „Die Knospen sind... durch kleine schuppenförmige Niederblätter gebildet, die über dem Vegetationspunkt dicht zusammenschlieszen. Beim Austreiben der Knospen lassen sich drei scharf abgegrenzte Phasen unterscheiden:

1. Starke Verlängerung der Achse, und zwar sowohl zwischen den oberen Knospenschuppen als zwischen den darauffolgenden jungen Blättern...
2. In der darauffolgenden Phase wachsen die Blätter aus und erreichen ihre definitive Grösze, bleiben jedoch noch schlaff hängend.
3. In der dritten Phase, die der definitiven Ausbildung der Gewebe im Blatt entspricht, richten sich die Blättchen allmählich auf und erreichen eine beinahe horizontale Lage und ihre characteristische Consistenz."

Daarna treedt, althans voor zoover uitwendig zichtbaar, een periode van volkomen rust in. Wij wijzen er echter reeds hier terloops op, dat deze beschrijving wel met de het meest voorkomende groeiwijze overeenkomt, doch dat vooral bij jonge boomen ook uitzonderingen op dezen regel voorkomen, welke wij nog uitvoeriger zullen bespreken.

Latere onderzoekers, die zich met de periodiciteit van *Hevea* bezig hielden, hebben voornamelijk aandacht gewijd aan bladval en uitloop van oudere boomen, met het doel, een betrekking tusschen deze verschijnselen en het klimaat te vinden. Ook bij SIMON (1914), die een aantal jonge planten observeerde, vinden wij slechts opgaven over den tijdsduur, noodig voor de vorming van een pajoeng. Een gedetailleerd experimenteel onderzoek omtrent de physiologische processen, welke zich bij den periodieken groei afspelen, bleef nog vrijwel achterwege, evenals een nadere anatomische en physiologische studie van de bladontwikkeling. Een voorloopige samenvatting der resultaten van een door KAIMAL verricht onderzoek naar den ontwikkelingsduur van de bladeren bij een jonge zaailing vinden wij in het jaarverslag van het R.R.I.M. over 1928 (pag. 43–44), terwijl ook VAN DER HOOP (1929) eenige waarnemingen omtrent de periodiciteit van jonge planten heeft gepubliceerd.

Aan de hand der resultaten van ons eigen onderzoek willen wij thans in de eerste plaats de *snelheid van den lengtegroei* nader in beschouwing nemen. Ten einde deze eigenschap na te gaan, werd van alle oculaties in onze proeven A t/m L twee maal per week en steeds op hetzelfde uur van

den dag de totale lengte van den uitlooper bepaald, gemeten van het midden der vergroeiing tot aan den groeitop. De uitkomsten dezer metingen werden op geheele cm afgerond, daar uit achtereenvolgende metingen in perioden van groeistilstand bleek, dat de onzekerheid van de metingen ongeveer 1 cm bedroeg.

In het normale geval, waarbij typische duidelijk gescheiden bladverdiepingen worden gevormd, ziet men nu uit de achtereenvolgens gemeten waarden voor de totale lengte, dat perioden van volkomen stilstand in den groei afwisselen met perioden, waarin groei plaats vindt. Deze afwisseling correspondeert ongeveer met die tusschen rust en activiteit van den groeitop, wat betreft de vorming van nieuwe bladeren. Zet men nu in een grafiek den tijd als abscis en de totale lengte van de oculatie als ordinaat af, dan ontstaat een groeikromme, welke is samengesteld uit S-vormige gedeelten, verbonden door horizontale stukken. De S-vormige gedeelten dezer curven geven het verloop van de groeisnelheid gedurende de vorming van een nieuwen pajoeng aan; wij zien dus, dat in dit tijdsverloop de snelheid van de verlenging aanvankelijk toeneemt, vervolgens een tijdlang bijna constant blijft, om ten slotte wederom geleidelijk tot nul te dalen.

Ten einde nu na te gaan, in hoeverre voor het verloop van de groeisnelheid tijdens de pajoengvorming algemeen geldende regels kunnen worden gegeven, hebben wij onderzocht, of dit verloop zich door een wiskundige formule laat weergeven. Van de voor dergelijke S-vormige groeikrommen opgestelde formules kwam hierbij in de eerste plaats in aanmerking de relatief eenvoudige formule van ROBERTSON, welke in vele gevallen getoond heeft, een zeer goede overeenstemming tusschen berekende en waargenomen waarden op te leveren. Zij luidt:

$$l\frac{x}{a-x} = K(t-T)$$

waarin voor ons geval x = de aangroeiing in lengte (lengte van den nieuw gevormden pajoeng) op het tijdstip t, a = de maximale lengte (lengte van den geheel uitgegroeiden pajoeng), K = een constante, en T = de tijd waarop de lengte $x = \frac{a}{2}$ wordt bereikt.

Wij hebben deze formule toegepast op 24 willekeurig gekozen pajoengs van 4 verschillende klonen. Bij de mathematische bewerking volgden wij VAN DE SANDE-BAKHUYZEN en ALSBERG (1927, pag. 176–177) en WALTHER (1928, pag. 201–202). De waarde T werd in eerste instantie berekend door lineaire interpolatie tusschen de twee het dichtst bij en aan weerskanten van $\frac{a}{2}$ gelegen waarden van x.

Hieronder vindt men voor elk der pajoengs, behalve de gevonden waarden van T (in dagen) en K, opgegeven: het aantal dagen (t) verloopen na de eerste waarneming van hernieuwde activiteit van den knop; de op deze tijdstippen geconstateerde waarden x (in cm) voor de toename in lengte na het tijdstip t = 0; en de uit de formule berekende waarden f voor

deze toename in lengte op dezelfde tijdstippen t. In verband met het boven medegedeelde omtrent de mate van nauwkeurigheid onzer metingen werden waarden van f, welke meer dan 1 cm met de correspondeerende waarden van x verschillen, cursief gedrukt.

Kloon Ct 88.

Proef A, boom 455, pajoeng 3. T = 16,7; K = 0,200.

t =	3	7	10	14	17	21	24	28	31
x =	0	1	4	16	36	60	67	67	68 = a
f =	0,1	0,8	3,0	15,2	36,3	59,8	*65,7*	67,7	67,9

Proef A, boom 455, pajoeng 4. T = 18,0; K = 0,160.

t =	4	7	11	14	18	21	25	28	32	35
x =	1	2	6	13	36	56	67	71	72	72=a
f =	0,4	1,2	5,1	13,4	*36,–*	*54,1*	66,9	70,2	71,6	71,9

Proef A, boom 456, pajoeng 3. T = 15,7; K = 0,185.

t =	3	7	10	14	17	21	24	28
x =	0	2	5	19	37	54	57	58 = a
f =	0,3	1,4	4,7	18,9	36,8	*52,5*	56,4	57,7

Proef A, boom 456, pajoeng 4. T = 16,65; K = 0,170.

t =	3	7	10	14	17	21	24	28	31
x =	1	2	5	17	39	61	69	70	71 (a=73)
f =	0,3	1,6	5,0	*19,1*	39,0	61,8	69,1	*72,1*	*72,7*

Proef A, boom 457, pajoeng 3. T = 16,16; K = 0,170.

t =	4	7	11	14	18	21	25	28
x =	1	2	8	20	45	60	66	67 = a
f =	0,6	1,8	7,8	*17,5*	45,1	*58,3*	65,0	66,3

Proef A, boom 457, pajoeng 4. T = 15,9; K = 0,155.

t =	4	7	11	14	18	21	25	28	
x =	1	4	11	28	53	68	78	79	(a = 80)
f =	1,1	3,3	11,8	27,0	*54,3*	68,8	77,0	78,9	

Kloon BD 5.

Proef A, boom 301, pajoeng 3. T = 10,6; K = 0,175.

t =	5	8	11	14	18	21	25	28
x =	2	7	14	21	25	26	26	26 = a
f =	2,5	6,8	14,0	20,7	24,7	25,6	25,9	26,0

Proef A, boom 301, pajoeng 4. T = 7,8; K = 0,200.

t =	3	7	10	14	17	21
x =	5	19	34	45	46	46 = a
f =	4,5	18,8	33,7	*43,5*	45,4	45,9

Proef A, boom 301, pajoeng 5. T = 14,6; K = 0,160.

t =	4	7	11	14	18	21	25	28	32
x =	1	3	9	22	38	45	48	49	49 = a
f =	1,0	2,8	*10,3*	21,8	38,1	44,7	47,9	48,7	48,9

Proef A, boom 303, pajoeng 3. T = 12,9; K = 0,175.

t =	3	7	10	15	18	21	24	28	31
x =	0	3	12	37	47	51	52	53	53 = a
f =	1,0	*4,5*	12,6	37,4	47,0	51,1	52,4	52,9	52,9

Proef A, boom 303, pajoeng 4. T = 11,6; K = 0,160.

t =	3	7	10	14	17	21	24	28
x =	1	6	17	33	41	46	47	47 = a
f =	1,9	*7,3*	16,8	33,3	41,3	45,6	46,5	46,9

Proef A, boom 303, pajoeng 5. T = 16,6; K = 0,175.

t =	4	7	11	14	18	21	25	28	32	35
x =	1	1	6	14	35	47	53	53	54	55=a
f =	0,3	1,1	5,2	14,3	35,1	47,0	53,2	*54,5*	54,9	54,9

Kloon BD 2.

Proef A, boom 284, pajoeng 3. T = 12,3; K = 0,195.

t =	5	8	11	14	18	21	25	28
x =	2	7	20	38	52	55	56	56 = a
f =	2,0	7,1	20,1	38,2	52,0	54,9	55,8	55,9

Proef A, boom 284, pajoeng 4. T = 11,5; K = 0,165.

t =	4	7	11	14	18	21	25	28
x =	3	8	25	39	50	53	54	54 = a
f =	3,0	8,3	24,4	38,9	49,7	52,6	53,7	53,9

Proef A, boom 284, pajoeng 5. T = 16,5; K = 0,130.

t =	4	7	11	14	18	21	25	29	32	36
x =	1	3	9	22	42	54	63	64	66	69=a
f =	1,6	3,8	*11,2*	22,2	42,1	54,8	63,9	*67,4*	*68,4*	68,8

Proef A, boom 296, pajoeng 2. T = 10,8; K = 0,210.

t =	4	7	11	14	19	22
x =	2	6	26	41	50	50 = a
f =	1,8	6,9	26,2	41,2	49,1	49,8

Proef A, boom 296, pajoeng 3. T = 14,5; K = 0,180.

t =	3	7	10	14	17	21	24	28
x =	1	3	10	31	50	66	68	68 = a
f =	0,6	2,9	9,1	30,5	50,2	*63,7*	*66,7*	67,7

Proef A, boom 296, pajoeng 4. T = 15,9; K = 0,170.

t =	3	7	10	14	18	21	25	28	31
x =	1	1	5	17	34	45	49	50	50 = a
f =	0,3	1,5	4,5	16,1	34,7	44,0	48,6	49,6	49,9

Kloon Tjir I.

Proef B, boom 640, pajoeng 2. T = 13,3; K = 0,140.

t =	3	7	10	14	17	21	25	28	31
x =	1	6	16	35	45	52	58	61	63 = a
f =	*2,2*	*7,3*	16,2	35,0	*48,4*	*58,1*	*61,6*	*62,4*	

Proef B, boom 640, pajoeng 3. T = 13,8; K = 0,135.

t =	4	8	11	15	19	22	25	28	32
x =	2	6	13	25	36	41	42	43	43 = a
f =	2,0	6,1	12,7	25,5	35,9	40,0	41,7	42,5	42,9

Proef B, boom 640, pajoeng 4. T = 14,0; K = 0,180.

t =	3	7	10	14	17	21	24	28
x =	1	3	10	28	39	49	51	51 = a
f =	0,5	2,7	*8,2*	*25,5*	39,6	48,3	50,2	50,8

Proef B, boom 642, pajoeng 2. T = 13,2; K = 0,160.

t =	4	8	11	15	19	22	25	28
x =	1	7	18	37	50	54	57	57 = a
f =	1,9	7,3	17,5	37,6	51,0	54,9	56,3	56,8

Proef B, boom 642, pajoeng 3. T = 15,2; K = 0,160.

t =	4	7	11	14	18	21	25	28
x =	2	3	9	21	40	48	54	54 = a
f =	*0,9*	2,5	9,5	21,1	39,8	48,3	*52,6*	53,5

Proef B, boom 642, pajoeng 4. T = 15,75; K = 0,160.

t =	3	7	10	14	17	21	24	28	31	35
x =	1	2	6	21	39	55	60	61	62	63=a
f =	0,6	2,4	6,8	21,6	38,6	55,0	60,1	*62,3*	62,7	62,9

Bij de beoordeeling dezer cijfers mag men niet uit het oog verliezen, dat een formule als die van ROBERTSON het groeiproces nooit volledig kan weergeven, doch steeds een meer of minder nauwkeurige benadering zal blijven. De formule kan ten hoogste (binnen de grenzen der waarnemingsfouten) met een ontwikkeling onder ideale gelijkmatige omstandigheden overeenstemmen. In werkelijkheid echter veranderen veelal de condities, waaronder het groeiproces plaats heeft, gedurende den groei, hetgeen het verloop zeer gecompliceerd maakt. Als typisch voorbeeld kunnen wij het effect van kleine beschadigingen op het verloop van den lengtegroei aanhalen, daar dit in onze proeven herhaaldelijk te constateeren viel. Wanneer b.v. het groeipunt onmiddellijk na het begin van de hernieuwde activiteit een geringe, aan de contrôle ontsnappende, beschadiging door mijten ondergaat, dan veroorzaakt dit in het begin van de groeiperiode een kleine vertraging in de lengtetoename. Heeft daarentegen zulk een beschadiging plaats bij de bovenste bladeren, dan kan de reeds met de vorming van bladeren opgehouden hebbende knop tot nieuwe bladvorming worden geprikkeld, hetgeen zich uit in een abnormale verlenging van het laatste stuk der groeikromme.

Houdt men met deze omstandigheden rekening, dan mag de overeenstemming tusschen de waargenomen en de uit de formule van ROBERTSON berekende lengten in het algemeen bevredigend worden genoemd, al zijn er een aantal vrij belangrijke afwijkingen te constateeren. Deze afwijkingen vertoonen in het algemeen geen bepaalde tendenz; dit feit en de betrekkelijk geringe mate van nauwkeurigheid der metingen hebben ons doen afzien van pogingen, om door toepassing van meer ingewikkelde formules de waarnemingsresultaten nog dichter te benaderen. Een uitzondering vormt pajoeng 2 van boom 640 (kloon Tjir I), die reeds in de grafiek door den abnormalen vorm van de bovenste helft der curve opviel; de waarde van K daalde hier gedurende het verloop van den groei voortdurend sterk, zoodat de experimenteel gevonden curve niet met de formule van ROBERTSON in overeenstemming kon worden gebracht. Waaraan deze abnormaliteit moet worden toegeschreven, valt niet te zeggen, daar uit den aard der zaak voor de berekeningen alleen op het oog normaal gegroeide pajoengs werden uitgekozen; wij vermoeden echter, dat het hier een onopgemerkt gebleven geval van zeer lichte mijtenschade betreft.

Wij komen dus tot de conclusie, dat de lengtetoename bij de normale vorming van een bladverdieping ongeveer volgens ROBERTSON's vergelijking verloopt. Voor de afzonderlijke pajoengs vonden wij waarden van de groeiconstante K, gelegen tusschen 0,130 en 0,210, dus betrekkelijk dicht bijeen.

Van een verband tusschen de waarde van K en de kloon was in onze cijfers niets te zien, evenmin als van een correlatie tusschen de grootte van dezen factor en de lengte van den pajoeng.

De ingetreden periode van activiteit van den eindknop wordt, behalve door de verlenging van de hoofdas, gekenmerkt door de *ontplooiing der bladeren*. Het tijdstip, waarop deze periode van activiteit intreedt, is vrij scherp waar te nemen, ook als nog geen meetbare verlenging heeft plaats gehad, en wel aan het uiteenwijken van de knopschubben, welke het vegetatiepunt bedekken. In onze proeven hebben wij dit moment aangeduid als het beginpunt van *stadium a*. Hierop volgt de naar boven toe aanvankelijk steeds sterkere strekking van de internodiën tusschen de knopschubben, terwijl al spoedig ook de eerste echte bladeren als kleine bruine puntjes zichtbaar worden. Tusschen knopschubben en echte bladeren vindt men in vele gevallen al of niet honing afscheidende overgangsvormen, zooals zij door PARKIN (1904) werden beschreven (zie ook FREY-HEUSSER-OSTENDORF, 1932, pag. 23).

De opgevouwen en tegen elkaar gedrukte bladschijven der bladeren wijken thans uiteen (stadium ab), waarna de schijven zich ontplooien. Met het tijdstip, waarop de bladschijven geheel vrij van elkaar zijn en zich als kleine donkerbruine vlakjes, stijf omlaag gericht, aan de zich verlengende bladstelen vertoonen, rekenen wij *stadium b* te zijn ingegaan. Terwijl de phase ab ongeveer met de periode van maximalen lengtegroei correspondeert, neemt de groeisnelheid gedurende het stadium b reeds snel in grootte af.

Zijn de bovenste bladeren gevormd, dan volgt de vorming der knopschubben van de volgende bladverdieping, waarna voor het vegetatiepunt wederom een periode van rust intreedt; de groei van het bovenste deel van den pajoeng gaat echter nog even door. Inmiddels groeien bladstelen en -schijven uit tot hun definitieve grootte; de laatste behouden eerst nog een tijdlang hun turgescentie en donkere kleur, doch verliezen daarna geleidelijk deze kleur, terwijl zij meer en meer slap gaan hangen. Dit *stadium c*, waarin de bladeren wel reeds hun definitieve grootte hebben bereikt, doch geelgroen zijn en slap neerhangen, valt ongeveer samen met het ophouden van den lengtegroei. Ten slotte worden de bladschijven wederom turgescent, zij richten zich op en worden donkergroen, welken eindtoestand wij als *stadium d* aanduiden. De eindknop maakt althans voor het oog een periode van volkomen rust door, tot stadium a van den volgenden pajoeng intreedt.

Alle bladeren van den pajoeng worden in korten tijd achtereen ontplooid, en ook tusschen de momenten, waarop bij onderste en bovenste bladeren de achtereenvolgende stadia ingaan, bestaat slechts een gering tijdsverschil. In onze proeven werd bij elke lengtemeting steeds ook het stadium van ontwikkeling genoteerd, waarin de pajoeng zich gemiddeld op dat tijdstip bevond; in verband met het boven gezegde mogen wij nu,

zonder een belangrijke fout te maken, deze beoordeeling wel als voor alle bladeren van den pajoeng geldig beschouwen.

Zooals reeds werd uiteengezet, levert de bovenbeschreven „normale" groeiwijze in de grafische voorstelling een lijn op, waarin telkens twee S-curven verbonden zijn door een horizontaal stuk. Dit laatste kan langer of korter zijn; het kan ook gereduceerd zijn tot één punt, zoodat twee (volledige) S-curven aan elkaar sluiten. In dit laatste geval heeft men dus geen periode van groeistilstand meer, doch nog wel een rustperiode van den eindknop, daar immers de bladvorming eerder ophoudt dan de lengtegroei. Wij vinden dan ook hier nog vrijwel het normale aantal knopschubben (ongeveer 8) aan het begin van den tweeden pajoeng. Het stadium a van deze laatste bladverdieping is, zooals uit het voorafgaande volgt, reeds ingetreden alvorens de bladeren van den vorigen pajoeng hun definitieve kleur en stand hebben bereikt.

Een stap verder in dezelfde richting vormt het geval, waarbij geen enkel punt van de groeicurve meer een horizontalen tangens bezit; de twee opeenvolgende S-curven vloeien nu ineen. Een periode van groeistilstand is er niet meer, slechts nog een vertraging in de snelheid van toename in lengte. Wanneer de „knik" in de curve tamelijk sterk is, heeft men nog wel een korte onderbreking in de bladvorming gehad; men vindt in zulk een geval een aantal knopschubben, doch minder dan er bij een normale pajoengvorming in den regel worden aangetroffen. Ziet men in de curve slechts een flauwe bocht, dan vindt men vrijwel geen schubben meer, doch wel veelal een of twee gereduceerde bladeren.

Langs deze overgangen komen wij ten slotte terecht bij de gewoonlijk met den naam *lampewisschers* aangeduide gevallen van continuen groei, met slechts geringe variaties in de groeisnelheid. De bladvorming gaat hierbij gelijkmatig door, van afzonderlijke pajoengs is niets meer te zien. De lampewisscher begint en eindigt op dezelfde wijze als een gewone pajoeng; men kan hem derhalve ook beschouwen als een gewone bladverdieping, waarvan de middelste periode (met vrijwel constante groeisnelheid) meer of minder sterk is verlengd. Zooals wij nog zullen zien kunnen bij eenzelfde kloon alle hier beschreven groeiwijzen optreden.

In de volgende paragrafen zullen wij den invloed van verschillende factoren op de snelheid van den lengtegroei nagaan. Daarbij dienen wij voor elken factor in de eerste plaats aandacht te wijden aan het tempo, waarin groei- en rustperioden elkaar opvolgen, dus aan den duur dezer perioden. Bij onze bewerking van de in onze proeven verzamelde gegevens hebben wij nu als beginpunt voor een nieuwe groeiperiode aangenomen het oogenblik, waarop aan de knopschubben van den eindknop de eerste teekenen van activiteit werden waargenomen. Dit punt is relatief met vrij groote scherpte te bepalen. De bepaling van het tijdstip, waarop de groeiperiode

een einde neemt en de rustperiode intreedt, is door directe waarneming moeilijk vast te stellen; immers het einde van de bladvorming komt reeds vroeger en kan ons dus niet van dienst zijn. Wij onderzochten dus uit de achtereenvolgende meetcijfers, na welk tijdstip geen meetbare verlenging meer had plaats gehad. Daar de metingen echter slechts op 1 cm nauwkeurig zijn en de groeisnelheid dicht bij de grens tusschen groei- en rustperiode slechts gering is, schuilt in de bepaling van deze grens een onzekerheid van ongeveer ½ week.

Naast den duur van groei- en rustperioden komt bij het onderzoek van den lengtegroei als belangrijk element naar voren de lengte der afzonderlijke bladverdiepingen. De totale snelheid van toename in lengte wordt immers door de frequentie en de lengte der pajoengs te zamen bepaald. Daar een pajoeng, welke zijn groeiperiode heeft afgesloten, door het uitloopen van de volgende bladverdieping niet weer opnieuw gaat groeien, konden wij de lengten der pajoengs uit onze meetstaten berekenen als verschillen tusschen de totale lengten na afsluiting der achtereenvolgende groeiperioden. Bij de berekening der gemiddelden, zoowel van den duur der groei- en rust-perioden als van de lengtecijfers, werden steeds de door mijten beschadigde of door andere vastgestelde oorzaak abnormaal ontwikkelde bladverdiepingen uitgeschakeld.

Evenals bij den uitlooptijd kunnen wij ook ten aanzien van den lengtegroei vier groepen van factoren onderscheiden, welke de snelheid daarvan zullen beïnvloeden; t.w.: 1⁰ factoren gelegen in de kloon (bovenstam), 2⁰ factoren gelegen in den onderstam, 3⁰ invloeden van de combinatie, en 4⁰ uitwendige omstandigheden. Wij beginnen met een bespreking van het vraagstuk, in hoeverre de snelheid van den lengtegroei op specifieke eigenschappen van het oculatiehout berust.

§ 9. **De lengtegroei als functie van de kloon.**

Zoowel Huber (1898) als Simon (1914) hebben reeds opgemerkt, dat even oude en onder dezelfde uitwendige omstandigheden verkeerende Hevea-zaailingen zich met betrekking tot de periodiciteit van bladvorming en lengtegroei zeer ongelijk gedroegen. Terwijl de eene plant in een periode van volkomen rust verkeerde, vertoonde bij een andere het vegetatiepunt maximale activiteit; verder bleek, dat het tijdsinterval tusschen het begin van de vorming van een nieuwen pajoeng en van dat van den volgenden niet bij alle planten even lang was. Beide onderzoekers trokken uit deze waarnemingen de conclusie, dat het rhythme der periodiciteit onafhankelijk was van de uitwendige (weers-)omstandigheden, en dat de geobserveerde verschillen moesten berusten op verschillen in de specifieke inwendige eigenschappen der individueele boompjes.

De bespreking van de vraag, in hoeverre deze conclusies juist waren, blijve tot later bewaard. Men mag echter uit deze proeven in elk geval nog

Kloon	Aantal boomen	Pajoeng 1		Pajoeng 2		Pajoeng 3		Pajoeng 4	
		groei	rust	groei	rust	groei	rust	groei	rust
Groepen 1.									
AV 33.....	16	7,0	14,4 ±0,52	7,0 ±0,31	9,8 ±0,57	6,5 ±0,25	5,7 ±0,36	6,8 ±0,29	4,9 ±0,20
AV 49.....	20	7,2	10,1 ±0,63	6,4 ±0,29	6,5 ±0,51	6,2 ±0,14	4,0 ±0,13	6,3 ±0,14	3,2 ±0,19
AV 50.....	19	7,5	10,5 ±0,74	6,2 ±0,25	5,8 ±0,35	6,6 ±0,24	3,4 ±0,21	6,1 ±0,15	3,3 ±0,17
AV 71.....	21	7,1	10,9 ±0,70	6,1 ±0,30	9,7 ±0,74	6,4 ±0,18	4,9 ±0,19	6,9 ±0,17	3,7 ±0,19
AV 80.....	21	7,8	14,0 ±0,70	6,2 ±0,29	8,8 ±0,51	6,2 ±0,16	5,5 ±0,17	6,6 ±0,18	4,7 ±0,22
AV 163.....	13	6,9	11,9 ±0,72	6,3 ±0,33	7,1 ±0,87	6,0 ±0,23	4,4 ±0,21	5,9 ±0,18	3,7 ±0,21
AV 152.....	17	9,1	15,8 ±0,76	6,0 ±0,27	12,6 ±0,74	6,4 ±0,12	6,6 ±0,34	6,9 ±0,19	4,7 ±0,27
BD 5.....	19	7,1	14,5 ±0,49	5,9 ±0,19	8,5 ±0,51	5,9 ±0,14	4,6 ±0,18	5,6 ±0,17	4,1 ±0,28
BD 10.....	16	7,4	11,6 ±0,62	6,1 ±0,23	10,9 ±0,41	6,6 ±0,22	4,4 ±0,27	5,8 ±0,16	3,8 ±0,14
Tjir XVI....	13	8,3	14,5 ±1,09	6,6 ±0,24	8,5 ±0,58	6,6 ±0,23	3,9 ±0,33	6,5 ±0,18	3,1 ±0,27
War 1.....	16	8,0	20,9 ±0,99	7,0 ±0,16	12,8 ±0,70	7,5 ±0,27	6,1 ±0,26	7,8 ±0,40	5,3 ±0,42
Ct 88.....	14	9,1	15,2 ±0,45	6,4 ±0,33	11,9 ±0,69	6,8 ±0,19	7,7 ±0,37	8,1 ±0,34	8,0 ±0,58
BR 1.....	20	8,0	16,7 ±0,72	6,1 ±0,17	10,9 ±0,71	6,5 ±0,17	4,9 ±0,21	6,6 ± 0,21	3,4 ±0,26
BR 2.....	18	6,9	16,0 ±0,76	5,9 ±0,21	10,3 ±0,90	5,9 ±0,16	4,2 ±0,20	6,0 ±0,33	2,6 ±0,39
Groepen 3.									
AV 35.....	23	8,2	14,2 ±0,58	5,6 ±0,22	8,6 ±0,63	6,5 ±0,14	6,7 ±0,75	7,5 ±0,29	6,2 ±0,42
AV 163.....	17	7,9	12,8 ±0,62	5,6 ±0,15	6,3 ±0,32	5,6 ±0,19	4,5 ±0,21	5,9 ±0,22	4,2 ±0,23
BD 2.....	24	7,5	13,4 ±0,33	5,8 ±0,21	8,7 ±0,56	6,3 ±0,18	5,0 ±0,36	6,8 ±0,18	4,1 ±0,21
Tjir I	19	7,1	13,8 ±0,89	5,4 ±0,21	6,3 ±0,44	5,9 ±0,22	4,4 ±0,41	5,9 ±0,15	4,6 ±0,26
Tjir XVI....	7	6,7	14,7 ±1,15	6,7 ±0,19	5,7 ±0,68	6,3 ±0,18	3,7 ±0,52	6,7 ±0,33	3,7 ±0,34
Groepen 4.									
Tjir XVI.....	6	8,7	13,7 ±1,57	5,8 ±0,40	7,3 ±1,14	6,0 ±0,26	4,3 ±0,21	6,2 ±0,40	4,5 ±0,62
Groepen 5.									
Ct 88.....	14	6,1	15,6 ±0,47	5,6 ±0,14	13,7 ±1,11	6,8 ±0,23	8,8 ±0,53	7,6 ±0,37	6,1 ±0,51

Tabel V. Proef A. Lengte van groei- en rustperioden (in halve weken).

niet de gevolgtrekking maken, dat de waargenomen verschillen in het gedrag der afzonderlijke individuen verband houden met verschillen in de genetische constitutie der proefplanten. Het zou immers ook mogelijk zijn, dat zij grootendeels berustten op factoren van meer toevalligen aard, namelijk op den invloed van kleine verschillen in grondgesteldheid, beschadigingen e.a. uitwendige omstandigheden. Wil men de uitwerking van beide mogelijke oorzaken — erfelijke en niet-erfelijke factoren — van elkaar scheiden, dan moet men groepen van planten met gelijk genotype onderling vergelijken; m.a.w. men moet de proef nemen met een flink aantal individuen van verschillende klonen. Wij hebben zulk een onderzoek uitgevoerd in proef A, waarvan hieronder de resultaten volgen.

De lengtemetingen werden bij deze proef verricht tot de planten 2 m hoogte hadden bereikt, met dien verstande, dat de metingen minstens tot het begin van den vijfden pajoeng werden voortgezet, en dat, wanneer gedurende den groei van een gemeten pajoeng de 2 m werden overschreden, de serie metingen eerst bij het begin van de vorming der volgende bladverdieping werd gestaakt. In alle gevallen werden „normale" pajoengs gevormd; slechts zeer zelden was er tusschen twee achtereenvolgende groeiperioden geen periode van stilstand in den groei. Bij de bewerking der cijfers werden alle groepen met minder dan 13 oculaties uitgeschakeld ter wille van de betrouwbaarheid der resultaten. Slechts ten aanzien van kloon Tjir XVI (groepen 3 en 4) werd in dit opzicht een uitzondering gemaakt, daar deze kloon de eenige was, waarvan op drie verschillende tijdstippen geplante oculaties konden worden vergeleken.

Den gemiddelden duur van groei- en rustperioden der eerste vier pajoengs vindt men weergegeven in tabel V. Als tijdseenheid werd gekozen het interval tusschen twee opeenvolgende contrôles, dus een periode van gemiddeld een halve week. Verder moet men rekening houden met de omstandigheid, dat de gemiddelden, door het uitschakelen van door mijten e.d. beschadigde pajoengs, soms werden berekend uit een kleiner aantal waarnemingen dan het in de 2e kolom van de tabel opgegeven aantal boomen per kloon.

Beschouwen wij nu in de eerste plaats het verloop van de waarden voor den duur der groeiperioden van den tweeden, derden en vierden pajoeng bij elke kloon afzonderlijk, dan blijkt hiervoor geen algemeene regel te kunnen worden opgegeven. Nu eens is de gemiddelde groeiperiode van pajoeng 2 het langst, dan weer die van een der beide andere pajoengs. Dit wijst er op, dat de weersomstandigheden op den duur der groeiperioden slechts een geringen invloed kunnen hebben: de planten kwamen immers tegen het einde van den natten moeson in den grond, zoodat de 2e en 3e pajoengs zich in het algemeen ontwikkelden in perioden met geringer regenval dan gedurende den groei van den eersten pajoeng heerschte; de 4e pajoeng ontwikkelde zich veelal in het begin van den volgenden Westmoesson. Een-

Kloon	Aantal boomen	Groeiperioden				Rustperioden			
		Paj. 1	Paj. 2	Paj. 3	Paj. 4	Paj. 1	Paj. 2	Paj. 3	Paj. 4
Groepen 1									
AV 33.....	16		16,6	14,7	12,8	13,6	22,5	22,4	11,7
AV 49.....	20		17,8	9,7	9,9	26,7	31,4	13,8	25,3
AV 50.....	19		15,4	10,2	10,5	29,6	23,5	25,7	21,8
AV 71.....	21		18,5	12,3	12,0	28,8	28,6	17,2	22,3
AV 80.....	21		20,8	11,0	12,2	22,1	25,5	13,6	20,6
AV 163....	13		17,5	13,0	10,5	20,9	40,9	16,3	19,5
AV 152....	17		16,0	7,6	10,3	18,5	23,4	20,6	21,1
BD 5.....	19		13,4	10,0	13,1	14,4	25,3	16,4	28,5
BD 10.....	16		14,8	13,0	10,8	19,2	14,5	24,0	13,9
Tjir XVI...	13		10,6	11,5	9,7	25,0	21,9	28,3	29,9
War 1.....	16		8,7	14,1	14,5	16,5	21,3	16,2	22,9
Ct 88	14		17,9	10,0	13,9	9,8	20,0	17,2	24,0
BR 1	20		11,8	11,5	13,9	18,2	27,4	18,8	34,3
BR 2	18		14,8	11,2	22,2	19,6	36,2	20,2	60,7
Groepen 3									
AV 35	23		15,3	10,0	13,5	19,1	28,6	52,8	23,7
AV 163....	17		10,4	13,8	14,6	19,3	20,3	19,0	22,2
BD 2	24		17,3	13,6	12,2	11,6	30,2	34,2	23,2
Tjir I	19		16,2	16,0	10,9	26,7	29,6	39,4	24,0
Tjir XVI ..	7		6,9	7,2	11,1	19,1	29,2	34,5	20,5
Groepen 4									
Tjir XVI ..	6		15,4	9,7	14,6	25,6	34,9	10,9	30,9
Groepen 5									
Ct 88	14		9,0	11,8	13,0	10,9	29,2	20,8	22,2
Gemiddelden .			14,52	11,52	12,68	19,77	26,88	22,95	24,91

Tabel VI.

Proef A. Variabiliteitscoëfficiënten der lengten van groei- en rustperioden.

zelfde conclusie kan worden getrokken uit de onderlinge vergelijking der verschillende groepen van Tjir XVI of van Ct 88, welke immers op tamelijk ver uiteenliggende tijdstippen werden geplant.

De verschillen tusschen de gemiddelden der opeenvolgende pajoengs bedragen meestal slechts enkele tienden en zijn dan — zooals uit de eveneens in de tabel opgenomen middelbare fouten kan worden afgeleid — niet betrouwbaar. In sommige gevallen vinden wij echter wèl een betrouwbaar verschil; zoo bijv. bij AV 35 groep 3, waar tusschen pajoengs 3 en 2 een verschil van 0,9 $\pm$ 0,26, tusschen pajoengs 4 en 3 een van 1,0 $\pm$ 0,32 wordt aangetroffen. Een globale berekening van de betrouwbaarheid der verschillen in de tabel kan worden gebaseerd op het feit, dat de middelbare fouten der gemiddelden schommelen om een gemiddelde in de buurt van 0,25. Nemen wij dit laatste getal als basis, dan zouden de verschillen dus middelbare fouten van 0,25 $\sqrt{2}$ of ongeveer 0,35 bezitten. Indien wij nu als voldoende betrouwbaar aannemen elk verschil, dat gelijk aan of grooter is dan twee maal zijn middelbare fout — dus waarvan de richting met een waarschijnlijkheid van 97½% niet alleen aan het toeval te wijten is — dan mogen wij dus in ons geval verschillen van 0,7 of grooter voldoende betrouwbaar noemen.

Van de eerste pajoengs is wèl de gemiddelde duur in de tabel opgenomen, opdat men kan nagaan, in welken tijd van het jaar de ontwikkeling der achtereenvolgende pajoengs plaats heeft gehad. Wij hebben echter afgezien van een verdere bewerking dezer cijfers, daar bij vele klonen enkele der oculaties een abnormaal lange groeiperiode van den eersten pajoeng vertoonden, terwijl de meerderheid der individuen waarden van dezelfde grootte als bij de hoogere pajoengs te zien gaf. Deze afwijkingen schrijven wij althans ten deele toe aan het te gronde gaan van de hoofdknop vlak na het uitloopen en het daarna in de plaats er van uitgroeien van een der bijknoppen. De planten werden evenwel in deze periode niet nauwkeurig genoeg geobserveerd om in alle gevallen de juiste oorzaak te kunnen opgeven.

In tabel VI zijn opgenomen de variabiliteitscoëfficiënten, behoorende bij de gemiddelden van tabel V; groei- en rustperioden werden apart gehouden. De variabiliteit van den duur der groeiperiode schommelde in het algemeen bij de verschillende klonen tusschen 10 en 20%; een bepaalde tendenz kunnen wij uit deze getallen niet afleiden. In overeenstemming met dit laatste vertoonen ook de gemiddelden per pajoeng voor de pajoengs 2, 3 en 4 slechts kleine verschillen zonder bepaalde tendenz. Het algemeen gemiddelde voor de drie genoemde pajoengs ligt in de buurt van 13%.

Bezien wij nu in tabel V de kloongemiddelden, welke op eenzelfde pajoeng betrekking hebben, dan blijken deze voor pajoeng 2 uiteen te loopen van 5,4 tot 7,0; voor pajoeng 3 zijn de grenzen 5,6 en 7,5; voor pajoeng 4 vinden wij waarden van 5,6 tot 8,1. De geconstateerde kloonsverschillen bezitten dus, zooals uit onze beschouwing over de betrouwbaarheid dezer

verschillen in het algemeen reeds waarschijnlijk is en door narekening van eenige afzonderlijke gevallen werd bevestigd, voor een deel ruim voldoende betrouwbaarheid wat hun richting betreft. Verder zien wij bijvoorbeeld, dat bij de groepen 1 kloon BD 5 in alle drie de pajoengs den kleinsten groeiduur vertoont. Kloon BR 2 had in pajoengs 2 en 3 dezelfde groeiperiode als BD 5 en was t.o.v. pajoeng 4 op drie na het nummer met den kortsten groeiduur. Aan den anderen kant laat War 1 twee maal het hoogste en in pajoeng 4 op één na het hoogste gemiddelde zien, terwijl Ct 88 eveneens in alle drie de pajoengs tot het viertal met de langste groeiperiode behoort. Wij hebben dus klonen, die — althans voor de omstandigheden van de proef en binnen de grenzen der observatieperiode — steeds een relatief langen tijd voor de vorming van een nieuwen pajoeng noodig hebben, en andere, die door een relatief korte groeiperiode gekenmerkt zijn.

Wat den relatieven duur der *rustperioden* van de eerste vier pajoengs betreft, vertoonen de afzonderlijke klonen een veel uniformer beeld dan hierboven voor de groeiperioden werd geschetst. Bij alle klonen bezit de rustperiode van pajoeng 1 — waaronder wij dus verstaan de periode van groeistilstand, gelegen tusschen de vorming van eerste en tweede bladverdieping — een lengte, welke aanmerkelijk grooter is dan de bijbehoorende groeiperiode. De tweede rustperiode is steeds korter dan de eerste, en nog bijna altijd langer dan de er aan voorafgaande groeiperiode. De derde rustperiode is wederom in alle gevallen korter dan de tweede, en meestal korter dan de groeiperiode van pajoeng 3. De vierde rustperiode eindelijk duurt bij alle klonen korter dan de groeiperiode van pajoeng 4, en is ook in bijna alle gevallen korter dan de vorige rustperiode. Uitzonderingen in dit opzicht vormen slechts kloon Tjir XVI groep 3, waarbij 3e en 4e pajoeng een even lange rustperiode bezitten; benevens Tjir I groep 3 en Tjir XVI groep 4, waar de 4e rustperiode iets langer is dan de derde, echter met een weinig betrouwbaar verschil.

Over het algemeen zien wij dus, dat bij de eerste vier pajoengs de rustperiode steeds korter wordt. Bedenken wij nu, dat gedurende de ontwikkeling althans van de eerste drie pajoengs de weersomstandigheden daarvoor zeker niet gunstiger werden, dan mogen wij concludeeren, dat in het onderhavige geval regenhoeveelheid en andere meteorologische omstandigheden slechts een relatief geringen invloed op den duur der rustperioden hebben gehad. Een dergelijke conclusie kunnen wij trouwens ook hier weer trekken bij vergelijking der gemiddelden van de tot verschillende groepen behoorende oculaties van Ct 88 en Tjir XVI, welke slechts geringe verschillen zonder bepaalde tendenz vertoonen.

De variabiliteitscoëfficiënten der rustperioden loopen sterker uiteen dan bij de groeiperioden het geval was. Ook de gemiddelden dezer coëfficiënten voor de afzonderlijke pajoengs verschillen nog al, zonder dat echter van een bepaald verloop sprake is. De waarden zijn in het algemeen aanmer-

kelijk hooger dan bij de groeiperioden, hetgeen op een grootere „gevoeligheid" ten aanzien van toevallige factoren wijst. Het algemeen gemiddelde der variabiliteitscoëfficiënten ligt in de buurt van 23,6%. Nemen wij voor een globale berekening 25% als basis, dan wordt bij een eveneens als gemiddelde aangenomen aantal boomen per kloon van 17 de middelbare fout van het gemiddelde gelijk aan $\frac{0{,}25\,\bar{x}}{4}$. De middelbare fout van het verschil tusschen twee gemiddelden kunnen wij derhalve stellen op $0{,}0625\sqrt{2}$. $\sqrt{\bar{x}_1^2+\bar{x}_2^2}$, of, bij benadering op $0{,}09\,\frac{\bar{x}_1+\bar{x}_2}{2}$. In het algemeen mag men dus verschillen tusschen den gemiddelden duur van rustperioden als betrouwbaar beschouwen, wanneer zij minstens 18% van de halve som dezer gemiddelden bedragen.

Op grond hiervan mogen wij dus in het algemeen bij de afzonderlijke klonen het verschil tusschen den duur der rustperioden van eersten en tweeden, of van tweeden en derden pajoeng als reëel beschouwen. De verschillen tusschen derden en vierden pajoeng zouden wiskundig veelal weinig betrouwbaar zijn; het feit echter, dat vrijwel alle klonen een soortgelijk gedrag vertoonen, doet ons toch concludeeren, dat in onze proef de rustperiode tot en met den vierden pajoeng steeds korter wordt.

De verschillen tusschen de op denzelfden pajoeng betrekking hebbende kloongemiddelden blijken eveneens grootendeels voldoende betrouwbaar. Rangschikt men verder de klonen naar volgorde van den duur der rustperioden, dan ziet men wederom — evenals bij de groeiperioden —, dat sommige klonen voor de opeenvolgende pajoengs sterk uiteenloopende rangnummers ontvangen; andere klonen daarentegen behouden ten naasten bij dezelfde plaats op de lijst. Zoo behooren AV 49 en AV 50 steeds tot de vier klonen met de kortste rustperioden, terwijl War 1 zijn plaats onder de drie nummers met den langsten duur der rustperiode handhaaft.

De verschillen tusschen de kloongemiddelden zijn verder bij de rustperioden relatief veel grooter dan bij de groeiperioden; terwijl ze hier voor pajoengs 2, 3 en 4 in maximo slechts 17, 23 en 37% bedragen, vinden wij bij de rustperioden verschillen van resp. 70, 75, 77 en 102% (uitgedrukt als verschillen tusschen de extremen in % van het gemiddelde dezer twee waarden). In absolute eenheden uitgedrukt, leveren de groeiperioden maximale verschillen op van 1,1- 1,6- 2,5 tegen de rustperioden resp. 10,8- 7,0- 4,3 en 5,4 halve weken. Uit dit laatste volgt, dat in het algemeen de verschillen in den totalen ontwikkelingsduur der pajoengs (dus groei- en rustperiode samen) bij de objecten van een bepaalde proef in hoofdzaak worden teweeggebracht door verschillen in den duur der rustperiode. Wij mogen dus bij onze proeven in de meeste gevallen, in plaats van voor alle objecten den duur van groei- en rustperioden afzonderlijk te bepalen, de som dezer twee nemen. Behalve een besparing op het aantal becijferingen levert deze vereenvoudiging veelal een verhooging der nauwkeurigheid op,

Kloon	Aantal boomen	Lengte der pajoengs				Variabiliteitscoëfficiënten			
		Paj. 1	Paj. 2	Paj. 3	Paj. 4	Paj. 1	Paj. 2	Paj. 3	Paj. 4
Groepen 1									
AV 33..	16	34,4 ±2,07	43,7 ±2,27	56,4 ±1,91	58,6 ±1,61	23,3	19,4	12,6	8,3
AV 49..	20	43,7 ±1,48	45,3 ±3,09	50,7 ±1,92	61,7 ±1,26	14,4	27,3	16,5	8,9
AV 50..	19	55,3 ±1,57	47,3 ±1,91	45,8 ±1,28	55,0 ±0,99	12,1	16,1	11,9	7,6
AV 71..	21	35,3 ±1,74	35,9 ±1,56	48,9 ±2,65	51,0 ±0,95	22,0	16,3	24,2	8,3
AV 80..	21	43,1 ±1,33	40,9 ±1,77	47,1 ±1,72	51,7 ±1,20	13,1	18,9	15,9	10,1
AV 163.	13	53,5 ±2,66	47,0 ±1,69	44,9 ±2,93	46,8 ±1,06	17,2	11,9	22,6	7,8
AV 152.	17	38,6 ±2,14	32,7 ±1,76	55,5 ±1,97	44,5 ±1,82	21,5	21,5	14,2	15,3
BD 5...	19	41,4 ±1,70	33,3 ±1,97	44,5 ±1,96	47,8 ±0,61	17,4	25,1	18,6	5,4
BD 10..	16	42,1 ±2,47	40,4 ±1,53	51,2 ±2,32	50,1 ±1,33	21,9	14,7	17,5	10,3
Tjir XVI	13	43,2 ±2,46	39,2 ±2,25	47,8 ±2,27	51,4 ±0,82	19,8	18,1	15,8	5,5
War 1 ..	16	52,2 ±2,99	52,9 ±3,78	74,2 ±2,02	78,6 ±3,90	19,9	27,6	10,5	14,1
Ct 88...	14	51,6 ±3,42	45,8 ±2,17	65,2 ±1,82	74,9 ±1,20	22,0	16,4	10,1	5,3
BR 1...	20	40,2 ±2,10	40,0 ±2,26	60,5 ±2,59	58,7 ±1,73	22,8	24,0	18,7	12,8
BR 2...	18	37,1 ±2,25	31,3 ±2,48	42,6 ±3,26	36,7 ±1,16	25,1	32,6	31,6	13,0
Groepen 3									
AV 35..	23	49,8 ±2,85	41,3 ±2,57	54,6 ±1,91	75,3 ±2,14	26,9	24,2	16,4	9,8
AV 163.	17	48,7 ±2,21	39,8 ±1,51	45,8 ±1,40	46,3 ±1,14	18,2	15,1	12,3	9,8
BD 2...	24	40,3 ±1,43	45,0 ±2,20	59,4 ±2,10	63,1 ±1,50	16,7	23,5	16,6	10,9
Tjir I ..	19	33,0 ±1,85	27,4 ±1,73	38,7 ±1,20	48,7 ±1,31	23,1	26,9	13,2	11,4
Tjir XVI	7	45,3 ±1,74	37,6 ±2,54	42,7 ±3,19	53,3 ±1,54	9,4	16,6	18,3	6,5
Groepen 4									
Tjir XVI	6	32,2 ±3,78	30,8 ±2,24	41,0 ±3,85	51,8 ±1,52	26,3	16,2	21,0	6,5
Groepen 5									
Ct 88...	14	49,4 ±2,59	44,1 ±3,73	62,1 ±3,33	72,5 ±3,01	18,9	30,5	18,6	11,0
Gemiddelden						19,62	21,09	17,00	9,46

Tabel VII Proef A. Lengte der pajoengs in cm.

daar immers het begin van de groeiperiode scherper kan worden waargenomen dan het einde daarvan.

Thans dienen wij ons nog met de *lengten der pajoengs* in proef A bezig te houden. Men vindt de gemiddelden (in cm) daarvan, met hun middelbare fouten en variabiliteitscoëfficiënten, samengebracht in tabel VII. Ook hier kunnen wij uit de cijfers geen algemeenen regel trekken voor het verloop der lengten van de achtereenvolgende pajoengs van dezelfde kloon; integendeel lijken de cijfers vrij grillig te verloopen. Ten aanzien van de variabiliteit zien wij het eigenaardige en voorshands nog onverklaarbare feit, dat, terwijl de eerste drie pajoengs waarden voor den variabiliteitscoëfficiënt laten zien, welker gemiddelden niet veel van 20% afwijken, de vierde bladverdiepingen een ongeveer de helft lager gemiddelde laten zien.

Bij een variabiliteit van 20% zouden, zooals een soortgelijke berekening als wij voor den duur der rustperioden maakten, ons leert, verschillen tusschen de gemiddelden van 14% nog juist betrouwbaar zijn. De geconstateerde kloonsverschillen gaan ook hier wederom voor een groot deel boven deze grens uit, evenals de verschillen tusschen de opeenvolgende pajoengs van eenzelfde kloon. Wij merken verder nog op, dat kloon BR 2 steeds tot de drie klonen met de kortste bladverdiepingen behoort, War 1 daarentegen tot de drie nummers met de langste pajoengs. Uit de cijfers van Tjir I en Ct 88 mogen wij wederom tot een betrekkelijk kleinen invloed van den tijd van planten concludeeren.

Vatten wij het boven besprokene samen, dan voeren de resultaten van proef A ons dus tot de conclusie, dat de verschillen in de specifieke, genotypisch vastgelegde, eigenschappen der klonen zich uiten in een zoodanig uiteenloopende reactie op bepaalde — voor alle klonen gelijke — omstandigheden, dat hierbij (ten deele aanzienlijke) verschillen in den duur van groei- en rustperioden en in de lengte der pajoengs optreden.

Wij willen thans nagaan, welke beteekenis deze uitkomsten hebben voor de selectie. Het spreekt wel vanzelf, dat men bij selectie op groeisnelheid het oog zal richten op de typen met den snelsten groei. Wij hebben nu gezien, dat ten opzichte van den duur der groeiperioden — dus van de snelheid, waarmede de pajoengs worden gevormd — slechts onbelangrijke verschillen tusschen de klonen bestaan, zoodat deze factor als selectiemoment niet in aanmerking komt.

De beide andere elementen: pajoenglengte en duur der rustperioden (dus de frequentie der pajoengvorming) geven grootere kloonsverschillen te zien, zoodat hier selectie meer succes belooft. Van deze twee factoren is echter ook de pajoenglengte *op zichzelf* van minder belang; het is ons immers niet om hooge boomen, doch om dikke te doen. Alleen dàn zou de pajoenglengte dus als selectiemoment dienst kunnen doen, wanneer zij met andere

gewenschte eigenschappen gecorreleerd zou zijn. Eenige van deze correlaties zullen in de volgende paragrafen nader worden besproken.

Voorloopig blijft dus slechts de frequentie der pajoengvorming als mogelijk selectiemoment over; en deze is stellig een der factoren, welke de geheele ontwikkeling van den boom sterk beïnvloedt. COSTER (1927, 1928) kon namelijk uit zijn eigen onderzoek van op Java groeiende boomsoorten en uit de Europeesche literatuur over seizoensperiodiciteit de conclusie trekken, dat in normale gevallen diktegroei (dus cambiale werkzaamheid) uitsluitend tot stand komt onder invloed van een impuls, uitgaande van (meer apicaal gelegen) groeiende organen. Ook het omgekeerde is het geval, zoodat bij jonge *Hevea* elke nieuwe periode van pajoengvorming het cambium van den stam actief zal maken. Het gevolg van cambiale werkzaamheid is steeds de vorming van groeiringen in het hout; en inderdaad treft men bij jonge *Hevea*planten zulke ringen aan, welke ieder met een pajoeng correspondeeren (COSTER 1927, pag. 100; VROLIJK en RAMAER 1929). In overeenstemming hiermede bleek later nog, dat typische lampewisschers de groeiringen in het hout missen.

Van welken aard de invloed van het groeiende orgaan op de lager gelegen cambiale weefsels is, heeft COSTER niet onderzocht; zijn opvatting, dat er een zich door den bast omlaag bewegende stoffelijke invloed in het spel zou zijn, heeft inmiddels door het onderzoek van WENT (1928) zeer aan waarschijnlijkheid gewonnen en werd door RAMAER op grond van het resultaat van eigen (niet gepubliceerd) onderzoek bevestigd.

Het bovenstaande impliceert echter nog volstrekt niet, dat wij door selectie op frequente pajoengvorming een belangrijken stap vooruit zouden doen in de richting van eerder tapbare en sneller groeiende boomen. Bij het vraagstuk der snelheid van omtrektoename op ouderen leeftijd spelen immers nog een aantal andere factoren een groote rol, zooals het type van vertakking, de leeftijd waarop seizoensperiodiciteit intreedt enz. Voordat wij dus conclusies mogen trekken omtrent een verband tusschen de frequentie der pajoengvorming op jongen leeftijd en den lateren diktegroei van den boom zal deze correlatie eerst experimenteel moeten worden onderzocht.

Intusschen is een hooge frequentie der pajoengvorming bij jonge planten op zichzelf reeds een zeer gewenschte eigenschap. De activeerende invloed toch, dien de zich vormende pajoeng op het cambium uitoefent, maakt tevens, dat in het reeds verkurkte gedeelte van den stam bast en hout gemakkelijk van elkaar loslaten en een ingebracht oog gemakkelijk aanslaat (zie het verzamelreferaat van PRIESTLEY 1930). Voor Hevea hebben MANN (1929) dit ten aanzien van den onderstam, VROLIJK en RAMAER (1929) ook ten opzichte van het oculatiehout aangetoond. Uit de laatste publicatie in het bijzonder blijkt, dat de slaging een minimale waarde bereikt, wanneer de eindknop van (onderstam en) oculatiehout sinds eenigen tijd in een periode van rust verkeert. Bij het opnieuw uitloopen stijgt echter de slagings-

kans der oogen, om een maximum te bereiken wanneer de nieuwe pajoeng in het stadium *b* is gekomen.

Men heeft in het algemeen waargenomen, dat de cambiale werkzaamheid nog een tijdlang voortgaat, nadat de nieuwe organen reeds gevormd zijn; weliswaar neemt de mate van activiteit voortdurend af (COSTER l.c.; vergelijk ook de diktegroeicurven voor *Hevea* van PETCH 1916). COSTER verklaart dit, doordat behalve de eindknop ook bladeren en andere deelen van het nieuw gevormde orgaan een invloed op het cambium uitoefenen. In dit verband willen wij nog wijzen op het onderzoek van OOSTERHUIS (1931), die bij stengels van *Asparagus* een invloed van de zijknoppen op de regulatie van den lengtegroei kon aantoonen. Het verloop van de slaging bij *Hevea*-oculaties is hiermede in overeenstemming (VROLIJK en RAMAER l.c.); slechts vindt men hier in den dalenden tak een secundair minimum in stadium c, dat vermoedelijk door de groote waterbehoefte van de snel in grootte toenemende bladeren wordt veroorzaakt.

Uit het hier gezegde mogen wij dus opmaken, dat lange rustperioden bij een bepaalde kloon telkens een diep slagingsminimum bij het oculeeren geven. Bovendien heeft men in dit geval bij het „voor de hand weg" snijden van oculatiehout relatief veel kans om stokken te treffen, welke juist hun rustperiode doormaken. Wij meenen dan ook hierin de verklaring te mogen zoeken van de omstandigheid, dat de eenige jaren geleden veel gebruikte kloon Ct 88 met zijn lange rustperioden vaak aanleiding gaf tot klachten over een geringe slaging.

Daar ons streven uitgaat naar klonen, welke zich gemakkelijk laten oculeeren, zullen wij derhalve ceteris paribus aan typen met een hooge frequentie van pajoengvorming de voorkeur geven. In deze omstandigheid schuilt dus in hoofdzaak het belang van den duur der rustperioden als selectiemoment.

§ 10. Het verband tusschen de lengte der pajoengs en den duur van groei- en rustperioden.

Wij willen thans onderzoeken of de twee groepen van factoren, welke den lengtegroei karakteriseeren, namelijk de lengte der pajoengs en de duur van groei- en rustperioden, onderling al dan niet afhankelijk zijn. Dit vraagstuk vertoont twee zijden: aan den eenen kant willen wij weten, of een dergelijk verband bij de oculaties van eenzelfde kloon kan worden aangetoond, terwijl wij daarna moeten nagaan, of ook tusschen de verschillende klonen onderling hiervoor bepaalde regels gelden.

Voor de studie van het bedoelde probleem bij *tot eenzelfde kloon behoorende oculaties* kozen wij een zevental series uit, welke een relatief groot aantal boomen telden. Bij de bewerking der cijfers betrokken wij uitsluitend exemplaren, waarvan een volledige serie waarnemingen betreffende de eerste vier (serie Db: drie) pajoengs ter beschikking stond, nadat abnormaal

Proef	Kloon	Aantal boomen	Correlatiecoëfficiënten			
			Pajoeng 1	Pajoeng 2	Pajoeng 3	Pajoeng 4
Correlatie met duur groeiperiode						
A1	BD 5	19	−0,013 ±0,229	+0,357 ±0,200	+0,403 ±0,192	+0,053 ±0,229
A3	BD 2	20	+0,302 ±0,203	+0,610 ±0,140	+0,328 ±0,200	+0,636 ±0,133
Cb	AV 50	23	−0,242 ±0,196	−0,129 ±0,205	−0,246 ±0,196	+0,243 ±0,196
Db	Ct 88	23	+0,055 ±0,208	+0,516 ±0,153	+0,159 ±0,203	–
Ka	BD 10	23	−0,384 ±0,178	+0,525 ±0,151	+0,221 ±0,198	+0,481 ±0,160
Kb	BD 10	21	+0,504 ±0,163	+0,017 ±0,218	+0,898 ±0,042	+0,029 ±0,218
Kc	BD 10	23	+0,425 ±0,171	+0,539 ±0,148	+0,587 ±0,137	+0,452 ±0,166
Correlatie met duur voorafgaande rustperiode						
A1	BD 5	19	–	+0,470 ±0,179	+0,620 ±0,141	+0,434 ±0,186
A3	BD 2	20	–	−0,242 ±0,210	+0,851 ±0,062	+0,364 ±0,194
Cb	AV 50	23	–	−0,458 ±0,165	+0,474 ±0,162	+0,030 ±0,208
Db	Ct 88	23	–	+0,044 ±0,208	+0,172 ±0,202	–
Ka	BD 10	23	–	+0,629 ±0,126	−0,004 ±0,208	+0,487 ±0,159
Kb	BD 10	21	–	+0,417 ±0,180	−0,334 ±0,194	+0,008 ±0,218
Kc	BD 10	23	–	−0,467 ±0,163	+0,002 ±0,208	+0,140 ±0,204
Correlatie met duur volgende rustperiode						
A1	BD 5	19	+0,200 ±0,220	−0,201 ±0,220	−0,048 ±0,229	+0,305 ±0,208
A3	BD 2	20	−0,225 ±0,212	−0,188 ±0,216	+0,366 ±0,194	−0,025 ±0,223
Cb	AV 50	23	−0,347 ±0,183	−0,558 ±0,144	+0,432 ±0,170	+0,057 ±0,208
Db	Ct 88	23	−0,185 ±0,201	+0,224 ±0,198	+0,028 ±0,208	–
Ka	BD 10	23	+0,648 ±0,121	+0,124 ±0,205	−0,004 ±0,208	−0,052 ±0,208
Kb	BD 10	21	−0,134 ±0,214	+0,504 ±0,163	−0,106 ±0,216	+0,179 ±0,211
Kc	BD 10	23	+0,041 ±0,208	−0,599 ±0,134	−0,140 ±0,204	−0,225 ±0,198

Tabel VIII

Correlatie tusschen de lengte der pajoengs en den duur van groei- en rustperioden (binnen de kloon).

gegroeide en door mijten aangetaste planten waren uitgeschakeld. Wij berekenden nu, voor zoover mogelijk, de correlaties tusschen de lengte van elken pajoeng en den duur van zijn groeiperiode, den duur der voorafgaande rustperiode en dien der volgende rustperiode. De verkregen uitkomsten werden in tabel VIII samengevat; de pajoengnummers aan het hoofd van deze tabel slaan op de pajoenglengten, zoodat men bijv. de correlatie tusschen de lengte van pajoeng 3 met den duur der rustperiode van pajoeng 2 onder het hoofd „pajoeng 3" moet zoeken.

Bij de beoordeeling der cijfers van tabel VIII mag men niet te veel waarde hechten aan de grootte van den correlatiecoëfficiënt in elk bijzonder geval, daar deze blijkens de groote schommelingen, welke in één en dezelfde proef voorkomen, door tal van toevallige omstandigheden beheerscht wordt. De vorming van een pajoeng geschiedt onder invloed van een menigte verschillende factoren, en het behoeft dan ook niet te verwonderen, wanneer de samenwerking daarvan in verschillende gevallen niet steeds op dezelfde wijze gebeurt, hetgeen op de hier berekende totale correlatie tusschen twee dezer factoren grooten invloed heeft. Om algemeene conclusies te kunnen trekken, zullen wij dus het materiaal statistisch moeten samenvatten, zooals wij in § 5a deden met de correlatie tusschen uitlooptijd en stamomtrek van den onderstam. Wij zijn daarbij uitgegaan van de overweging, dat de *richting* van de hier bedoelde correlaties bij de verschillende proeven en klonen wel niet wezenlijk uiteen zal loopen, zoodat wij alle voor gelijksoortige omstandigheden geldende waarden mogen samenvatten, wanneer het alleen om de richting van de correlatie te doen is. Deze opvatting vindt steun in het feit, dat de grootte van den coëfficiënt binnen de drie series van proef K — welke toch zeker onder vrijwel dezelfde omstandigheden hebben verkeerd — onderling even sterk uiteenloopen als die van het geheele materiaal.

Wenden wij ons thans eerst tot de *correlatie met den duur der groeiperiode*, dan zien wij, dat tegenover 22 gevallen van positieve correlatie slechts 5 gevallen — en met gemiddeld lagere waarden voor den correlatiecoëfficiënt — van negatieve correlatie staan. Recapitulatie per pajoeng maakt het beeld nog meer sprekend: van de 5 negatieve waarden vallen er niet minder dan 3 op den eersten pajoeng, waardoor de gemiddelde correlatiecoëfficiënt voor pajoeng 1 slechts +0,093 bedraagt. Voor de volgende drie pajoengs bedragen deze gemiddelden resp. +0,348, +0,336 en +0,316; deze pajoengs vertoonen dus onderling praktisch geen verschil en bezitten een algemeen gemiddelde van +0,334.

Onze conclusie moet dus luiden, dat een langere pajoeng in het algemeen samengaat met een langeren groeiduur; het verschil hierin is echter praktisch van weinig beteekenis door de lage waarden, die de standaardafwijking van den groeiduur vertoont. Het eenigszins afwijkend gedrag van pajoeng 1 meenen wij op rekening te mogen stellen van de in § 9 reeds vermelde onregelmatigheden in den duur der groeiperiode bij dezen pajoeng.

Object	Aantal kloongem.	Correlatiecoëfficiënten			
		Pajoeng 1	Pajoeng 2	Pajoeng 3	Pajoeng 4
Correlatie met duur groeiperiode					
Proef A groepen 1	18	+0,339 ±0,209	+0,735 ±0,108	+0,859 ±0,062	+0,702 ±0,119
„ G oculaties	40	+0,017 ±0,158	+0,292 ±0,145	+0,229 ±0,150	-0,056 ±0,158
„ H „	36	+0,004 ±0,167	+0,236 ±0,157	+0,341 ±0,147	+0,128 ±0,164
Correlatie met duur voorafgaande rustperiode					
Proef A groepen 1	18	-	-0,089 ±0,234	+0,616 ±0,146	+0,386 ±0,201
„ G oculaties	40	-	+0,132 ±0,155	+0,402 ±0,132	+0,179 ±0,153
„ H „	36	-	+0,159 ±0,163	+0,414 ±0,138	+0,387 ±0,142
Correlatie met duur volgende rustperiode					
Proef A groepen 1	18	+0,013 ±0,236	-0,081 ±0,234	+0,477 ±0,182	+0,591 ±0,153
„ G oculaties	40	+0,173 ±0,153	+0,153 ±0,154	+0,144 ±0,155	+0,399 ±0,133
„ H „	36	-0,117 ±0,164	+0,240 ±0,157	+0,198 ±0,160	+0,461 ±0,131

Tabel IX.

Correlatie tusschen de lengte der pajoengs en den duur van groei- en rustperioden (kloongemiddelden).

Bij de *correlatie met den duur der voorafgaande rustperiode* vinden wij 15 gevallen van positieve tegenover 5 van negatieve correlatie; ook hier dus een sterk overwegen van de positieve waarden, hoewel minder dan in het vorige geval. De gemiddelden voor de pajoengs 2, 3 en 4 afzonderlijk bedragen resp. +0,056, +0,254 en +0,244, met een algemeen gemiddelde van +0,182. Voor de relatief veel lagere waarden van pajoeng 2 kunnen wij geen verklaring geven. Wij mogen echter concludeeren, dat een zwakke positieve correlatie bestaat, d.w.z. dat een langere rustperiode in het algemeen resulteert in een iets grootere lengte van den volgenden pajoeng.

Bij de *correlatie met den duur der volgende rustperiode* tenslotte zien wij, dat 12 positieve tegenover 15 negatieve waarden van den correlatiecoëfficiënt staan. Mogen wij reeds op grond hiervan en van het algemeen gemiddelde voor den correlatiecoëfficiënt ad +0,010 zeggen, dat hier geen correlatie bestaat, de pajoenggemiddelden — welke resp. -0,000, -0,099, +0,104 en +0,040 bedragen — steunen deze conclusie.

Voor het onderzoek aan de *kloongemiddelden* beschikken wij slechts over drie proeven, daar in de andere geen voldoend aantal klonen met elkaar werden vergeleken. In de eerste plaats kwamen in aanmerking de groepen 1 van proef A, waarbij wij thans ook de uit een kleiner aantal dan 12 waarnemingen berekende kloongemiddelden moesten betrekken. In de tweede plaats hebben wij de proeven G en H bij het onderzoek ingesloten. Wij gebruikten in deze beide proeven van elke kloon één oculatie (op vreemden stam), en wel zoo mogelijk de onmiddellijk op den „moederboom" volgende. Daar voorts alle klonen werden uitgeschakeld, waarbij niet van „moederboom" en minstens één oculatie een volledige serie waarnemingen over 4 pajoengs ter beschikking stond, bedraagt het aantal klonen bij deze berekeningen minder dan het bij de berekeningen van § 6 gebruikte. Overigens werden de berekeningen uitgevoerd, zooals boven voor de oculaties van eenzelfde kloon werd uiteengezet; de resultaten legden wij neer in tabel IX.

De *correlatie met den duur der groeiperiode* heeft met één uitzondering bij alle drie de proeven steeds positieve waarden opgeleverd. Schakelen wij deze uitzondering uit, dan zien wij, dat wederom de eerste pajoeng steeds de laagste correlatie vertoont. Deze resultaten zijn dus geheel in overeenstemming met die der oculaties van één kloon. Ook de *correlatie met den duur der voorafgaande rustperiode* levert een soortgelijk beeld als boven beschreven: met één uitzondering zijn wederom alle waarden van den coëfficiënt positief, terwijl van een bepaald verloop der waarden weinig te zien is.

Een afwijking krijgen wij daarentegen te zien in de *correlatie met den duur van de volgende rustperiode*, waar bij de kloongemiddelden 10 positieve tegenover 2 (kleine) negatieve waarden van den correlatiecoëfficiënt staan, en dus in het algemeen van een positieve correlatie sprake is. Wij meenen dit te mogen verklaren uit de omstandigheid, dat de correlatie tusschen

twee opeenvolgende rustperioden binnen de kloon gering zal zijn, bij de kloongemiddelden echter duidelijk positief. In het laatste geval immers zijn de verschillen te danken aan specifieke eigenaardigheden van de kloon, die zich in den loop der groeiperiode grootendeels handhaven.

Wij vestigen tenslotte nog de aandacht op de omstandigheid, dat proef A1 in het algemeen hoogere waarden van den correlatiecoëfficiënt laat zien dan de proeven G en H. Dit behoeft niet te verwonderen als men bedenkt, dat elk kloongemiddelde van proef A1 uit waarnemingen aan verscheiden boomen is opgemaakt. De „kloongemiddelden" van de proeven G en H stellen echter resultaten van slechts één exemplaar voor, zoodat in het laatste geval meer ruimte open blijft voor toevallige storingen van de correlatie.

§ 11. **Internodiënlengte en bladlengte.**

In deze en de volgende paragraaf zullen wij het een en ander mededeelen omtrent de bebladering van den pajoeng; wij beginnen daarbij met de studie van de distributie der bladeren, dus van de lengte der internodiën. In § 8 werd hierover reeds in het algemeen een en ander gezegd; voor een nauwkeuriger inzicht dienen wij ons echter nader rekening te geven van de wijze, waarop de lengtegroei van den pajoeng tot stand komt.

Weliswaar beschikken wij niet over metingen omtrent het verloop der groeisnelheid bij *Hevea;* wij kunnen ons evenwel baseeren op het onderzoek van VAN BURKOM (1913). Deze heeft namelijk op grond van een uitgebreide serie metingen aan verschillende plantensoorten den reeds in 1873 door SACHS opgestelden regel bevestigd, dat bij de verlenging der stengels van soorten met onvolkomen knoopen — waartoe ook *Hevea* moet worden gerekend — het groeiende gedeelte zich met betrekking tot de verdeeling der groeisnelheid als één geheel gedraagt. Op elk moment vindt men dus in het zich nieuw vormende stengeldeel een maximum van de groeisnelheid, van waar deze snelheid naar beide zijden afneemt. De plaats, waar het snelheidsmaximum zich bevindt, verplaatst zich daarbij geleidelijk in apikale richting. Verder moeten wij er rekening mede houden, dat de grootte van de maximale groeisnelheid niet constant blijft, doch eerst toeneemt en later weder vermindert; en dat verder de lengte van de groeiende zône evenmin als de snelheid, waarmede het snelheidsmaximum opschuift, constant behoeven te blijven. Al deze factoren tezamen bepalen den totalen lengtegroei, waarvan wij het verloop reeds in § 8 hebben besproken.

Daar de vorming van nieuwe cellen slechts aan den top van het groeiende gedeelte geschiedt, zal de plaats van het groeisnelheidsmaximum achtereenvolgens alle zônes van dit stuk stengel doorloopen. De eindgrootte van een bepaalde zône zal nu in hoofdzaak afhangen van de grootte van het snelheidsmaximum tijdens het passeeren van deze zône, en daarnaast van de snelheid, waarmede het maximum opschuift. Bij de onderste zônes zal

de maximale groeisnelheid nog relatief klein zijn, bij de middelste groot, bij de bovenste wederom klein. Hierdoor kunnen wij dus voor oorspronkelijk even groote zônes van beneden naar boven weer een verloop van de eindgrootte verwachten, dat een maximum ergens in het middelste gedeelte van den pajoeng bezit en naar top en basis toe tot een zeer geringe grootte daalt.

Hetzelfde verloop van de eindgrootte zou men nu ook van de opeenvolgende internodiën mogen verwachten, indien de bladeren in den knop op gelijke afstanden werden gevormd. De waarneming leert echter, dat de internodiëngrootte in de meeste gevallen een vrij onregelmatige curve oplevert. Niet zelden vindt men afwisselend relatief zeer korte en lange internodiën, dus telkens twee bladeren dicht opeen. Bepaalde klonen bezitten deze tendenz meer dan andere; zoo vertoonde een der klonen van proef G zeer sterk de neiging, om telkens drie tot vier bladeren vlak bij elkaar te vormen. Het bedoelde verschijnsel — waarop wij vooral de aandacht vestigen, omdat het een nieuw determinatiekenmerk bij de onderscheiding van klonen kan vormen — komt bij overigens regelmatigen bladstand voor; daarnaast vindt men gevallen, waarbij de in den zin der phyllotaxis genummerde bladeren hier en daar negatieve internodiënlengten vertoonen.

Al is dus de kromme der internodiënlengte, in details beschouwd, meestal tamelijk onregelmatig, toch ziet men, dat het verloop als geheel de verwachte periodiciteit bezit: dus een maximum in het middelste gedeelte van den pajoeng met naar beide zijden een snelle daling tot een kleine waarde. Een scherpe grens tusschen de internodiën, welke slechts knopschubben verbinden, en die van het bebladerde pajoenggedeelte bestaat hierbij niet; integendeel vertoont de „vereffende" curve een volkomen vloeiend verloop. Hoe deze vereffende curve er verder precies uitziet, kan wegens het besproken zeer gecompliceerde karakter van het groeiproces niet a priori voorspeld worden; hiervoor zijn experimenteele gegevens noodzakelijk.

Wij hebben dergelijke gegevens verzameld door van een aantal pajoengs van 6 verschillende klonen uit proef A1 alle internodiën te meten. Teneinde de verkregen krommen voor een wiskundige bewerking toegankelijk te maken, hebben wij ze gekarakteriseerd door drie grootheden, te weten: hoogte en ligging van den top, de laatste uitgedrukt zoowel in lengtemaat als in het aantal internodiën. Wij berekenden dus voor elken gemeten pajoeng: de lengteverhouding p tusschen grootste en gemiddelde internodium, de procentische verhouding q tusschen den afstand van het midden van het grootste internodium tot de basis van den pajoeng en de totale pajoenglengte, en de procentische verhouding t tusschen het nummer van het grootste internodium (geteld van de basis af) en het totale aantal internodiën. Ten slotte berekenden wij dan nog de procentische verhouding s tusschen de lengte van het onbebladerde gedeelte van den pajoeng en de totale lengte.

De resultaten dezer berekeningen vindt men samengevat in onderstaande tabel, waarin de onderzochte klonen naar opklimmende waarden van *p* zijn gerangschikt.

Kloon	Aantal pajoengs	Gemidd. lengte (cm)	*p*	*q*	*t*	*s*
BR 2	26	52,2	4,57 ±0,23	24,9 ±1,78	29,3 ±1,41	15,2 ±1,56
BD 5	33	49,1	4,81 ±0,16	24,0 ±1,73	33,2 ±0,98	21,5 ±1,54
Tjir XVI..	18	49,6	5,36 ±0,35	23,4 ±1,73	31,6 ±0,94	24,0 ±1,96
BD 2	22	59,0	5,58 ±0,33	29,2 ±2,15	30,8 ±0,88	37,5 ±2,04
BD 10	25	52,7	6,18 ±0,22	29,7 ±1,57	27,4 ±0,78	40,8 ±1,53
Ct 88	20	64,3	6,49 ±0,32	29,1 ±2,57	30,7 ±0,65	32,8 ±1,75

De gemiddelde waarden van *p* vertoonen markante verschillen, welke wiskundig grootendeels voldoende betrouwbaar zijn. In de grafiek beteekent een hoogere waarde van *p* een hoogere top; wij mogen dus de conclusie trekken, dat (onder dezelfde omstandigheden voor alle klonen) de hoogte van dezen top een karakteristieke eigenschap van de kloon uitmaakt.

Ten aanzien van de gemiddelde waarden van *q* vallen de onderzochte klonen uiteen in twee even groote groepen, resp. met een gemiddelde *q* van ongeveer 24 en 29%. Binnen elk dezer groepen zijn de verschillen klein en onbetrouwbaar, terwijl tusschen leden van verschillende groepen het verschil, hoewel niet zeer belangrijk, wel een bevredigende mate van betrouwbaarheid bezit. De groep met $q = 24\%$ bevat de 3 klonen met de laagste *p*-waarden, zoodat men ondanks het ontbreken van een regelmatige opklimming in q een zeker verband tusschen de waarden van *p* en *q* zou willen aannemen. Ook zou men tot een correlatie met de pajoenglengte willen concludeeren, daar met uitzondering van BD 10 korte pajoengs samengaan met lage *p* en *q*. Binnen de kloon is echter van een correlatie tusschen *p* en *q* of tusschen een dezer grootheden en de pajoenglengte weinig of niets te zien, zoodat het verband wellicht geheel op het toeval, i.c. op de keuze der voor dit onderzoek gebruikte klonen, berust.

Als algemeene conclusie mogen wij echter zeggen, dat bij alle klonen de internodiëncurve zeer scheef is; met den top op slechts ¼ van de basis, wanneer wij de ligging in % van de pajoenglengte uitdrukken. Ook wanneer de ligging van den top wordt uitgedrukt in aantallen internodiën, vinden wij dezelfde scheefheid terug, zooals uit de gemiddelden voor *t* blijkt. Weliswaar bewegen deze laatste waarden zich om de 30%, zoodat de scheefheid hier iets minder is. Het verschil is echter zoo gering, dat wij gerust mogen concludeeren, dat de opgaande tak van de curve veel steiler is dan de dalende, d.w.z. dat de stijging over een veel geringer aantal internodiën verloopt. De klonen laten ten aanzien van hun gemiddelde *t* wel (ten deele betrouwbare) verschillen zien, doch de grootte van *t* schijnt met die van *p* en *q* geen verband te houden.

Bij alle onderzochte klonen vindt men het langste internodium gemiddeld ongeveer tusschen de laatste knopschub en het eerste blad. De relatieve lengte s van het onbebladerde gedeelte hangt dus, behalve met de pajoenglengte, samen met de waarden van p, q en t, doch is hieruit niet direct af te leiden. Onze afzonderlijke berekening leert, dat ten aanzien van de relatieve lengte van het onbebladerd gedeelte van den pajoeng belangrijke specifieke verschillen tusschen de klonen onderling bestaan. De gevonden gemiddelde waarden van s loopen immers zeer sterk uiteen, terwijl de verschillen meerendeels betrouwbaar zijn. Wij zien verder uit de tabel, dat deze waarden vrijwel (met uitzondering van Ct 88) eenzelfde volgorde van opklimming vertoonen als die van p.

De relatieve lengte van het onbebladerde gedeelte van den pajoeng vormt een tamelijk belangrijk identificatiekenmerk, daar de kloonsverschillen groot genoeg zijn om voor het oog van den geschoolden waarnemer op te vallen. In onze „beschrijving van een negental Java-cloonen" (zie FREY-HEUSSER-OSTENDORF, 1932, pag. 45 e.v.) hebben wij er dan ook de aandacht op gevestigd. Omtrent de zes klonen van onze bovenstaande tabel werd in de bedoelde beschrijving van de lengte van het onbebladerde pajoenggedeelte ongeveer het volgende gezegd:

BR 2: variabel van vrij lang tot nul.
BD 5: onbebladerd stamstuk kort.
Tjir XVI: (niet genoemd, daar tamelijk variabel).
BD 2: meestal een vrij lang onbebladerd stamstuk.
BD 10: (meestal) lang bladloos stamstuk.
Ct 88: lang bladloos stamstuk.

Houdt men er rekening mede, dat deze beschrijvingen gebaseerd zijn op waarnemingen van vele verschillende groeiplaatsen, dan ziet men, dat de beschrijving „op het oog" goed met het resultaat van onze metingen overeenstemt. Onze berekeningen bevestigen dus, dat wij hier inderdaad met een voor globale beoordeeling bruikbaar kenmerk der klonen te maken hebben.

Voor de studie van het *verband tusschen internodiënlengte en bladlengte* gaan wij deze eigenschappen in de eerste plaats na bij een „lampewisscher". Het ideale geval hiervan zou gekenmerkt zijn door een volkomen constante (totale en maximale) groeisnelheid, een constante snelheid van bladvorming en een gelijkmatige opschuiving van het groeisnelheidsmaximum naar den top. Deze factoren zouden moeten resulteeren in constante internodiënlengten en, naar wij mogen aannemen, ook in een constante bladlengte.

In werkelijkheid echter vertoont de (totale) groeisnelheid steeds eenige periodiciteit. Wij mogen nu verwachten, dat met deze periodieke schommelingen om het gemiddelde een dergelijke periodiciteit van de (vereffende) internodiënlengte samengaat; immers een verminderde totale groeisnelheid

kan worden veroorzaakt door een lager snelheidsmaximum of een korteren groeiduur per internodium, welke beide tot een korter internodium zouden leiden; en omgekeerd. Inderdaad vinden wij dan ook steeds een duidelijke periodiciteit van de internodiënlengte terug.

Wij teekenden nu voor twee lampewisschers van kloon Tjir I uit proef B een grafiek, waarin als abscis de nummers der opeenvolgende bladeren werden afgezet, als ordinaten zoowel de bij die nummers behoorende internodiënlengten als de totale bladlengten. De laatste werden gemeten van den bladvoet tot den top van het middelste blaadje; wij merken hierbij op, dat in plaats hiervan ook de lengte van den steel kan worden genomen, daar deze een vrijwel volkomen overeenkomstige curve oplevert. Het bleek nu, dat ook de (vereffende) curve der bladlengte een periodiciteit vertoonde, welke met die der internodiënlengte correspondeerde. Met een periode van relatief korte internodiën komt dus een periode van relatief kleine bladeren overeen, en omgekeerd.

Bij boom 906 lagen nu maxima en minima der vereffende curven vlak boven elkaar, en zelfs bestond hier in het algemeen een goede overeenstemming tusschen de details van beide krommen. Evenals in de lijn der internodiënlengten namelijk van blad tot blad ook bij deze lampewisschers belangrijke afwijkingen van de vereffende curve voorkomen, is dit bij de bladlengten het geval, al zijn de grootten der uitslagen hier procentisch veel geringer. In het algemeen zagen wij nu, dat een stijging van de experimenteel gevonden curve der bladlengten correspondeerde met een grootere lengte van het boven het desbetreffende blad gelegen internodium, en omgekeerd. Bij boom 649 vonden wij daarentegen, dat de curve der bladlengte, globaal genomen, steeds ongeveer een kwart periode op die der internodiënlengten vooruitliep. In dit geval zou dus de lengte van een blad vooral samenhangen met die van de ongeveer 6 bladeren hooger liggende internodiën. Van een overeenstemming in de details der curven was bij deze plant echter niets te zien. Een interpretatie van dit verschil in gedrag tusschen twee boomen, die onder gelijke omstandigheden verkeeren, durven wij nog niet te geven.

Ook bij den normalen pajoeng vinden wij in groote lijnen overeenstemming tusschen het verloop van internodiën- en bladlengten; beide vertoonen een vrij hoogen top, welke tamelijk veel dichter bij de basis dan bij den top van den pajoeng is gelegen. De laatstgenoemde kromme is echter relatief veel lager, terwijl van den opgaanden tak niets of slechts een klein stukje te zien is. Het geheel ontbreken van den stijgenden tak (zoodat het onderste blad van den pajoeng het grootst is) gaat in den regel samen met een groot onbebladerd gedeelte van den pajoeng, terwijl klonen met een relatief klein onbebladerd stamstuk daarentegen veelal onder het langste blad nog eenige bladeren vertoonen, welke naar beneden toe in grootte afnemen. Het al dan niet aanwezig zijn van bladeren beneden het langste blad van den pajoeng hadden wij indertijd (1928) onder de identificatiekenmerken opgenomen;

de variabiliteit van deze eigenschap bleek echter te groot, terwijl wij uit het bovenstaande zien, dat het kenmerk niet onafhankelijk is.

Op zichzelf zal een relatief lang onbebladerd gedeelte reeds tot gevolg hebben, dat de pajoengvorm platter („minder dan een halve bol") wordt; het feit nu, dat in dit geval het onderste blad tevens het grootste is, zal deze tendenz versterken. In het omgekeerde geval versterken evenzoo twee factoren elkaars tendenz om een vrij hoogen (halfbolvormigen of nog hoogeren) pajoeng te veroorzaken. Wij moeten dus besluiten tot een correlatie tusschen pajoengvorm en lengte van het onbebladerde gedeelte, welke correlatie weliswaar door den stand der blaadjes kan worden verbroken.

De top van de curve der bladlengten ligt bij den pajoeng in den regel iets rechts van die der internodiënlengten; de afstand loopt echter bij de verschillende door ons onderzochte pajoengs nogal uiteen. In de details van beide curven konden wij slechts in enkele gevallen een duidelijke paralleliteit vinden; steeds echter zijn de afwijkingen van de vereffende krommen bij de bladlengten relatief veel kleiner dan bij de internodiënlengten.

Een door KAIMAL en SUMMERS ingesteld onderzoek naar het verloop der bladsteellengte bij zaailingen gaf als resultaat (Ann. Rept. R.R.I.M., 1928, pag. 44), dat „there is a direct proportional or linear relation between the petioles which decrease regularly in size from the bottom of the whorl upwards". Een volkomen duidelijk beeld van het resultaat geeft deze zin niet; vermoedelijk wordt bedoeld, dat, wanneer men in een grafiek de lengten der bladstelen als ordinaten teekent op gelijken afstand van elkaar, de toppen dezer ordinaten op een rechte lijn liggen. Bij de door ons in dit opzicht onderzochte pajoengs (van oculaties) kwam deze regel inderdaad voor den dalenden tak van de vereffende curve ongeveer uit. Teekent men echter de grafiek zoodanig, dat de abscis de werkelijke afstanden der bladeren van elkaar weergeeft — waarbij dus de lijnen der bovenste bladeren veel dichter opeenstaan dan die der onderste — dan is van een rechtlijnig verband geen sprake meer, doch krijgt men een kromme lijn, welke naar den top toe steeds sterker daalt. De correspondeerende lijn voor de totale bladlengte loopt hiermede weer vrijwel evenwijdig.

§ 12. **Aantal bladeren en bladoppervlak.**

Behalve de reeds besproken waarnemingen verrichtten wij aan de oculaties van proef A nog een onderzoek naar het aantal bladeren per pajoeng en de bladgrootte. Een maat voor de laatste trachtten wij te verkrijgen door van het middelste blaadje van het grootste blad in iederen pajoeng de lengte en de maximale breedte in halve cm nauwkeurig te meten. Het oppervlak van dit blaadje werd nu bij benadering berekend als het halve product van de twee door meting verkregen grootheden (afgerond op geheele cm^2), dus door als grondvorm van het blaadje een ruit aan te nemen.

Kloon	Aantal boomen	Gemiddelden en middelbare fouten			
		Pajoeng 1	Pajoeng 2	Pajoeng 3	Pajoeng 4
Aantallen bladeren					
AV 33	16	15,9 ±0,53	21,7 ±0,75	25,5 ±0,82	26,0 ± 0,56
AV 49	20	16,5 ±0,52	17,4 ±0,46	21,9 ±0,36	22,8 ± 0,38
AV 50	19	16,2 ±0,43	19,8 ±0,47	20,9 ±0,36	23,1 ± 0,30
AV 71	21	15,6 ±0,48	17,7 ±0,56	22,9 ±0,72	23,6 ± 0,40
AV 80	20	15,2 ±0,39	16,3 ±0,34	19,7 ±0,40	21,4 ± 0,47
AV 163	13	17,0 ±0,70	17,3 ±0,49	19,4 ±0,76	21,5 ± 0,31
AV 152	17	16,2 ±0,70	17,4 ±0,51	23,5 ±0,67	23,5 ± 0,43
BD 5	19	14,4 ±0,81	15,7 ±0,40	20,6 ±0,43	20,5 ± 0,26
BD 10	16	13,8 ±0,51	17,9 ±0,58	23,7 ±0,69	22,9 ± 0,47
Tjir XVI	13	19,2 ±0,75	18,5 ±0,79	23,4 ±0,58	23,1 ± 0,37
War 1	16	15,6 ±0,42	20,8 ±0,48	25,7 ±0,61	23,3 ± 0,34
Ct 88	14	14,2 ±0,59	17,9 ±0,68	22,6 ±0,34	23,4 ± 0,38
BR 1	20	16,2 ±0,48	18,4 ±0,54	23,2 ±0,67	22,4 ± 0,40
BR 2	18	16,8 ±0,88	19,8 ±0,67	25,2 ±0,85	22,5 ± 0,65
Oppervlak grootste blaadje (cm^2)					
AV 33	16	46,1 ±4,54	70,0 ±5,44	79,7 ±7,27	81,6 ± 7,00
AV 49	20	39,9 ±4,62	82,9 ±6,56	78,9 ±4,98	95,3 ± 5,74
AV 50	19	80,1 ±7,18	93,4 ±5,28	77,8 ±3,24	93,5 ± 7,15
AV 71	21	41,9 ±3,74	82,3 ±5,51	85,3 ±4,59	95,8 ± 4,18
AV 80	20	76,3 ±5,80	104,6 ±5,39	108,6 ±6,68	111,4 ± 8,63
AV 163	13	64,2 ±6,49	90,5 ±7,68	100,2 ±6,09	100,5 ± 5,72
AV 152	17	53,9 ±6,31	99,1 ±5,90	108,2 ±7,82	106,6 ± 5,40
BD 5	19	66,5 ±6,42	76,8 ±4,88	92,4 ±6,79	94,3 ± 5,45
BD 10	16	50,5 ±4,92	95,9 ±5,26	99,9 ±5,36	111,4 ± 7,40
Tjir XVI	13	50,5 ±5,35	65,1 ±4,08	71,3 ±7,93	64,5 ± 5,25
War 1	16	77,1 ±9,65	109,5 ±8,83	145,1 ±8,74	108,7 ±25,46
Ct 88	14	60,8 ±4,90	80,4 ±3,14	89,1 ±8,96	113,9 ± 9,64
BR 1	20	66,4 ±5,45	95,3 ±9,13	102,5 ±5,64	112,2 ± 5,17
BR 2	18	33,4 ±4,99	72,8 ±4,91	74,1 ±5,41	59,1 ± 3,35

Tabel X.

Proef A groepen 1. Aantallen bladeren en bladoppervlakten.

Van de door ons berekende kloongemiddelden voor aantal bladeren en bladgrootte (uitgedrukt als boven vermeld) per pajoeng hebben wij de op klonen van de groepen 1 met meer dan 12 boomen betrekking hebbende waarden met hun middelbare fouten samengebracht in tabel X. Evenals in de tabellen van § 9 stellen de opgegeven aantallen boomen slechts maxima voor.

Men ziet uit deze tabel, dat het *aantal bladeren* per pajoeng bij de meeste klonen van de eerste tot de 3e bladverdieping stijgt en vervolgens ongeveer constant blijft; van de weinige uitzonderingen bezit alleen het verschil tusschen den 3en en 4en pajoeng der klonen War 1 en BR 2 een voldoende betrouwbaarheid. De uit alle 18 kloongemiddelden berekende gemiddelden per pajoeng bleken te bedragen:

Pajoeng	1	2	3	4	1 t/m 4
Gem. aant. bladeren	15,8 ±0,29	18,3 ±0,37	22,8 ±0,43	22,8 ±0,27	79,7 ±1,02
Var. coëff.	7,5	8,3	7,8	4,8	5,3

Duidelijker nog dan uit de cijfers der afzonderlijke klonen volgt hieruit de boven gegeven regel omtrent het verloop van het aantal bladeren per pajoeng. De variabiliteitscoëfficiënten toonen aan, dat de klonen elkaar onderling weinig ontloopen, vooral in den vierden pajoeng. De variabiliteit der kloongemiddelden voor de drie eerste pajoengs blijkt immers ongeveer in de buurt van 8% te liggen, terwijl bij den vierden pajoeng de klonen nog aanmerkelijk kleinere verschillen laten zien. Ook het totaal der vier pajoengs, waarin toevallige storingen bij de afzonderlijke pajoengs eenigszins gecompenseerd zullen zijn, laat den lagen variabiliteitscoëfficiënt van ongeveer 5% zien, hetgeen op een geringe grootte der kloonsverschillen wijst.

Het meerendeel der verschillen tusschen de kloongemiddelden voor eenzelfden pajoeng is dan ook onbetrouwbaar. Uit onze cijfers kan het bestaan van specifieke kloonsverschillen hierdoor niet met zekerheid worden afgeleid, al kunnen wij bijv. wijzen op het feit, dat de klonen BD 5 en AV 80 in alle pajoengs tot de vier nummers met het geringste aantal bladeren behooren. Verscheidene andere klonen maken echter, wanneer men voor elken pajoeng de klonen naar opklimmend aantal bladeren rangschikt, van pajoeng tot pajoeng groote sprongen op deze ranglijst.

Ook binnen de kloon is de variabiliteit in het aantal bladeren betrekkelijk gering, zooals uit de in onze tabel opgegeven middelbare fouten blijkt. In dit opzicht vertoonen de kloongemiddelden voor *bladgrootte* over het algemeen een geheel ander beeld. Hoewel een deel van deze grootere variabiliteit vermoedelijk op rekening moet worden gesteld van onze eenigszins ruwe methode, meenen wij toch de conclusie te mogen trekken, dat de bladgrootte voor allerlei „toevallige" omstandigheden gevoeliger is dan het aantal bladeren.

Deze grootere variabiliteit binnen de kloon maakt verder een groot deel der kloonsverschillen onbetrouwbaar; de grootste verschillen voor elken pajoeng bezitten echter wèl een voldoende betrouwbaarheid. Bovendien blijkt bij rangschikking volgens de gemiddelde bladgrootte, dat een flink aantal klonen in alle pajoengs ongeveer hetzelfde rangnummer krijgt: zoo behooren BR 2, Tjir XVI en AV 49 overal tot de 5 klonen met het kleinste blad, behoudt AV 163 zijn plaats ongeveer in het midden van de lijst, en bevat de groep der 5 klonen met de grootste bladeren steeds de nummers AV 80, War 1 en BR 1. Uit deze feiten mogen wij besluiten tot het bestaan van specifieke kloonsverschillen in bladgrootte. Weliswaar laten enkele andere klonen belangrijke verschuivingen in rangnummer zien; met een enkele uitzondering vindt men de grootere sprongen echter alleen bij de eerste pajoengs. Dit laatste stemt overeen met onze in de practijk der klonenidentificatie opgedane ervaring, dat de bladgrootte (en daarmede samenhangend: de bladvorm) in de eerste twee pajoengs voor sommige klonen wel, voor andere daarentegen niet specifiek is voor de betrokken kloon.

Wij hebben nu — in verband met het boven gezegde alleen afgaande op de gemiddelden van derden en vierden pajoeng — de klonen naar hun „bladgrootte" in 3 categorieën ingedeeld, als volgt:

a. Typen met klein blad (in beide pajoengs < 75 cm²): BR 2, Tjir XVI.
b. Typen met matig groot blad (75–100 cm²): AV 50, AV 33, AV 49, AV 71, AV 163, BD 5.
c. Typen met groot blad (>100 cm²): BR 1, AV 152, BD 10, AV 80, War 1.

Deze indeeling klopt zeer goed met onze (niet gepubliceerde) resultaten van de beoordeeling der bladgrootte bij deze klonen, op het oog verricht aan de klonen op vele verschillende standplaatsen. Hoewel onze methode, om een maat voor de bladgrootte te verkrijgen, allerminst nauwkeurig mag worden genoemd, levert zij blijkbaar voor een klassificatie voldoend betrouwbare resultaten op.

Het verloop van de bladgrootte van eersten tot derden pajoeng vertoont in het algemeen wederom een voortdurende stijging, terwijl derde en vierde bladverdieping onderling gemiddeld weinig verschillen. Wij zien dit ook uit de volgende pajoenggemiddelden, welke uit de 4 × 18 kloongemiddelden van proef A1 werden berekend:

Pajoeng	1	2	3	4
Gem. bladgrootte..	57,1 ±3,28	86,3 ±2,97	96,7 ±4,34	97,2 ±3,74
Var. coëff.....	23,0	14,2	18,5	15,8

Wij zien uit dit staatje verder, dat de variabiliteitscoëfficiënten der kloongemiddelden ruim twee keer zoo hoog zijn als bij de aantallen bladeren: de afzonderlijke klonen loopen, wat hun bladgrootte betreft, veel sterker uiteen dan ten aanzien van het aantal bladeren per pajoeng, en deze verschillen handhaven zich ook in den vierden pajoeng nog ten volle.

Voor 8 pajoengs uit proef A1, van 6 verschillende klonen, en uitgekozen op grond van hun relatief groot aantal exemplaren, berekenden wij nu het *correlatief verband* (binnen de kloon) *tusschen pajoenglengte, aantal bladeren en bladgrootte*. Onze tabel XI geeft het resultaat van deze berekeningen weer. Behalve de totale correlaties werden door uitschakeling van den invloed der derde variabele ook de partiëele berekend; bij de bespreking der uitkomsten kunnen wij ons tot deze laatste beperken.

Wij zien dan, dat de correlatie tusschen pajoenglengte en aantal bladeren overal positief is en in de meeste gevallen zelfs een behoorlijke betrouwbaarheid bezit. Voor de correlatie tusschen pajoenglengte en bladgrootte vinden wij gemiddeld eveneens een positieve waarde, namelijk van +0,220; beschouwing der afzonderlijke getallen doet echter zien, dat van de 8 correlatiecoëfficiënten er 3 negatief zijn. Weliswaar zijn deze laatste alle zeer onbetrouwbaar, terwijl van de 5 positieve waarden er drie een groote en één een tamelijk groote betrouwbaarheid bezitten. Wij mogen dus met groote waarschijnlijkheid de 3 negatieve correlaties wel als het gevolg van toevallige storingen beschouwen. Juist het omgekeerde geldt voor de correlatie tusschen aantal bladeren en bladgrootte, waar vier positieve waarden met geringe betrouwbaarheid staan tegenover vier negatieve, van welke er twee zeer betrouwbaar en één tamelijk betrouwbaar zijn; het algemeen gemiddelde bedraagt –0,130. Wij vatten hier in elk geval de positieve waarden op als teweeggebracht door toevallige storingen, en concludeeren tot geen of een zwakke negatieve correlatie.

Ook voor de kloongemiddelden van proef A1 voerden wij dergelijke berekeningen uit, ten einde het verband van aantal bladeren en bladgrootte met de ontwikkeling van de kloon na te gaan. In plaats van de correlaties met de bladgrootte op zichzelf te bestudeeren, hebben wij hier echter getracht daaruit een — zij het eenigszins ruwen — maatstaf af te leiden voor het totale *bladoppervlak* per pajoeng, uit de overweging, dat de grootte van het assimileerend oppervlak in oorzakelijk verband zou kunnen staan tot de ontwikkelingssnelheid der klonen.

Wij berekenden derhalve voor elke kloon en voor elken pajoeng het product van aantal bladeren en „bladgrootte" in tienden van dm^2 nauwkeurig. Uit het boven gezegde omtrent de variabiliteit van aantal bladeren en bladgrootte afzonderlijk volgt wel reeds, dat de kloonsverschillen ten aanzien van het product dezer twee grootheden in hoofdzaak op rekening moeten worden geschreven van de verschillen in bladgrootte. Voor de variabiliteit der 18 kloongemiddelden vonden wij dan ook met die voor de bladgrootte overeenkomstige waarden, zooals uit het volgende staatje blijkt:

Pajoeng	1	2	3	4
Bladopp. (dm^2) . . .	8,98 ±0,50	15,75 ±0,61	22,06 ±0,87	22,17 ±0,85
Var. coëff.	22,9	16,0	16,3	15,8

De sterke stijging, welke het gemiddeld bladoppervlak per pajoeng

Groep	Kloon	Pa-joeng	Aant. boomen	Correlatie tusschen		
				Pajoenglengte en aantal bladeren	Pajoenglengte en bladgrootte	Aantal bladeren en bladgrootte
Totale correlaties						
1	AV 49	4	20	+0,125 ±0,220	− 0,050 ±0,223	+0,196 ±0,215
1	AV 50	4	19	+0,237 ±0,217	+0,237 ±0,217	− 0,362 ±0,199
1	AV 80	2	20	+0,458 ±0,177	− 0,199 ±0,215	+0,024 ±0,223
1	BR 1	1	20	+0,741 ±0,101	+0,637 ±0,133	+0,296 ±0,204
1	BR 1	3	20	+0,690 ±0,117	− 0,099 ±0,221	− 0,026 ±0,223
3	AV 35	3	20	+0,727 ±0,105	+0,633 ±0,133	+0,530 ±0,161
3	BD 2	1	22	+0,636 ±0,127	+0,188 ±0,206	− 0,348 ±0,187
3	BD 2	2	24	+0,847 ±0,058	+0,282 ±0,188	+0,221 ±0,194
Partieele correlaties						
1	AV 49	4	20	+0,138 ±0,219	− 0,077 ±0,222	+0,204 ±0,214
1	AV 50	4	19	+0,357 ±0,200	+0,357 ±0,200	− 0,442 ±0,185
1	AV 80	2	20	+0,471 ±0,174	− 0,236 ±0,211	+0,132 ±0,220
1	BR 1	1	20	+0,750 ±0,098	+0,651 ±0,129	− 0,340 ±0,198
1	BR 1	3	20	+0,690 ±0,117	− 0,112 ±0,221	+0,058 ±0,223
3	AV 35	3	20	+0,597 ±0,144	+0,425 ±0,183	+0,132 ±0,220
3	BD 2	1	22	+0,762 ±0,089	+0,566 ±0,145	− 0,749 ±0,093
3	BD 2	2	24	+0,840 ±0,060	+0,183 ±0,197	− 0,035 ±0,204

Tabel XI. Proef A1.

Correlatie tusschen pajoenglengte, aantal bladeren en bladgrootte (binnen de kloon).

van eersten tot derden pajoeng te zien geeft, wordt veroorzaakt, doordat èn aantal bladeren èn bladgrootte hier een stijging vertoonen; in het product moet de stijging dus nog meer uitgesproken zijn. Derde en vierde pajoeng vertoonen practisch dezelfde gemiddelde waarden.

Wij berekenden nu aan deze kloongemiddelden verder de volgende waarden, welker ieder voor zich betrekking hebben op de eerste vier pajoengs tezamen.

Gemidd. bladopp. van 4 pajoengs (kloon-gem. afgerond op geheele dm²)	68,8 ±2,35;	var. coëff.	= 14,1
Gemiddelde lengte in cm	197,1 ±6,71;	,, ,,	= 14,1
Gemiddeld aantal bladeren.....	79,7 ±1,02;	,, ,,	= 5,3

Correlatie tusschen:	totaal		partieel	
bladopp. en lengte.....	+0,615	±0,147	+0,622	±0,144
bladopp. en aantal bladeren	+0,007	±0,236	-0,116	±0,233
lengte en aant. bladeren.....	+0,158	±0,230	+0,195	±0,227
bladopp. en duur rustperioden...	+0,520	±0,172		

Uit deze correlaties zien wij, dat in het algemeen een groot bladoppervlak aan den eenen kant samengaat met lange pajoengs, aan den anderen kant echter tevens met een geringe frequentie van de pajoengvorming. Daar wij in § 9 hebben gezien, dat voor de beoordeeling van den lengtegroei (althans op jeugdigen leeftijd) de laatstgenoemde factor het belangrijkste is, moeten wij tot de conclusie komen, dat selectie op vormen met groot bladoppervlak per pajoeng in elk geval uit den booze is. De niet zeer hooge waarde van den correlatiecoëfficiënt tusschen bladoppervlak en duur der rustperioden zal ons trouwens doen besluiten, den factor bladoppervlak als selectiemoment uit te schakelen en ons bij de selectie op groeisnelheid tot de directe waarneming van den duur der rustperioden te bepalen. In verband met het eerder gezegde gelden uit den aard der zaak dezelfde overwegingen ten aanzien van de bladgrootte. Ook het aantal bladeren is als selectiemoment onbruikbaar, en wel in de eerste plaats wegens zijn geringe variabiliteit.

Aan het slot van deze paragraaf willen wij het aantal *schubvormige bladeren* per pajoeng nog even in het kort bespreken. Wij publiceerden reeds (zie FREY-HEUSSER-OSTENDORF, 1932, blz. 27), dat het aantal hiervan onder normale omstandigheden bij alle klonen vrijwel gelijk is en variëert van 7 tot 11.

Als meest voorkomende aantallen vonden wij later op grond van een uitgebreide serie tellingen 7 en 8, terwijl lagere aantallen meer voorkomen dan hoogere. Dit wijst er reeds op, dat (vergelijk het in § 8 gezegde) bij het voorkomen van een duidelijke rustperiode tusschen twee groeiperioden — het verreweg het meest voorkomende geval — de knop na afsluiting

van de bladvorming in den regel als maximum 8 knopschubben vormt en vervolgens zijn activiteit geheel staakt, doch dat in het geval van een zeer korte periode van groeistilstand deze niet lang genoeg is om de vorming van het volle aantal knopschubben mogelijk te maken, alvorens weer verlenging en aanleg van echte bladeren optreedt.

Teneinde deze opvatting aan de feiten te toetsen, hebben wij bij proef K, welke in het algemeen door korte rustperioden wordt gekenmerkt, het verband tusschen den duur van de rustperiode en het aantal „schuboogen" nader onderzocht. Daar het aantal schuboogen van den eersten pajoeng onmogelijk met zekerheid kon worden geteld, betrokken wij slechts de aantallen van 2en t/m 5en pajoeng in onze berekeningen; deze aantallen werden dan in verband gebracht met den duur der rustperiode van den vorigen pajoeng. Wij recapituleeren hier de gemiddelden per serie, daar voor een goede vergelijking per afzonderlijken pajoeng de aantallen boomen te klein zijn en er bovendien geen aanwijzing te vinden was, die een systematisch verschil tusschende pajoengs van één serie waarschijnlijk maakte. Correlatiecoëfficiënten worden niet gegeven, daar immers krachtens het boven gezegde geen rechtlijnige, doch een scheeve correlatie zal bestaan.

De resultaten van onze berekeningen werden samengevat in het volgende staatje, waarbij de getallen tusschen haakjes de aantallen gevallen aanduiden:

Duur rustperioden:	Aantallen schuboogen:		
(halve weken)	serie a	serie b	serie c
0	5,50 (10)	5,77 (13)	5,50 (2)
2	6,44 (9)	6,67 (18)	6,50 (6)
3	6,80 (35)	6,76 (25)	7,05 (21)
4	6,81 (26)	6,79 (24)	6,82 (39)
5	6,78 (9)	7,13 (8)	6,76 (17)
>5	7,00 (16)	7,50 (2)	7,17 (18)

Hieruit volgt, dat inderdaad het aantal knopschubben afhankelijk is van en toeneemt met den duur der rustperiode, waarin zij worden gevormd. Hoewel het verloop der gemiddelden verscheidene onregelmatigheden vertoont, kunnen wij verder constateeren, dat de drie series onderling in dit opzicht geen verschillen vertoonen.

§ 13. **De lengtegroei als functie van den onderstam.**

a. De dikte van den onderstam.

Evenals wij in § 5*a* voor den uitlooptijd hebben gedaan, zullen wij in de volgende bladzijden den invloed nagaan, dien de omtrek van den onderstam op den lengtegroei uitoefent, waarbij wij in het bijzonder de twee belangrijkste elementen daarvan, namelijk ontwikkelingsduur en lengte der pajoengs, in het oog zullen vatten.

Voor het onderzoek werden 5 niet-overgeplante en 9 overgeplante series met een relatief hoog aantal oculaties per serie uitgekozen. Gedeeltelijk waren dit dezelfde series als waaraan in § 10 het verband tusschen de pajoenglengte en den duur van groei- en rustperioden werd nagegaan. Overigens werden in alle series de in laatstgenoemde paragraaf vermelde eischen betreffende het beschikken over een volledige serie waarnemingen gesteld.

Wij berekenden in de eerste plaats de grootte der correlatie tusschen den omtrek van den onderstam en den totalen ontwikkelingsduur — waaronder wij groei- en rustperiode tezamen verstaan — voor 4 pajoengs, behalve bij 2 series, waar in pajoeng 4 te veel boomen wegens mijtenschade moesten worden uitgeschakeld. Zooals in § 9 reeds werd betoogd, berusten de verschillen in ontwikkelingsduur in hoofdzaak op verschillen in den duur der rustperiode, zoodat wij feitelijk den invloed onderzochten van de dikte van den onderstam op deze rustperioden. Verder werd op dezelfde wijze de correlatie met de pajoenglengte berekend.

De resultaten der berekeningen werden samengevat in tabel XII, welke wegens zijn omvang in tweeën moest worden gesplitst. Tabel XII*a* geeft de aantallen boomen per serie benevens gemiddelden en middelbare fouten van den duur der ontwikkelingsperiode en de pajoenglengte; in tabel XII*b* vindt men de omtrekgemiddelden en de correlatiecoëfficiënten.

Men ziet uit de tabel, dat de correlatiecoëfficiënten voor elke groep sterk uiteenloopen. Wij mogen echter, op grond van soortgelijke overwegingen als in § 10, op de verkregen waarden wederom een statistische bewerking toepassen. Terwille van een beter overzicht hebben wij in tabel XIII de gevonden waarden naar hun grootte in klassen samengevat; gevallen, waarbij de correlatiecoëfficiënt juist op de grens tusschen twee klassen viel, hebben wij voor de helft tot elk dier klassen gerekend. Uit dit overzicht ziet men, dat de correlatie met den ontwikkelingsduur zoowel voor overgeplante als niet-overgeplante series in verreweg de meeste gevallen negatief is, terwijl bij de pajoenglengte juist het omgekeerde het geval is. Duidelijker nog blijkt dit uit het volgende staatje van de aantallen gevallen:

Correlatie met:	Aantallen gevallen van		Gemiddelden der correlatiecoëfficiënten
	negatieve correlatie	positieve correlatie	
Ontwikkelingsduur:			
Niet overgeplant	15	6	– 0,164
Overgeplant	24½	9½	– 0,134
Totaal	38½	15½	
Pajoenglengte:			
Niet overgeplant	6	14	+0,234
Overgeplant	9	25	+0,169
Totaal	15	39	

Proef	Kloon	Aantal boomen	Ontwikkelingsperioden (halve weken)				Lengte der pajoengs (cm)			
			Pajoeng 1	Pajoeng 2	Pajoeng 3	Pajoeng 4	Pajoeng 1	Pajoeng 2	Pajoeng 3	Pajoeng 4
Niet overgeplant										
Ca	AV 50	18	11,4 ±0,41	9,5 ±0,15	9,3 ±0,16	9,8 ±0,22	49,1 ±2,20	51,6 ±2,58	56,2 ±1,40	61,3 ±1,54
Da	Ct 88	15	16,5 ±0,48	15,2 ±0,39	15,2 ±0,24	16,0 ±0,17	49,3 ±2,71	65,8 ±3,13	75,2 ±2,02	88,5 ±1,09
Ka	BD 10	23	11,3 ±0,28	9,2 ±0,21	9,7 ±0,28	11,7 ±0,30	44,6 ±1,78	47,8 ±2,50	52,6 ±0,99	60,2 ±1,57
Kb	BD 10	21	11,4 ±0,35	9,0 ±0,22	9,1 ±0,17	10,6 ±0,24	44,6 ±1,80	49,0 ±1,90	52,4 ±1,15	57,5 ±1,16
Kc	BD 10	23	12,3 ±0,47	9,9 ±0,28	10,6 ±0,29	12,7 ±0,50	53,2 ±2,51	53,0 ±1,41	53,4 ±1,40	63,2 ±0,98
Overgeplant										
A1	AV 80	17	23,0 ±0,61	13,9 ±0,29	11,5 ±0,22	11,2 ±0,24	43,5 ±1,47	40,3 ±2,03	44,9 ±1,46	50,8 ±1,20
A1	BD 5	19	21,6 ±0,50	14,4 ±0,52	10,5 ±0,16	9,7 ±0,21	41,4 ±1,70	33,3 ±1,97	44,5 ±1,96	47,8 ±0,60
A1	BR 1	18	24,8 ±0,98	16,9 ±0,79	11,3 ±0,24	9,9 ±0,29	40,4 ±2,32	41,0 ±2,14	60,0 ±3,00	59,3 ±1,86
A3	BD 2	20	20,9 ±0,55	14,4 ±0,54	11,2 ±0,35	10,8 ±0,20	40,2 ±1,56	45,7 ±2,28	58,7 ±2,09	62,4 ±1,56
A3	Tjir I	18	20,9 ±0,88	11,7 ±0,48	10,2 ±0,35	10,4 ±0,23	33,0 ±1,85	27,7 ±1,81	38,4 ±1,24	48,3 ±1,31
Cb	AV 50	23	22,0 ±0,73	12,2 ±0,35	10,3 ±0,13	10,6 ±0,15	47,8 ±1,79	52,0 ±1,27	47,3 ±1,42	60,7 ±1,18
Db	Ct 88	23	24,0 ±0,47	19,3 ±0,43	18,0 ±0,41	–	54,1 ±2,49	60,7 ±2,43	79,6 ±1,60	–
Cc	AV 50	14	22,6 ±0,73	13,4 ±0,71	10,8 ±0,26	11,9 ±0,26	42,4 ±2,36	53,1 ±2,31	48,4 ±2,74	56,3 ±2,72
Dc	Ct 88	16	25,9 ±0,97	23,3 ±1,02	22,6 ±3,36	–	43,2 ±2,96	47,8 ±3,17	70,6 ±2,05	–

Tabel XIIa. Correlatie tusschen omtrek onderstam en lengtegroei – Gemiddelden van den duur der ontwikkelingsperioden en de lengte der pajoengs.

Proef	Kloon	Omtrek onderstam (cm)	Correlatie met duur der ontwikkelingsperiode				Correlatie met lengte van den pajoeng			
			Pajoeng 1	Pajoeng 2	Pajoeng 3	Pajoeng 4	Pajoeng 1	Pajoeng 2	Pajoeng 3	Pajoeng 4
Niet overgeplant										
Ca	AV 50	17,9 ±0,68	+0,421 ±0,194	+0,115 ±0,233	−0,336 ±0,209	+0,392 ±0,199	+0,182 ±0,228	+0,364 ±0,205	+0,589 ±0,154	+0,507 ±0,175
Da	Ct 88	16,7 ±0,54	−0,074 ±0,257	−0,652 ±0,148	−0,290 ±0,237	+0,105 ±0,255	+0,144 ±0,253	+0,223 ±0,245	−0,407 ±0,215	−0,178 ±0,250
Ka	BD 10	17,5 ±0,78	+0,152 ±0,204	−0,402 ±0,175	−0,359 ±0,182	−0,100 ±0,206	−0,051 ±0,208	−0,096 ±0,207	+0,535 ±0,149	−0,031 ±0,208
Kb	BD 10	19,8 ±0,73	−0,056 ±0,218	−0,493 ±0,165	−0,414 ±0,181	−0,428 ±0,178	+0,038 ±0,218	−0,094 ±0,216	+0,594 ±0,141	+0,377 ±0,187
Kc	BD 10	18,1 ±0,76	+0,560 ±0,143	−0,518 ±0,153	−0,417 ±0,172	−0,494 ±0,158	+0,383 ±0,178	+0,796 ±0,076	+0,405 ±0,174	+0,402 ±0,175
Overgeplant										
A1	AV 80	18,4 ±0,65	+0,139 ±0,238	+0,261 ±0,226	+0,140 ±0,238	−0,134 ±0,238	+0,140 ±0,238	+0,206 ±0,232	+0,504 ±0,181	+0,152 ±0,237
A1	BD 5	14,8 ±0,75	+0,457 ±0,181	−0,226 ±0,218	−0,335 ±0,204	−0,634 ±0,137	+0,504 ±0,171	+0,630 ±0,138	−0,006 ±0,229	+0,009 ±0,229
A1	BR 1	15,8 ±0,63	−0,163 ±0,229	−0,212 ±0,225	+0,153 ±0,230	−0,346 ±0,207	+0,625 ±0,144	+0,435 ±0,191	−0,301 ±0,214	+0,258 ±0,220
A3	BD 2	10,4 ±0,41	−0,084 ±0,222	+0,026 ±0,223	−0,521 ±0,163	−0,434 ±0,182	+0,459 ±0,176	+0,241 ±0,211	−0,218 ±0,213	−0,274 ±0,207
A3	Tjir I	10,7 ±0,40	−0,151 ±0,230	−0,367 ±0,204	−0,533 ±0,169	−0,383 ±0,201	+0,227 ±0,223	+0,309 ±0,213	+0,085 ±0,234	+0,174 ±0,229
Cb	AV 50	17,2 ±0,70	−0,231 ±0,197	+0,186 ±0,201	−0,253 ±0,195	−0,092 ±0,207	−0,141 ±0,204	+0,147 ±0,204	−0,100 ±0,206	−0,087 ±0,207
Db	Ct 88	18,3 ±0,75	−0,276 ±0,193	+0,164 ±0,203	−0,243 ±0,197	−	+0,020 ±0,208	+0,774 ±0,084	+0,035 ±0,208	−
Cc	AV 50	20,6 ±0,80	−0,200 ±0,257	−0,108 ±0,264	+0,321 ±0,240	0,000 ±0,267	+0,198 ±0,257	+0,519 ±0,195	+0,354 ±0,234	+0,177 ±0,259
Dc	Ct 88	16,5 ±0,92	−0,098 ±0,248	−0,257 ±0,234	−0,129 ±0,246	−	−0,356 ±0,218	+0,337 ±0,222	−0,304 ±0,227	−

Tabel XIIb. Correlatie tusschen omtrek onderstam en lentegroei. Omtrekgemiddelden en correlatiecoëfficiënten.

Waarde van den correlatie-coëfficiënt	Ontwikkelingsduur		Pajoenglengte	
	Niet overgepl.	Overgepl.	Niet overgepl.	Overgepl.
− 0,7				
	1	1	–	–
− 0,6				
	1	2	–	–
− 0,5				
	6	1	1	–
− 0,4				
	2	4	–	3
− 0,3				
	1	7½	–	2
− 0,2				
	½	5½	1	1½
− 0,1				
	2½	3½	4	2½
0				
	–	1½	1	4
+0,1				
	3	5	2	6
+0,2				
	–	1	1	4
+0,3				
	1	1	3	3
+0,4				
	1	1	2	2
+0,5				
	1	–	4	3
+0,6				
	–	–	–	2
+0,7				
	–	–	1	1
+0,8				

Tabel XIII. Correlaties met den stamomtrek van den onderstam-Tabellarisch overzicht.

In dit staatje werden tevens opgenomen de gemiddelde waarden van den correlatiecoëfficiënt voor elk der vier groepen, waaruit dezelfde conclusie kan worden afgelezen. De correlaties zijn in alle gevallen gemiddeld slechts zwak. Tevens ziet men uit deze gemiddelden — en ook reeds uit tabel XIII — dat de correlatie met den omtrek van den onderstam zoowel voor lengte als ontwikkelingsduur gemiddeld bij de niet-overgeplante series nauwer is dan bij de overgeplante; blijkbaar spelen bij de laatste allerlei factoren, welke het verband verstoren, een grootere rol.

Voor de 12 series, waarvan 4 pajoengs bij de berekeningen konden worden betrokken, berekenden wij nog de gemiddelde waarde van den correlatiecoëfficiënt voor elk der pajoengs afzonderlijk. Dit leverde de volgende resultaten op:

Pajoeng	1	2	3	4
Corr. met ontw. duur	+0,064	- 0,199	- 0,236	- 0,212
Corr. met paj.lengte.....	+0,226	+0,306	+0,169	+0,124

De pajoenglengte levert hier dus voor alle pajoengs een gelijkgerichte uitkomst. Men krijgt den indruk, dat de invloed der oorspronkelijke eigenschappen van den onderstam met het ouder worden van de oculatie afneemt, hoewel deze conclusie met het oog op de groote variatie allerminst zeker is. Bij den ontwikkelingsduur is bovendien uit de gemiddelden van zulk een afname niets te bemerken. Verder blijkt hier de eerste pajoeng practisch geen correlatie te vertoonen, hetgeen wellicht weer samenhangt met de in § 9 vermelde onregelmatigheden in den groeiduur.

Wanneer wij dus de afwijkingen, welke de correlatiecoëfficiënten van het gemiddelde vertoonen, als het gevolg van „toevallige" storingen mogen beschouwen, komen wij nu tot de conclusie, dat met een grooteren omtrek van den onderstam in het algemeen een grootere pajoenglengte en een kortere duur der rustperioden samengaan, m.a.w. dat een dikkere onderstam den lengtegroei op twee manieren bevordert. Het verband is in beide gevallen nog iets nauwer dan onze totale correlaties aangeven; immers in § 10 zagen wij, dat ook tusschen pajoenglengte en ontwikkelingsduur een positieve correlatie bestaat.

Daar in de practijk, zooals wij in § 9 hebben gezien, in den regel een snelle groei gewenscht is, zou het nu uit dien hoofde aanbeveling verdienen, om aan dikke onderstammen de voorkeur te geven boven dunne. Intusschen mogen wij dit niet als algemeen geldenden regel beschouwen, daar de hoogere kosten van oculeeren, eventueel rooien, transport etc. in het voordeel van de dunnere onderstammen spreken. Men zal dus deze kwesties aan de hand van de plaatselijke omstandigheden voor elk geval afzonderlijk moeten beoordeelen.

Verder dient men nog te bedenken, dat een groote omtrek van den onderstam zoowel aan een genotypisch vastgelegde grootere groeikracht als aan toevallige standplaatsverschillen te danken kan zijn. In het eerste geval

Proef en serie	Aantal boomen	Gemiddelden				Variabiliteitscoëfficiënten			
		Pajoeng 1	Pajoeng 2	Pajoeng 3	Pajoeng 4	Paj. 1	Paj. 2	Paj. 3	Paj. 4
Duur der groeiperioden (in halve weken)									
Ca	20	8,2 ±0,45	6,4 ±0,15	6,5 ±0,19	7,2 ±0,22	23,2	10,3	12,5	13,0
Cb	27	7,2 ±0,36	6,7 ±0,18	7,3 ±0,14	6,7 ±0,12	24,2	14,0	9,6	8,9
Cc	21	7,4 ±0,23	7,1 ±0,14	7,0 ±0,18	7,4 ±0,19	13,4	8,6	11,6	10,5
Da	26	9,1 ±0,45	6,4 ±0,12	7,5 ±0,20	7,9 ±0,19	18,3	8,8	13,5	12,1
Db	29	8,2 ±0,42	6,5 ±0,13	7,4 ±0,18	7,7 ±0,42	25,1	10,4	12,3	13,3
Dc	24	7,9 ±0,25	6,4 ±0,10	6,9 ±0,24	6,2 ±0,02	14,5	7,6	14,4	6,5
Duur der rustperioden (in halve weken)									
Ca	20	3,3 ±0,23	3,0 ±0,13	2,7 ±0,26	2,6 ±0,23	29,6	18,7	40,8	37,4
Cb	27	14,8 ±0,52	5,7 ±0,40	3,3 ±0,19	3,8 ±0,18	17,1	35,7	29,7	23,5
Cc	21	15,4 ±0,65	6,6 ±0,55	4,3 ±0,26	5,1 ±0,36	18,0	37,4	26,6	28,4
Da	26	7,5 ±0,58	8,6 ±0,41	7,7 ±0,25	7,6 ±0,28	28,6	23,5	16,4	18,4
Db	29	16,0 ±0,54	12,9 ±0,43	10,6 ±0,43	10,3 ±0,52	16,7	17,5	20,9	12,5
Dc	24	18,4 ±0,68	16,9 ±0,75	15,8 ±3,06	24,4 ±5,00	17,0	21,4	80,0	40,7
Lengte der pajoengs (in cm)									
Ca	20	49,1 ±2,20	52,2 ±2,50	56,3 ±1,32	61,4 ±1,46	18,5	20,3	10,0	10,1
Cb	27	47,6 ±1,79	52,1 ±1,64	47,6 ±1,39	61,1 ±1,12	18,5	16,0	15,0	9,0
Cc	21	44,4 ±2,18	51,4 ±1,82	49,9 ±2,25	56,4 ±2,49	20,8	15,8	19,7	17,6
Da	26	45,7 ±2,44	63,0 ±3,13	74,2 ±1,50	86,0 ±1,10	24,5	24,3	10,1	6,2
Db	29	54,2 ±2,33	59,3 ±2,18	78,8 ±1,46	83,4 ±3,75	20,7	19,5	9,4	11,0
Dc	24	45,0 ±2,74	48,1 ±2,28	67,4 ±3,22	67,8 ±2,58	27,9	22,8	19,7	7,6

Tabel XIV. Proeven C en D — Analyse van den lengtegroei.

zal de gunstige (versnellende) invloed van den onderstam op den groei der oculaties zich op den duur blijven doen gelden, zooals SCHWEIZER (1929) en CRAMER (1930) reeds hebben aangetoond. In het tweede geval daarentegen zal deze invloed — vooral bij overgeplante oculaties — vermoedelijk slechts van voorbijgaanden aard blijken.

b. De behandeling van den onderstam.

Een analyse van den lengtegroei in de drie series van de proeven C en D leert ons, welken invloed verschillen in behandeling van den onderstam op de ontwikkeling der oculaties hebben. Wij berekenden hiertoe voor elke serie den gemiddelden duur van groei- en rustperioden der eerste vier pajoengs, alsmede de gemiddelde lengte der pajoengs. Abnormaal gegroeide en door mijten beschadigde pajoengs werden natuurlijk weer van de berekeningen uitgesloten, doch overigens gebruikten wij alle waarnemingen.

De gevonden gemiddelde waarden werden met hun middelbare fouten en variabiliteitscoëfficiënten opgenomen in tabel XIV.

Men houde er rekening mede, dat in verband met het in de vorige alinea gezegde de gemiddelden soms op minder boomen betrekking hebben dan het in de tweede kolom opgegeven aantal; het verschil is echter alleen bij de series c van eenige beteekenis.

Duur der groeiperioden. Om overeenkomstige redenen als in § 9 uiteengezet laten wij de eerste pajoengs liever buiten beschouwing. De gemiddelde waarden en de variabiliteit der overige 3 pajoengs bewegen zich ongeveer op hetzelfde niveau als wij in § 9 reeds bij de overeenkomstige klonen van proef A1 vonden. De verschillen tusschen de afzonderlijke series derzelfde proef zijn slechts gedeeltelijk van beteekenis en betrouwbaar; zij verloopen bovendien bij de twee proeven niet in gelijken zin, zoodat wij den invloed van de behandeling van den onderstam op den duur der groeiperioden in elk geval als zeer onbelangrijk moeten bestempelen. In het algemeen zien wij bij de hoogere pajoengs een stijging van den groeiduur, doch ook hierop komen uitzonderingen voor. Van een karakteristiek verloop der variabiliteit is in geen der twee proeven iets te zien.

Bij onderlinge vergelijking der twee klonen kunnen wij wel constateeren, dat Ct 88 (proef D) in het algemeen een langeren groeiduur vertoont dan AV 50 (proef C). Een verschil in gelijken zin tusschen deze twee klonen troffen wij ook reeds aan bij de een jaar eerder geplante proef A1, zoodat de hier besproken resultaten de in § 9 getrokken conclusies bevestigen.

Met betrekking tot den *duur der rustperioden* vertoonen de series van beide proeven zeer markante verschillen in gelijken zin. Schakelen wij de door enkele abnormaal lange rustperioden beïnvloede pajoenggemiddelden 3 en 4 van proef D, met hun zeer groote middelbare fouten, uit, dan blijkt, dat steeds de rustperiode van denzelfden pajoeng bij serie a het kortst is, bij serie b veel langer dan bij serie a en bij serie c nog langer dan bij serie b. Binnen de series a ziet men daarbij van den eersten tot den vierden pa-

joeng geen (Ct 88) of een geringe afname, terwijl de series b en c met twee uitzonderingen het reeds in § 9 beschreven verloop: een voortdurende daling, te zien geven. De pajoenggemiddelden van Ct 88 vertoonen steeds een grootere waarde dan de overeenkomstige gemiddelden van AV 50, hetgeen weer in volkomen overeenstemming is met het in proef A1 tusschen deze twee klonen gevonden verschil. De variabiliteitscoëfficiënten laten een vrij onregelmatig verloop zien en staan ongeveer op hetzelfde niveau als in proef A1.

De gemiddelde *lengte der pajoengs* laat met slechts twee kleine uitzonderingen in alle series een geregelde stijging van eersten naar vierden pajoeng zien. In overeenstemming met de resultaten van proef A1 vertoonen de twee klonen onderling in de eerste pajoengs weinig verschil, terwijl de hoogere pajoengs bij Ct 88 aanmerkelijk langer zijn dan bij AV 50. De series a en b vertoonen onderling in geen der beide proeven een noemenswaardig verschil, terwijl serie c in proef C zeer weinig, in proef D evenwel sterker bij de vorige serie achterblijft. De variabiliteitscoëfficiënten geven geen aanleiding tot bijzondere opmerkingen.

Vatten wij de bovenstaande resultaten in een *conclusie* samen, dan kunnen wij zeggen, dat de minder gunstige groeicondities, waarin de planten van de series b en c ten aanzien van die in serie a verkeerden, weinig invloed hebben gehad op de pajoenglengte en practisch geen op den duur der groeiperioden, doch alleen een belangrijke verlenging der rustperioden hebben teweeggebracht. Deze verlenging is voor de het meest beschadigde serie c iets grooter dan voor serie b. Bovendien is bij serie c de pajoenglengte duidelijk kleiner dan bij serie a, terwijl in dit opzicht tusschen de series a en b onderling weinig verschil bestaat. De invloed van gunstiger groeicondities op de pajoenglengte is echter blijkbaar van weinig beteekenis vergeleken met dien op den duur der rustperioden.

Voor de practijk levert de vertraging in den totalen lengtegroei en vooral de verlenging der rustperioden, welke het overplanten teweeg brengt, een argument ten gunste van oculeeren in het veld. Dat men verder bij het overplanten de wortels liefst zoo weinig mogelijk moet beschadigen — zooals door onze uitkomsten nog eens wordt gedemonstreerd — spreekt wel haast vanzelf.

§ 14. De invloed van verwantschap en vergroeiing op den lengtegroei.

De analyse van den lengtegroei in de proeven G en H doet ons het materiaal aan de hand om den invloed op den lengtegroei van den graad van verwantschap tusschen onder- en bovenstam en dien van de vergroeiing na te gaan.

Bij de bewerking der cijfers hebben wij wederom uitsluitend boomen betrokken, waarvan een volledige reeks waarnemingen betreffende de eerste vier pajoengs ter beschikking stond, nadat abnormaal gegroeide en door

mijten beschadigde exemplaren waren uitgeschakeld. De aldus overblijvende klonen waren dezelfde, waarvan de oculaties reeds in § 10 voor diverse berekeningen werden gebruikt. In proef G werd van elke kloon het op eigen stam geoculeerde exemplaar, in proef H de ongeoculeerde moederboom, telkens vergeleken met één zijner oculaties (op vreemden stam); en wel kozen wij voor deze vergelijking zoo mogelijk steeds den onmiddellijk er op volgenden boom.

Van moederboomen (dit woord bij proef G op te vatten als „oculaties op eigen stam") en oculaties (op vreemden onderstam) werden nu in elk der beide proeven afzonderlijk berekend de gemiddelden voor den ontwikkelingsduur (groei- en rustperioden samen) en de lengte van elk der vier eerste pajoengs; en bovendien dezelfde grootheden voor alle 4 pajoengs tezamen. Verder betrokken wij voor de afzonderlijke pajoengs ook het aantal bladeren per pajoeng bij onze berekeningen, waarbij in elk der proeven één kloon moest worden uitgeschakeld. In al deze gevallen berekenden wij ten slotte nog den correlatiecoëfficiënt tusschen de waarden voor moederboomen en oculaties. Men vindt de aldus verkregen waarden met hun middelbare fouten samengebracht in tabel XV.

De *correlatiecoëfficiënten* voor den ontwikkelingsduur en de lengte der bladverdiepingen blijken in beide proeven alle positief en op enkele uitzonderingen na voldoende betrouwbaar; in het algemeen liggen zij in de buurt van $+ 0,5$. Deze uitkomsten zijn volkomen in overeenstemming met onze in § 9 getrokken conclusie, dat ontwikkelingsduur en lengte der pajoengs grootendeels berusten op de specifieke eigenschappen der klonen. De correlatie is bevredigend als men bedenkt, dat van elke kloon slechts één moederboom en één oculatie werden vergeleken, zoodat voor invloeden van toevallig karakter betrekkelijk veel ruimte open bleef. De beide proeven onderling geven geen verschil in den graad der correlatie te zien, evenmin als ontwikkelingsduur en pajoenglengte onderling.

De *lengte der pajoengs* is bij proef G voor moederboomen en oculaties praktisch gelijk. Daar wij reeds hebben gezien, dat de graad van verwantschap tusschen onderstam en entrijs geen merkbaren invloed op den uitlooptijd uitoefent, ligt dit resultaat trouwens voor de hand. Bij proef H vinden wij daarentegen karakteristieke verschillen. De eerste pajoeng is hier bij de moederboomen gemiddeld aanzienlijk langer dan bij de oculaties; het verschil bedraagt 16,5 $\pm$2,87 cm of ongeveer 27%. Bij de oculaties zijn nu de tweede en derde bladverdieping even lang als de eerste, terwijl de vierde pajoeng een belangrijk grootere lengte bezit. Bij de moederboomen echter is de tweede pajoeng veel korter dan de eerste, zelfs in vergelijking met de correspondeerende bladverdieping van de oculaties: het laatstbedoelde verschil bedraagt 8,4 $\pm$2,70 cm. In de volgende pajoengs bestaat tusschen moederboomen en oculaties een gelijkgericht doch kleiner lengteverschil; voor den derden pajoeng is dit 5,0 $\pm$2,24 cm en voor den vierden

Proef	Aantal stellen	Functie	Pajoeng 1	Pajoeng 2	Pajoeng 3	Pajoeng 4	Totaal 4 pajoengs
Ontwikkelingsperioden (in halve weken)							
G	40	gem. eigen hout	13,3 ±0,25	10,0 ±0,29	9,5 ±0,19	10,3 ±0,29	43,2 ±0,76
		gem. vreemd hout	13,3 ±0,25	9,6 ±0,19	9,3 ±0,16	10,2 ±0,21	42,4 ±0,65
		corr. coëff. (+)	0,214 ±0,151	0,500 ±0,119	0,541 ±0,112	0,471 ±0,123	0,624 ±0,097
H	36	gem. moederboomen	12,2 ±0,30	9,8 ±0,24	9,9 ±0,22	10,2 ±0,27	42,0 ±0,82
		gem. oculaties	13,6 ±0,40	10,1 ±0,23	9,9 ±0,27	10,2 ±0,29	43,8 ±0,91
		corr. coëff. (+)	0,313 ±0,150	0,743 ±0,075	0,464 ±0,131	0,302 ±0,152	0,425 ±0,137
Lengten der pajoengs (in cm)							
G	40	gem. eigen hout	53,9 ±1,91	47,5 ±1,63	48,6 ±1,33	61,4 ±1,27	212,1 ±4,52
		gem. vreemd hout	51,4 ±1,94	48,2 ±1,36	49,3 ±1,35	60,5 ±1,52	209,7 ±4,88
		corr. coëff. (+)	0,518 ±0,116	0,461 ±0,124	0,493 ±0,120	0,467 ±0,124	0,566 ±0,108
H	36	gem. moederboomen	69,2 ±1,74	43,5 ±1,87	48,1 ±1,50	55,7 ±1,54	216,1 ±4,70
		gem. oculaties	52,7 ±2,29	51,9 ±1,95	53,1 ±1,66	62,3 ±1,91	220,3 ±6,14
		corr. coëff. (+)	0,195 ±0,160	0,381 ±0,143	0,758 ±0,071	0,660 ±0,094	0,665 ±0,093
Aantallen bladeren per pajoeng							
G	39	gem. eigen hout	16,5 ±0,34	17,3 ±0,35	17,8 ±0,35	21,1 ±0,36	–
		gem. vreemd hout	16,8 ±0,44	17,2 ±0,22	17,9 ±0,37	20,6 ±0,38	–
		corr. coëff. (+)	0,256 ±0,150	0,608 ±0,101	0,529 ±0,115	0,521 ±0,117	–
H	35	gem. moederboomen	10,1 ±0,44	11,6 ±0,33	14,7 ±0,47	17,9 ±0,49	–
		gem. oculaties	16,9 ±0,57	16,4 ±0,35	17,8 ±0,42	20,5 ±0,41	–
		corr. coëff. (+)	0,329 ±0,151	0,318 ±0,152	0,709 ±0,084	0,620 ±0,104	–

Tabel XV. Proeven G en H – Analyse van den lengtegroei.

6,6 ± 2,45 cm. Het totaal der vier pajoengs is bij de oculaties dan ook iets grooter dan bij de moederboomen, hoewel dit verschil onbetrouwbaar moet worden genoemd.

Wat nu de *ontwikkelingsduur* der pajoengs betreft, zien wij bij proef G wederom practisch geen enkel verschil tusschen moederboomen en oculaties optreden, hetgeen in verband met het voorafgaande geen verwondering zal wekken. Bij proef H constateeren wij een betrouwbaar verschil van 1,4 ±0,50 (halve weken), waarmede het gemiddelde der oculaties dat der moederboomen overtreft. Bij de volgende pajoengs is dit verschil echter practisch weer verdwenen, zoodat ook de totalen voor 4 pajoengs geen betrouwbaar verschil vertoonen. Wij hebben in § 9 reeds gezien, dat wij de waargenomen verschillen vermoedelijk in hoofdzaak op rekening mogen schrijven van een verschil in de rustperiode, hoewel dit juist voor den eersten pajoeng niet steeds geheel opgaat. Ten slotte merken wij nog op, dat in beide proeven de pajoengs 2 t/m 4 een ongeveer even langen ontwikkelingsduur vertoonen, terwijl deze bij den eersten pajoeng wat langer is.

Bij de gemiddelden voor de *aantallen bladeren* zien wij, dat ook hier de waarden voor moederboomen en oculaties in proef G voor alle vier de pajoengs practisch gelijk zijn. Van eersten tot vierden pajoeng valt een voortdurende, hoewel geringe stijging van het aantal bladeren per pajoeng te constateeren. Overeenkomstige gemiddelden treffen wij bij de oculaties van proef H aan; de moederboomen laten hier echter in den eersten pajoeng een veel geringer aantal bladeren zien. Weliswaar is de stijging bij de hoogere pajoengs hier sterker dan in het geval van de oculaties, doch ook bij pajoeng 4 bestaat nog een verschil in gelijken zin. De correlatiecoëfficiënten geven ongeveer hetzelfde beeld als die voor ontwikkelingsduur en pajoenglengte, in overeenstemming met onze conclusie van § 12, dat het aantal bladeren per pajoeng een functie van de kloon is.

De uit het bovenstaande te trekken *conclusie* moet luiden, dat de graad van verwantschap tusschen onderstam en oculatie in deze proeven geen merkbaren invloed op de ontwikkeling der oculaties heeft uitgeoefend. De verschillen, welke in proef H tusschen moederboomen en oculaties zijn opgetreden, moeten dus worden toegeschreven aan het in het eene geval niet, in het andere wèl aanwezig zijn van een vergroeiingsplaats. Het voorkomen van een vergroeiing bij de oculaties heeft deze blijkbaar aanvankelijk in iets minder gunstige conditie gebracht; immers uitlooptijd (zie § 6) en waarschijnlijk ook de rustperiode van den eersten pajoeng (vergelijk in § 13*b* het verschil tusschen series a en b) zijn langer van duur. Deze ongunstige invloed van de vergroeiing is echter van zeer voorbijgaanden aard en bij den tweeden pajoeng practisch reeds niet meer waar te nemen.

In verband met het in § 13*b* geconstateerde verschil tusschen de series b en c zou men wellicht ook de geringere lengte van den eersten pajoeng bij de oculaties van proef H als een teeken van slechteren groei willen opvatten. Hiermede is dan echter in tegenspraak, dat de oculaties een

grooter aantal bladeren per pajoeng dragen dan de moederboomen, terwijl het niet waarschijnlijk is, dat de laatste hiervoor in grootere afmetingen van het blad over een compensatie beschikken. In de volgende pajoengs gaat trouwens het geringer aantal bladeren van de moederboomen wel samen met een kleinere lengte der pajoengs. Moederboomen en oculaties bezitten blijkbaar een verschillenden habitus, waarvan wij nog geen verklaring kunnen geven.

§ 15. De periodiciteit van den lengtegroei en de waarde der oogen.

De vraag, in hoeverre de ontwikkeling van oculaties afhankelijk is van de plaats in den pajoeng, waaruit de voor het maken der oculaties gebruikte oogen afkomstig zijn, is o.a. van belang bij den opzet van allerlei oculatieproeven. Wij duidden dit in § 4 reeds even aan, doch zullen dezen factor aan de hand der gegevens van proef K thans uitvoeriger bespreken.

De *slaging* van de voor deze proef gezette oculaties was in geen der 3 series fraai, vooral niet bij de het laatst geoculeerde onderstammen. Wij moeten dit vermoedelijk toeschrijven aan te weinig „schot" in het onderstammateriaal. Het resultaat was, dat van de drie series a, b en c definitief slaagden en werden afgezaagd resp. 54, 39 en 49% van de oorspronkelijk gezette aantallen exemplaren, welke in dezelfde volgorde 67, 69 en 68 stuks bedroegen. De zeer slechte slaging van serie b berust wederom hoofdzakelijk op het resultaat van de het laatst geoculeerde helft der onderstammen.

De gemiddelde uitlooptijden der 3 series vermeldden wij reeds in tabel III; wij laten deze waarden hier nogmaals volgen, met hun middelbare fouten:

serie a	(35 boomen)	19,5 ±1,55	dagen,
„ b	(26 „)	11,7 ±0,49	„
„ c	(33 „)	26,3 ±1,76	„

Wij zien hieruit, dat de oogen uit het middengedeelte van den pajoeng verreweg het snelst zijn uitgeloopen, dat dan de oogen in de oksels van knopschubben volgen en tenslotte de oogen geheel boven uit den pajoeng. Het verloop der uitloopkrommen (in werkelijkheid werd 2 × per week gecontroleerd) ziet men uit het volgende staatje:

Aantal dagen na afzagen		9	16	23	29	36	43	50	57
% totaal uitgeloopen	serie a	9	54	83	86	89	100	–	–
	serie b	35	100	–	–	–	–	–	–
	serie c	–	19	61	73	88	91	97	100

De eerste oculaties van de series a en b liepen tegelijkertijd uit, die van serie c een week later. De curve van serie b liep zeer steil en bijna rechtlijnig omhoog, die van serie a minder steil. De krommen van series a en c waren

ongeveer evenwijdig, met een rechtlijnig verloop tot een niveau van 60 à 70% bereikt was, en daarna een lang en veel minder steil gedeelte.

Een analyse van den lengtegroei gaf de resultaten, welke in tabel XVI werden voorgesteld; het aantal boomen geeft ook hier slechts een maximum aan, terwijl de afzonderlijke gemiddelden soms uit iets kleinere aantallen moesten worden berekend. Beschouwing van deze tabel leert in de eerste plaats, dat de *duur der groeiperioden* in de verschillende series niet noemenswaard uiteenloopt. Ten aanzien van den *duur der rustperioden* vinden wij daarentegen wel duidelijke verschillen, al zijn zij afzonderlijk niet alle voldoende betrouwbaar. In alle 4 de pajoengs vinden wij echter dezelfde volgorde terug als zoo even bij de uitlooptijden: serie b heeft de kortste rustperioden en serie c de langste. De pajoenglengte mogen wij voor de series a en b wel als in wezen gelijk beschouwen; de gevonden verschillen zijn weinig betrouwbaar en wijzen niet in dezelfde richting. Daarentegen vertoont serie c in alle pajoengs een hooger gemiddelde dan de beide vorige; drie van de vier verschillen zijn zelfs elk afzonderlijk voldoende betrouwbaar. Met deze verschillen in lengte gaan de geconstateerde verschillen in *aantallen bladeren* vrijwel parallel.

De verschillen in uitlooptijd en duur der rustperioden, welke tusschen de series van proef K blijken op te treden, zijn van denzelfden aard als de verschillen tusschen de series van proeven C en D (§ 13). Wij mogen dan ook ten aanzien van proef K de *conclusie* trekken, dat de oogen uit het midden van den pajoeng gunstiger ontwikkelingskansen inhouden (een snelleren groei vertoonen) dan die uit beneden- of boveneinde van den pajoeng. De beteekenis van het in richting afwijkende geringe lengteverschil ten gunste van serie c moet minder hoog aangeslagen worden dan het verschil in den duur der rustperioden.

Hoewel wij in onze proef slechts drie groepen van oogen in den pajoeng hebben onderscheiden, mogen wij uit onze resultaten wel de gevolgtrekking maken, dat ook de groeikracht der knoppen in de bladoksels een periodiciteit vertoont, overeenkomende met die van internodiën- en bladlengten. Het bestaan van den dalenden tak van deze periodiciteitskromme werd reeds gevonden door KAIMAL en SUMMERS. De resultaten van hun onderzoek werden echter niet in detail gepubliceerd, doch slechts aangeduid (Ann. Rept. R.R.I.M. 1928, pag. 44) met den zin: „...the buds situated in the axils of the leaves decrease regularly in strength from the bottom of the whorl to the top."

Wellicht wekt het eenige verwondering, dat in onze proef K, zoowel ten aanzien van den uitlooptijd als van den duur der rustperioden, serie c in groeikracht de mindere van serie a is gebleken, terwijl toch de eerste serie afkomstig is van knoppen in de oksels van normale bladeren, de laatste van de in de practijk vaak als minderwaardig beschouwde schuboogen. Wij meenen echter het verschil te mogen verklaren, doordat het met het oculeeren belaste personeel voor serie a niet de zeer kleine en vlak op elkaar

Serie	Aantal boomen	Gemiddelden en middelbare fouten				Variabiliteitscoëfficiënten			
		Pajoeng 1	Pajoeng 2	Pajoeng 3	Pajoeng 4	Paj. 1	Paj. 2	Paj. 3	Paj. 4
Duur groeiperioden (halve weken)									
a	30	8,5 ±0,26	6,1 ±0,13	6,2 ±0,17	6,5 ±0,18	16,5	11,5	14,8	12,8
b	24	9,2 ±0,45	6,3 ±0,14	6,5 ±0,23	6,6 ±0,22	23,2	10,8	17,1	15,5
c	29	8,7 ±0,43	6,4 ±0,17	5,9 ±0,12	6,5 ±0,22	26,0	13,9	10,9	15,7
Duur rustperioden (halve weken)									
a	30	2,8 ±0,33	3,3 ±0,21	3,6 ±0,30	5,3 ±0,25	63,5	34,1	44,1	21,9
b	24	2,5 ±0,30	2,7 ±0,27	2,8 ±0,37	4,0 ±0,29	57,7	47,0	63,3	33,7
c	29	3,7 ±0,22	3,5 ±0,32	4,7 ±0,27	6,2 ±0,54	31,6	48,7	29,9	40,5
Lengte der pajoengs (cm)									
a	30	43,9 ±1,49	48,7 ±2,06	52,9 ±0,83	60,2 ±1,57	18,3	22,8	8,4	12,3
b	24	44,8 ±1,64	49,3 ±1,79	52,2 ±1,09	57,6 ±1,12	17,5	17,4	10,0	8,9
c	29	54,5 ±2,27	54,0 ±1,25	53,9 ±1,24	63,2 ±0,98	22,1	12,2	11,9	7,3
Aantal bladeren per pajoeng									
a	30	16,9 ±0,62	15,3 ±0,52	18,8 ±0,39	21,6 ±0,55	–	–	–	–
b	24	16,4 ±0,69	15,7 ±0,38	18,9 ±0,32	21,7 ±0,34	–	–	–	–
c	29	17,4 ±0,63	17,2 ±0,42	19,5 ±0,37	21,8 ±0,44	–	–	–	–

Tabel XVI. Proef K – Analyse van den lengtegroei.

zittende schuboogen uitkoos, doch de beter zichtbare oogen vlak onder het bebladerde gedeelte. Het resultaat van serie a zou dus van het gemiddelde van alle schuboogen een te gunstig beeld geven. Voor serie c werden daarentegen schildjes gesneden zoo dicht mogelijk bij den top van den pajoeng, hetgeen ook daar gemakkelijk ging. Het resultaat van serie c stelt aldus het extreem rechtsche gedeelte van de groeikrachtskromme voor.

Letten wij thans op de absolute grootte der geconstateerde verschillen, dan blijken de verschillen in lengtegroei tamelijk onbelangrijk, die in uitloopsnelheid daarentegen vrij groot te zijn. Hoewel dus de factor „plaats van de oogen in den pajoeng" principieel van belang blijkt, kunnen wij dezen factor, als wij slechts den lengtegroei willen bestudeeren, in vele gevallen buiten rekening laten. De in vorige paragrafen van dit hoofdstuk getrokken conclusies uit proeven, waarbij niet speciaal op het elimineeren van dezen factor werd gelet, blijven dus onaangetast. Weliswaar is het mogelijk, dat bij een soortgelijke proef met overgeplante oculaties de absolute verschillen eenigszins grooter zouden zijn geweest dan in proef K.

Anders staat het echter met proeven, waarin kloonsverschillen e.d. ten aanzien van den uitlooptijd — vooral als het aantal boomen niet groot is — het object vormen. Door het verwaarloozen van de plaats, waarvan de oogen afkomstig zijn, kan de afzonderlijke proef op dit gebied veel van zijn waarde verliezen; en dit is temeer het geval, waar wij ook rekening moeten houden met de waarschijnlijkheid, dat de algemeene ontwikkeling van het oculatiehout den uitlooptijd der oogen op soortgelijke wijze belangrijk beinvloedt. Wij hebben in § 4 de betrekkelijk geringe waarde van één proef voor het nagaan van kloonsverschillen ten aanzien van den uitlooptijd reeds besproken en op grond daarvan een andere en omslachtiger methode van bewerking der resultaten onzer proeven moeten kiezen dan de methode, welke bij den lengtegroei kon worden toegepast. Wij wezen er bovendien toen reeds op, dat eliminatie van den in deze paragraaf besproken factor in vele gevallen practisch onmogelijk is. In het licht van het in § 11 besprokene zal deze kwestie thans nog duidelijker zijn; immers vonden wij, dat iedere kloon zijn karakteristieke distributie van de internodiënlengten in den pajoeng bezit. Een bepaald blad — bijv. het 5e van onderen — neemt derhalve bij de eene kloon relatief ten aanzien van het groeisnelheidsverloop en van de bladgrootte een andere plaats in dan bij een tweede kloon; en iets dergelijks mag men verwachten omtrent de groeikracht van het in den oksel er van geplaatste oog.

Voor de praktijk kunnen wij als algemeene conclusie uit onze resultaten zeggen, dat althans de goed zichtbare schuboogen in geenen deele, wat slaging en ontwikkeling der oculaties betreft, minderwaardig zijn ten opzichte van de oogen uit het bovengedeelte van den pajoeng, en dat er dus in het algemeen geen reden is om deze schuboogen niet te gebruiken. In de meeste gevallen toch zal men van het entrijs een flink aantal oogen per meter wenschen af te halen; slechts bij hooge uitzondering zou men ter

wille van een zoo snel en gelijkmatig mogelijken groei er toe kunnen overgaan, om slechts oogen uit het middelste gedeelte van den pajoeng te bezigen.

§ 16. Samenvattende beschouwingen.

In de voorafgaande paragrafen van dit hoofdstuk hebben wij een aantal gegevens verzameld omtrent den statistischen samenhang tusschen verschillende eigenschappen van *Hevea*-oculaties, welke in verband staan met de periodiciteit in den groei van deze plant. Wij dienen thans te trachten, het verzamelde feitenmateriaal tot een geheel samen te vatten, teneinde aldus een bevredigend beeld omtrent den causalen samenhang dezer feiten te verkrijgen.

De periodieke groei van *Hevea* en een menigte andere tropische gewassen heeft in de laatste tientallen jaren sterk de aandacht getrokken. Den strijd, die vooral in de jaren 1905 tot 1915 gevoerd werd over de vraag, of deze periodiciteit „autonoom" mag worden genoemd dan wel door de uitwendige omstandigheden wordt veroorzaakt, behoeven wij hier echter niet te bespreken. Voor een groot deel toch kwam de gevoerde polemiek voort uit een onzuiver stellen van het probleem, zooals Jost (1923), en vooral Arisz (1926) en Coster (1928) ons hebben uiteengezet.

Uit het experimenteele onderzoek van Klebs (1911, 1912, 1915) — den voornaamsten bestrijder der „autonomisten" — was reeds gebleken, dat vele planten al naar de omstandigheden zoowel periodieken als ook continuen groei kunnen vertoonen. Naar aanleiding van deze resultaten dienen wij dus het probleem omtrent het wezen der periodiciteit ruimer te omschrijven. De algemeene formuleering van de vraag, welke wij hebben te beantwoorden, moet nu luiden, onder welke omstandigheden bepaalde groeivormen — waarvan dan de periodieke groei er één is — zullen optreden. Arisz (l.c., pag. 15) wijst er verder uitdrukkelijk op, dat men bij de oplossing van dit vraagstuk niet te spoedig mag generaliseeren, doch dat een nauwkeurig onderzoek der afzonderlijke soorten aan het trekken van algemeene conclusies dient vooraf te gaan.

Wij willen nu trachten, de boven gestelde vraag voor jonge *Hevea*-oculaties in groote lijnen te beantwoorden. Daarbij zijn wij er ons van bewust, dat aan het door Arisz en Coster (1928, pag. 65) geëischte experimenteele onderzoek nog veel ontbreekt, en dat ook onze eigen waarnemingen slechts een kleine bijdrage tot een in alle opzichten bevredigende verklaring kunnen vormen. Wij zullen dus slechts een schetsmatig beeld kunnen ontwerpen, en moeten het invullen der details — en wellicht de retouche van sommige gedeelten — aan latere onderzoekingen overlaten.

Ook bij ons object troffen wij zoowel periodieken als continuen groei aan, en zelfs kwamen deze twee groeivormen bij dezelfde kloon en in dezelfde proef voor. Weliswaar hebben wij bij de door ons onderzochte lampe-

wisschers steeds nog eenige periodieke schommelingen gevonden (§ 11), doch in beginsel moeten wij aannemen, dat de potentiëele mogelijkheid tot continuen groei aanwezig is. Daar een als lampewisscher gegroeid gedeelte door normale pajoengs voorafgegaan of gevolgd kan worden, blijkt verder wel, dat een verschil tusschen begrensde en onbegrensde knoppen, zooals VOLKENS (1912) dit maakt, geen zin heeft en het verschijnsel der periodiciteit in geenen deele kan verklaren.

Wij moeten thans eerst nagaan, onder welke omstandigheden continue groei bij *Hevea* optreedt. Bij onze proeven zijn lampewisschers (behoudens een geval in Proef G) en planten met zeer zwakke periodiciteit alleen opgetreden in proef B, waarin de oculaties op niet-overgeplante, dikke en goed bewortelde onderstammen stonden. Uit de practijk is bekend, dat lampewisschers in hoofdzaak worden gevonden in den tweeden uitloop van een krachtig gegroeiden entrijstuin, bij waterloten van oudere boomen, en bij oculaties op 3 à 6-jarige onderstammen. Tenslotte wijzen wij erop, dat in onze proeven C, D (§ 13b) en K (§ 15) den groei bevorderende omstandigheden zich in hoofdzaak uitten in kortere rustperioden tusschen de vorming der pajoengs. Wij mogen uit al deze waarnemingen wel de conclusie trekken, dat continue groei (bij individuen, welke dezen groeivorm relatief gemakkelijk aannemen) tot stand komt, wanneer de omstandigheden in hooge mate bevorderlijk zijn voor een krachtigen, snellen groei.

Het antwoord op de vraag, waarom in de meeste gevallen geen continue groei optreedt, doch af en toe een onderbreking van bladvorming en lengtegroei plaats heeft — m.a.w. periodiciteit tot stand komt —, zal dus luiden, dat voor deze onderbreking een relatief gebrek in bepaalde, voor den groei noodzakelijke, factoren verantwoordelijk moet worden gesteld. Van de hierbij in aanmerking komende factoren meenen wij met KLEBS (1911), dat wij voor *Hevea* onder de normale cultuuromstandigheden aan den invloed van temperatuur en licht slechts een secundaire rol mogen toebedeelen, daar deze tamelijk gelijkmatig zijn en ook door de plant zelf niet worden beïnvloed.

Anders staat het echter met de factoren water en voedingsstoffen. KLEBS legt sterk den nadruk op zijn proeven, waarbij door het toevoegen van voedingszoutoplossingen de rustperiode werd opgeheven, en meent een relatief tekort aan zouten — of een hierdoor teweeggebracht relatief teveel aan assimilaten — in de meeste gevallen aansprakelijk te mogen stellen voor het inactiveeren der enzymen in het vegetatiepunt, hetgeen dan onderbreking van den groei ten gevolge zou hebben. Hoewel KLEBS er echter zelf op wijst, dat ook watergebrek een groeistilstand kan veroorzaken, heeft deze onderzoeker in zijn experimenten verzuimd na te gaan, of de invloed der voedingsoplossingen niet in hoofdzaak aan de betere watervoorziening te danken was. Weliswaar zijn deze twee factoren moeilijk te scheiden, daar in elk geval èn water èn minerale bestanddeelen voor den opbouw van nieuw weefsel noodzakelijk zijn, en zij bovendien een belangrijken invloed op elkaar uitoefenen.

Wij hebben nu reeds in § 8 besproken, dat het tijdstip, waarop in een pajoeng de bladvorming ophoudt, ongeveer samenvalt met het begin van den snellen groei der bladeren. Dit feit wijst er op, dat vermoedelijk de behoeften van het vrij groote aantal tegelijk groeiende bladeren in het vegetatiepunt het gebrek aan water (of van zouten en assimilaten) te weeg brengt, dat tot stilstand van de bladvorming leidt. De reeds aangelegde bladeren kunnen hierdoor niet meer uitgroeien en worden tot knopschubben. Ook het door VROLIJK en RAMAER (1929) geconstateerde gelijktijdige vrij sterke terugloopen van de slagingskans der oogen — d.w.z. van de activiteit van het cambium — wijst in de richting van een grooten invloed van het uitgroeien der bladeren. Dezen laatsten invloed kunnen wij ons evenwel beter voorstellen als een inwerking op den osmotischen toestand der cellen (verlaging van den turgor) dan als een onttrekking van zouten of assimilaten.

Wij zijn dan ook geneigd het ophouden van de bladvorming, dus het ontstaan der periodiciteit, in de meeste gevallen toe te schrijven aan een relatief watergebrek in het vegetatiepunt, waardoor de turgor hier beneden een zekere drempelwaarde daalt. Dit gebrek aan water zou dan worden veroorzaakt door de groote waterbehoefte der bladeren in omstandigheden, waarin wortels en/of vaatstelsel niet in staat zijn om voor een voldoend snelle aanvulling te zorgen; dus bij een relatief watergebrek in den grond, onvoldoenden omvang van het wortelstelsel etc. In zijn bespreking van de — in principe met de periodiciteit van tropische planten overeenstemmende — seizoensperiodiciteit van Europeesche gewassen stelt PRIESTLEY (1930) evenzoo in de eerste plaats de waterbehoefte der bladeren aansprakelijk voor het ophouden van de bladvorming.

Het ophouden van den lengtegroei vormt op zichzelf geen karakteristiek moment voor de periodiciteit, doch volgt logisch uit de onderbreking der bladvorming. Uit het onderzoek van OOSTERHUIS (1931) kunnen wij immers afleiden, dat ook in den zich verlengenden stengel van dicotyle planten de reguleering van den lengtegroei geheel onder invloed staat van groeistof, welke in den nog groeienden eindknop (en in de zich ontwikkelende zijknoppen) wordt gevormd en zich vandaar naar omlaag beweegt. Daar echter na het ophouden van de bladvorming de reeds gevormde groeistof nog een tijdlang haar (steeds verminderenden) invloed doet gelden, tot zij geheel verbruikt is, zal de lengtegroei na de onderbreking der bladvorming nog korten tijd worden voortgezet, zooals wij in § 8 reeds bespraken.

Nadat de bladeren van den nieuwen pajoeng hun definitieve grootte hebben bereikt, begint het stadium, waarin zij geleidelijk hun turgor herkrijgen en zich oprichten (zie § 8). Met dit stadium gaat volgens VROLIJK en RAMAER (1929) een stijging van de slagingskans der oogen meer naar onderen gepaard. Indien wij dit mogen opvatten als een gevolg van groo-

tere activiteit van het cambium, en deze laatste weer als aanwijzing omtrent den osmotischen toestand in de plant, dan volgt hieruit dus, dat de waterbehoefte der bladeren zoodanig is afgenomen, dat de aanvulling een overschot levert en de turgor weer hersteld wordt. Ook in de cellen van het vegetatiepunt zal een hoogere turgor gaan heerschen; in den regel krijgen wij thans echter nog niet dadelijk een nieuwe periode van uitloop, doch blijft de eindknop nog eenigen tijd rusten. Wij kunnen dit verklaren door aan te nemen, dat de waterbehoefte van het pas volgroeide blad nog eenigen tijd groot genoeg blijft om het bereiken van het oude peil van den osmostischen druk in het vegetatiepunt te verhinderen; doch ook hieruit, dat voor een herstel van de activiteit een hoogere drempelwaarde noodig zal zijn dan voor de staking van de bladvorming. Het benoodigde peil zal in elk geval des te eerder bereikt worden, naarmate de groeiomstandigheden gunstiger zijn, waaruit zich het verband tusschen groeiomstandigheden en lengte der rustperioden (§ 13b) ongedwongen laat verklaren.

Verder ligt nu de veronderstelling voor de hand, dat — althans bij bepaalde uitwendige omstandigheden, dus bijv. in eenzelfde proef — de drempelwaarde voor den uitloop bij een bepaalde bladverdieping van een bepaalde kloon slechts binnen nauwe grenzen variëert. Is dit het geval, dan kunnen wij daarin de verklaring zien van het feit, dat verschillen in onderstam, groeikracht etc. op het aantal bladeren per pajoeng zulk een geringen invloed uitoefenen (§§ 12, 15). De variabiliteit, die wij in het aantal bladeren waarnemen, zal dan namelijk vrijwel alleen het gevolg zijn van verschillen in wateraanvulling, werkzaam in de (geringe) lengte der periode vanaf de ontplooiing der eerste knopschubben tot het uitgroeien der onderste bladeren.

De aanname, dat voor het uitloopen de osmotische druk in het vegetatiepunt op een bepaald peil moet worden gebracht (waarvoor dus ophooping van water en zouten noodig is), brengt met zich mede, dat in het eerste stadium van de pajoengvorming, als nog slechts een geringe behoefte aan water voor het groeiende deel bestaat, de voedingsfactoren daarvoor steeds vrijwel optimaal zullen zijn, terwijl licht en temperatuur als practisch constant kunnen worden beschouwd. In dit geval zal het verloop van den lengtegroei van den pajoeng verder bijna uitsluitend worden beheerscht door de hoeveelheid bij het groeiproces gevormde groeistof. In het eerste stadium van het groeiproces nu zal de hoeveelheid geproduceerde groeistof steeds meer toenemen, doordat hoe langer hoe meer uitgroeiende bladaanlegsels ontstaan. Als gevolg hiervan zal in deze fase dus ook de snelheid van den lengtegroei een steeds sneller stijgende lijn moeten gaan vertoonen. Aanvankelijk kan het hiervoor noodige verbruik van water en voedingsstoffen nog vrijwel door den aanvoer worden gedekt; naarmate de behoeften van den nieuwen pajoeng echter vermeerderen, wordt deze aanvulling moeilijker en ten slotte raakt deze factor door het steeds meer uitgroeien der bladeren in het minimum. Langzamerhand

wordt de bladvorming dus beperkt door den factor: water (en voedsel-) voorziening, welke steeds ongunstiger wordt. In den eersten tijd gaan de nog niet volgroeide zijknoppen door met de productie van groeistof, doch deze houdt van beneden naar boven geleidelijk op, zoodat in verband met de verzwakte activiteit van den eindknop de totale productie van groeistof vermindert. Wij krijgen dus ten slotte een overwegen van het verbruik van groeistof boven de productie, tot de laatste eindelijk als gevolg van het beëindigen der bladvorming geheel ophoudt, en even later ook de lengtegroei tot een einde komt.

De eerste fase van den lengtegroei, zooals wij dien hierboven schetsten, vertoont veel overeenkomst met een autokatalytische reactie: het groeiproces doet immers uit water en voedingsstoffen (het beginproduct van de reactie) een product ontstaan, dat zelf weer (indirect) stimuleerend werkt op de vorming van nieuw product. Inderdaad vonden wij nu in § 8, dat het eerste stuk van de groeicurve een goede overeenstemming vertoont met die voor het verloop van een monomoleculaire autokatalytische reactie — d.i. met de formule van ROBERTSON. Weliswaar eischt de toepasbaarheid van de formule, dat de ontstane katalysator niet in de reactie verbruikt wordt, doch blijkbaar overweegt in deze fase van den groei de productie van groeistof zoo sterk op het verbruik, dat het effect van dit laatste onmerkbaar wordt.

Voor de tweede fase van het groeiproces gaat de vergelijking met een autokatalytische reactie minder goed op. In dit stadium toch kan men ook niet meer bij benadering zeggen, dat de geproduceerde groeistof nog in haar geheel aanwezig is; integendeel verdwijnt zij met merkbare snelheid. Verder zal, daar verschillende factoren bij de aanvulling der voedingsstoffen van beneden af hun invloed hoe langer hoe meer doen gelden, de vermindering van voor den opbouw van nieuwe cellen ter beschikking komend materiaal niet precies in hetzelfde tempo verloopen als bij de chemische reactie. Wij achten het dan ook geen toeval, dat de tweede helft der groeicurve in vele gevallen moeilijker met ROBERTSON's formule in overeenstemming te brengen bleek dan de eerste helft, al geeft de formule dan ook in groote trekken het geheele verloop van den groei behoorlijk weer.

Het uitgroeien van de bladeren tot hun definitieve grootte — een proces, dat voor een groot deel valt in de fase van snel verminderenden lengtegroei, voor een ander deel na het ophouden daarvan — vindt plaats onder voedingsomstandigheden, welke ver beneden het optimum zullen liggen. Wij mogen nu verwachten, dat allerlei individueele verschillen juist in deze fase belangrijke verschillen in de voorziening der bladeren met water en voedingsstoffen zullen teweeg brengen. Aldus wordt verklaarbaar, dat de definitieve bladgrootte een veel sterker variabiliteit laat zien dan het aantal bladeren (§ 12).

De gevonden positieve correlatie tusschen aantal bladeren en pajoeng-

lengte (§ 12) is onmiddellijk af te leiden uit de reguleering van den lengtegroei door de in de zich ontwikkelende organen gevormde groeistof. Daar nu een grooter aantal bladeren en dus ook een langere pajoeng, maar ook een beter uitgroeien van het blad, resulteeren zullen uit een betere voorziening met water en voedingsstoffen, kunnen wij verder begrijpen, dat tusschen pajoenglengte en bladgrootte een positieve correlatie moet bestaan (§ 12).

De positieve correlatie tusschen pajoenglengte en groeiduur (§ 10) behoeft wel geen nadere bespreking. In tegenspraak met onze beschouwingen staat de positieve correlatie, die tusschen pajoenglengte en duur der voorafgaande rustperiode werd gevonden (§ 10). Men zou toch verwachten, dat een betere watervoorziening, die tot een langeren pajoeng leidt, tevens een eerder bereiken van de voor het uitloopen noodige drempelwaarde — dus een kortere rustperiode zou bewerken. De gevonden correlatie, die overigens slechts zwak is, zouden wij dan ook alleen kunnen verklaren door aan te nemen, dat de bedoelde drempelwaarde stijgt met het langer worden van de rustperiode, zoodat de voorwaarden voor een hooger aantal bladeren gunstiger worden.

Al deze beschouwingen gelden voor de oculaties van één kloon resp. serie. Bij de berekening van overeenkomstige correlaties tusschen de gemiddelden van verschillende klonen vonden wij echter in het algemeen met die binnen de kloon overeenkomstige waarden, zoodat voor de kloongemiddelden grootendeels dezelfde overwegingen zullen gelden als voor de afzonderlijke oculaties. Dat uit de correlaties binnen de kloon van pajoenglengte en aantal bladeren met de bladgrootte de interklonale correlaties met het bladoppervlak logisch voortvloeien, werd reeds in § 12 uiteengezet. De positieve correlatie van laatstgenoemde eigenschap met den duur der rustperioden (§ 12) is in overeenstemming met het verband tusschen pajoenglengte en rustperioden, wanneer men ook voor de klonen aanneemt, dat specifieke verschillen in den duur der rustperioden voor een deel worden teweeggebracht door verschillende „drempelwaarden".

Wij hebben reeds gezien, dat gunstiger groeiomstandigheden in de proeven C, D (§ 13b) en K (§ 15) in de eerste plaats een verkorting van den duur der rustperioden bewerken. Gezien de negatieve correlatie tusschen den omtrek van den onderstam en den duur der rustperioden (§ 13a) moet verder ook een dikke onderstam gunstige groeivoorwaarden scheppen. Gaan wij nu het verloop van den duur der rustperioden gedurende de ontwikkeling van een bepaalde serie na, dan zien wij vooral bij overgeplante oculaties (§§ 9, 13b) een sterke verkorting van de rustperiode van eersten tot vierden pajoeng. Blijkbaar worden in deze periode de groeivoorwaarden dus steeds gunstiger. Voor een klein deel mogen wij, blijkens de uitkomsten van proef H (§ 15), dit verloop op rekening stellen van het verdwijnen van den ongunstigen invloed der vergroeiing; voor het overgroote gedeelte moeten wij het echter beschouwen als een gevolg van den groei van het

wortelstelsel, dat bij overgeplante oculaties tijdens de ontwikkeling der eerste pajoengs nog klein is, doch zich geleidelijk uitbreidt. In overeenstemming met deze opvatting vinden wij bij ter plaatse afgezaagde oculaties (proeven Ca, Da, G, H, K in §§ 13 t/m 15) dan ook een veel kortere rustperiode van den eersten pajoeng, terwijl het verschil met de volgende pajoengs gering is.

De invloed van de in wezen positieve correlatie tusschen pajoenglengte en duur der rustperioden komt bij de in de vorige alinea genoemde proeven alleen in proef K tot uiting. Hier vinden wij inderdaad de langste pajoengs bij de serie met de langste rustperioden. In de andere proeven gaan echter de gunstiger omstandigheden gemiddeld steeds samen met langere pajoengs, zoodat hier blijkbaar betere water- en voedselvoorziening den invloed van de kortere rustperiode opheft en zelfs overtreft.

In zijn eerste publicatie omtrent de periodiciteit van tropische planten kwam KLEBS (1911, pag. 55) tot de conclusie, „...dass die Periodizität des Pflanzenlebens doch, wie frühere unbefangene Beobachter annahmen, „durch die Periodizität des Klimas" bestimmt ist". In de voorafgaande paragrafen hebben wij daarentegen den factor klimaat vrijwel geheel buiten beschouwing kunnen laten. Toch willen wij de beteekenis van de schommelingen in de uitwendige omstandigheden zeker niet ontkennen. Uit de praktijk is immers genoegzaam bekend, welk een belangrijken invloed droge en natte perioden veelal op de periodieke ontwikkeling van jonge *Hevea* uitoefenen. Verder staat ongetwijfeld de jaarlijksche bladwisseling van oudere boomen sterk onder invloed van de klimaatsperiodiciteit; men bedenke slechts, dat de ruitijd in alle landen, waar *Hevea* voorkomt, voor de groote meerderheid der boomen in het begin van den voornaamsten drogen tijd valt.

De conclusie, waartoe onze onderzoekingen en beschouwingen moeten leiden, is echter, dat periodieke groei even goed tot stand kan komen bij constante, doch niet optimale uitwendige omstandigheden; een algemeen geldende slotsom trouwens, die reeds door LAKON (1915, pag. 452–453) in de volgende bewoordingen werd uitgedrukt:

„Bei konstanter Einwirkung einer optimalen Konstellation der Auszenwelt kann ein Wechsel in der Entwicklung nicht eintreten. Wenn ein Vorgang periodisch verläuft, so kann dies als Beweis dafür angesehen werden, dass hier entweder die Auszenwelt Schwankungen unterworfen ist, oder die konstante Konstellation der äuszeren Bedingungen keinen optimalen Wert besitzt."

THE GROWTH OF YOUNG HEVEA BUDDINGS

by

F. W. OSTENDORF.

(*Summary*)

CHAPTER I - INTRODUCTION.

§ 1. **Object and scope of researches.** The experiments were originally started with the purpose to collect numerical data on the variability of certain characters suitable for the identification of *Hevea* buddings. The scope of the work was, however, soon extended in the direction of problems connected with selection for vigour of growth. Besides the results proved to throw light on some problems of budding technique.

§ 2. **Description of experiments.** The experiments were all taken in the Experimental Garden "Tjiomas". They included:

1°. Temporary Experiments:

A. Ordinary buddings of 18 clones, transplanted in February-May, 1930 (5 series).

B. Buddings of Tjir I and BD 10 on heavy stocks, budded in 1930–'31, not transplanted.

C. Buddings of AV 50; series *a* sawed off without transplanting, series *b* transplanted with lateral roots, series *c* transplanted and lateral roots cut off.

D. Like Exp. C, but with clone Ct 88.

E. and F. Similar to C and D, buddings from two of the trees on which the buddings of Exp. B were made.

G. Buddings made by inserting a bud lower on the same stem from which it had been cut were compared with buddings of the same clones on other stocks, in order to investigate the influence of the degree of physiological relationship between stock and scion.

E. Comparison of ordinary buddings with the non-budded „mother trees" from which the buds had been cut (sawed off at the same height as the buddings).

K. Buddings of BD 10, the buds being alternately taken from the base of a leaf storey (series *a*), from the middle (series *b*) and from the top of a storey (series *c*).

The trees of experiments C to K were budded and sawed off in the first months of 1931.

L. Ordinary buddings of an extremely vigorously growing clone (non-transplanted).

2°. Permanent Eperiments:
Clone testing gardens 1926 to 1930.
Exp. BH III similar to Exp. G, but transplanted February-March, 1930.
Exp. BJ I. Clone testing garden, 6 clones planted in rows, December, 1930.
Exp. BJ II. Plots of buddings of 3 clones planted at various distances in February, 1931.

CHAPTER II - THE SPROUTING OF THE BUDDINGS.

§ 3. **General discussion on sprouting.** A budding *sprouts* when the swelling bud breaks through the cortex of the bud patch and becomes visible as a green spot. The number of days between the date of sawing off (or transplanting) and the date of sprouting was called the *sprouting period.* When the sprouting periods of buddings of one clone are graphically represented, the resulting curve is in most cases of a considerable positive skewness, and often rather irregular. These properties may be partly ascribed to fluctuations in the weather conditions, the retarding influence of dry periods increasing with the length of the sprouting period.

§ 4. **The sprouting period as a function of the clone.** Eleven important clones, all used in more than one experiment, were chosen to determine whether the length of the sprouting period is a specific feature of the clone. The mean sprouting period of each clone was in each experiment expressed as a percentage of the mean sprouting periods of the other clones. The clones could then be arranged in such an order that the mean sprouting period of any number expressed as a percentage of the mean sprouting periods of clones ranking one or more places lower in the list would — with a few exceptions — be always under 100 (see Table I). From this it could be concluded that the length of the sprouting period greatly depends upon the specific properties of the clone.

§ 5. **The sprouting period as a function of the stock.**

a. The girth of the stock. From the calculation of correlation ratios between the girth of the stock and the length of the sprouting period in 28 different series (Table III) it could be concluded that the girth of the stock has no influence on the sprouting period.

b. The treatment of the stock. The results of experiments C and D (Table IV) proved that the mean sprouting period of transplanted buddings is longer than that of non-transplanted ones of the same clone, and further that the removal of the lateral roots increases the length of the sprouting period. This result yields an argument in favour of budding in the field, especially because under unfavourable circumstances the percentage of deaths after sawing off increases with the length of the sprouting period. Where transplanting is necessary care should be taken to reduce the damage to the root system to a minimum.

§ 6. **Physiological relation between stock and scion, and influence of the union.** From the results of Exp. G it may be concluded that the degree of relationship between stock and scion has no appreciable influence on the sprouting period. Experiments H and BH III showed that in buddings the length of the sprouting period is increased compared with that of common stumps, which must be due to the influence of the union.

§ 7. **The direction of the young shoot.** In most clones soon after sprouting the young shoot begins to grow vertically upwards, leaving a space of only a few cm between it and the snag of the stock. In clones AV 71 and BD 5 the shoot grows out at a wide angle and only gradually takes the upright direction; in clone TMS 519, on the contrary, the shoot assumes a vertical position from the very first and remains closely pressed against the snag. The direction of the young shoot may therefore be used as a character for the identification of buddings.

CHAPTER III - ELONGATION AND LEAF FORMATION.

§ 8. **The periodical growth of young Hevea plants.** The characteristic periodicity in the growth of young *Hevea* trees, resulting in the formation of so-called "payongs" or leaf-storeys, was first described by HUBER (1898). Later investigators have only contributed very little to our knowledge of the morphology and physiology of this phenomenon, though periodicity in general received much attention during the past two decennia.

In most cases the elongation growth of young *Hevea* can be represented graphically by a succession of S-shaped curves (answering to ROBERTSON's growth formula), separated by horizontal lines. The period during which elongation takes place coincides with the formation of a leaf storey, but growth continues for a short time after the formation of new leaves has come to an end. The rest periods between successive periods of elongation may be longer or shorter; they may even be absent, in which case a short interruption of leaf formation still may take place. Thus we get a series of transitional forms from the typical periodical growth to the "lamp-brush", which is characterized in its ideal form by continuous aperiodic growth and leaf formation.

§ 9. **The growth of the shoot as a function of the clone.** An analysis of the growth in experiment A shows (Tables V–VII) that the duration of growth periods, the duration of resting periods and the length of the storeys are all partly determined by the specific properties of the clone. Between buddings of one clone as well as between clone averages the variability of the duration of growth periods is rather small, while the two other elements exhibit a much greater variability.

As the activity of the cambium — and in consequence the suitability

of the young tree for budding purposes — depends upon the formation of new leaves, the buds of clones with relatively short resting periods yield better results in budding than those of clones with long intervals between successive growth periods.

§ 10. **The relation between the length of the storeys and the duration of growth periods and resting periods.** This problem was investigated for buddings of the same clone (Table VIII) and for clone averages (Table IX). The (total) correlation ratios in both cases showed that the length of the storeys is positively correlated with the duration of the growth period and with that of the preceding resting period. For individual buddings no correlation was found between length of storey and duration of following resting period; the clone averages showed a positive correlation, probably originating from a strong positive correlation between the duration of two successive resting periods.

§ 11. **Length of internodes and length of leaves.** In every storey the length of the internodes shows a periodicity in accordance with that which may be expected after the results of SACHS' investigations on the periodicity of growth velocity. Irregularities are, however, not seldom met with, some clones having the tendency to form two or more leaves at very small intervals. The curve representing internode length in a storey is a skew one, as the middle of the longest internode is situated at about one-third from the base of the storey. Characteristic differences between clones were found with regard to the relative length of the longest internode (expressed in the length of the average internode) and to the relative length of the leafless part of the storey (expressed as a percentage of the total length).

This character has already (FREY-HEUSSER-OSTENDORF 1932) been used for the identification of clones.

The total length of the leaf shows a periodicity corresponding to that of the internode lengths.

§ 12. **Number of leaves and leaf area.** For a part of the buddings in Exp. A the average "leaf size" (in cm^2) was determined in the first four storeys by measuring length and maximum width of the middle leaflet of the largest leaf and dividing their product by two. The number of leaves and the leaf size show an increase from the first to the third storey and then remain constant. Both characters are dependent on the specific properties of the clone (Table X); the clone averages for leaf size in third and fourth storey were in agreement with the results of a previous rough classification for leaf size. The variability of the number of leaves — both within the clones and between clone averages — is rather insignificant; on the other side the leaf size is rather variable.

For buddings of one clone a distinct positive correlation exists between

the length of the storey and the number of leaves. Between length of storey and leaf size a much smaller correlation ratio was found. Between number of leaves and leaf size the correlation was negative, but so low as to be very uncertain (Table XI).

Similar calculations were made for clone averages, the product of number of leaves × leaf size (= "leaf area") being used here instead of the leaf size itself. The correlations of length with number of leaves and leaf area were again positive, that between number of leaves and leaf area being insignificant.

The number of bud scales was found to show a positive correlation with the duration of the resting period.

§ 13. **The growth of the shoot as a function of the stock.**

a. The girth of the stock. From the calculation of correlation ratios in 14 different series (Table XII) it could be concluded that a greater girth of the stock gives an increase in the length of the storeys and a shortening of the resting periods.

b. The treatment of the stock. An analysis of the growth in Exp. C. and D (Table XIV) proves that the effect of damage to the root system on the growth periods is negligibly small. The influence on the duration of the resting periods is important, these periods increasing in length as the root system is more heavily damaged.

§ 14. **The influence of relationship between stock and scion and of the union on the growth of the shoot.** In Exp. G the development of the buddings „on their own stock" was in all respects equal to that of the ordinary buddings. The degree of relationship between stock and scion has no appreciable effect on the growth of the scion. In Exp. H the influence of the union proved an unfavourable one, but made itself felt only in the first storeys (Table XV).

§ 15. **The periodicity of growth and the value of the buds.** From the results of Exp. K it can be seen that the vigour of the buds in the axils of bud scales and leaves shows a periodicity corresponding to that of the internode lenghts (Table XVI). The influence of this periodicity is seen mainly in the average length of the sprouting periods — the strongest buds showing the shortest sprouting periods — and in the duration of resting periods. This periodicity has to be taken into account when experiments on the length of the sprouting period are planned.

§ 16. **General discussion.** An attempt is made to explain the principal results of §§ 8–15 from a physiological standpoint. Starting from the observation that the "lamp-brush" form of growth only occurs where growth conditions are very favourable, it can be concluded in accordance

with KLEBS (1911) and LAKON (1915) that interruption of leaf formation is caused by the intensity of one or more growth factors falling below a certain minimum. The coincidence of the cessation of leaf formation with the rapid dilatation of the leaves, and the results of VROLIJK and RAMAER's work (1929), lead us to regard the water content of the tissues in the vegetation tip as the most important factor, though the influence of mineral and organic nutrition of the growing tissues must not be overlooked. The cessation of elongation growth is only a necessary consequence of the interruption of leaf formation.

Leaf formation and, consequently, elongation growth can now only be resumed when the decreasing need of the leaves for water etc. allows the turgor in the vegetation tip to be restored to a level somewhat higher than that reached when the formation of leaves was stopped. The first phase of the development of a new storey thus takes place under nearly optimal nutritional conditions; in consequence the elongation process will be regulated almost exclusively by the amount of growth hormone produced (WENT 1928). This quantity of auxine increases as more leaves (with their axillary buds: OOSTERHUIS 1931) are growing out, thus producing the „autokatalytic" effect for which ROBERTSON's formula is the mathematical expression. The second phase of the growth process cannot be regarded as an autokatalytic process, because the production of growth hormone steadily decreases while consumption continues, and because the supply of nutritive substances (including water) is not optimal any more. The effect must be that the rate of elongation diminishes and finally becomes zero.

The further development of the leaves takes place under nutritional conditions far below the optimum, whence the greater amount of variability in leaf size compared with that in number of leaves can be explained. The positive correlation between length of storeys and duration of resting periods can be explained on the assumption that the osmotic pressure in the vegetation tip must be raised to a higher level, before growth is started again, as the resting period has been longer. The other correlations can easily be explained in a similar way.

LITERATUUR.

Annual Report 1928 of the Rubber Research Institute of Malaya.

ARISZ, W. H. (1926). Over het begrip autonomie bij de periodiciteit in de ontwikkeling der planten. Inaug. rede, Groningen, 24 pag.

BARLOW's Tables of Squares, Cubes, Square Roots etc. 3rd Ed., Edited by L. J. Comrie. London & New York 1930.

BURKOM, JOH. H. VAN (1913). Het verband tusschen den bladstand en de verdeeling van de groeisnelheid over den stengel. Diss. Utrecht, 188 pag.

COSTER, CH. (1927–1928). Zur Anatomie und Physiologie der Zuwachszonen- und Jahresringbildung in den Tropen. *Annales du jardin botanique de Buitenzorg*, 37 (1927) pag. 49–160; 38 (1928) pag. 1–114.

CRAMER, P. J. S. (1930). The Budgrafting of Rubber. *Proceedings IXth Horticult. Congress*, London 1930, pag. 380–390.

CZUBER, E. (1927). Die statistischen Forschungsmethoden, 2. Aufl. Wien.

FREY–WYSSLING, A.; HEUSSER, C. en OSTENDORF, F. W. (1932). Het identificeeren van Hevea-cloonen op jeugdigen leeftijd. *Archief v. d. Rubbercult.* 16, pag. 1–99.

HOOP, D. J. N. VAN DER (1929). Een en ander over de periodiciteit in den groei van Hevea brasiliensis. *Archief v. d. Rubbercultuur* 13, pag. 667–682.

HUBER, J. (1898). Beitrag zur Kenntniss der periodischen Wachsthumserscheinungen bei Hevea brasiliensis Müll.-Arg. *Botanisches Centralblatt* 76, pag. 259–264.

JOST, L. (1923). Pflanzenphysiologie II. 4. Aufl.

KAIMAL zie Annual Report R.R.I.M.

KLEBS, G. (1911). Über die Rhythmik in der Entwicklung der Pflanzen. *Sitz. ber. d. Heidelberger Akad. d. Wiss.*, math.-naturwiss. Klasse, Jahrg. 1911, 23. Abhandlung, 84 pag.

——— (1912). Über die periodischen Erscheinungen tropischer Pflanzen. *Biolog. Centralblatt* 32, pag. 257–285.

——— (1915). Über Wachstum und Ruhe tropischer Baumarten. *Jahrb. f. wiss. Botanik* 56, pag. 734–792.

LAKON, G. (1915). Über den rhythmischen Wechsel von Wachstum und Ruhe bei den Pflanzen. *Biolog. Centralblatt* 35, pag. 401–471.

MANN, C. E. T. (1929). Budding in the Field. *Quart. Journ. R.R.I.M.* 1, pag. 50–65.

MINER, J. R. (1922). Tables of $\sqrt{1-r^2}$ and $1-r^2$ for Use in Partial Correlation and in Trigonometry. Baltimore 1922.

OOSTERHUIS, J. (1931). Der Einflusz der Knospen auf das Stengelwachstum von Asparagus plumosus und A. Sprengeri. *Recueil des travaux botaniques néerlandais* 28, pag. 20–74.

OSTENDORF, F. W. (1932). Resultaten der toetsing van Heveacloonen in Proeftuin Tjiomas I. Archief v. d. Rubbercult. 16, pag. 215–229.

OSTENDORF, F. W.; en RAMAER, H. (1930). Praeadvies Vergad. V.V.P.P.

PARKIN, JOHN (1904). The Extra-floral Nectaries of Hevea brasiliensis, Müll.-Arg. (the Para Rubber Tree), an Example of Bud-Scales serving as Nectaries. *Annals of Botany* 18, pag. 217–226.

PETCH, T. (1916). The Girth Increment of Hevea brasiliensis, *Annals of the Royal Bot. Gardens, Peradeniya* 6 (1915–1917), pag. 77–86.

PRIESTLEY, J. H. (1930). Studies in the Physiology of Cambial Activity. III. The Seasonal Activity of the Cambium. *The New Phytologist* 29, pag. 316–354.

SANDE-BAKHUYZEN, H. L. VAN DE; and ALSBERG, C. L. (1927). The Growth Curve in Annual Plants. *Physiological Reviews* 7, pag. 151–187.

SCHWEIZER, J. (1929). Over selectie van Hevea brasiliensis in verband met erfelijkheid van de groeikracht. *Archief v. d. Rubbercultuur* 13, pag. 580–589.

SIMON, S. V. (1914). Studien über die Periodizität der Lebensprozesse der in dauernd feuchten Tropengebieten heimischen Bäume. *Jahrb. f. wiss. Botanik* 54, pag. 71–187.

VOLKENS, G. (1912). Laubfall und Lauberneuerung in den Tropen. Berlin 1912, 142 pag.

VROLIJK, M.; en RAMAER, H. (1929). De invloed van het stadium van ontwikkeling van onderstammateriaal en entrijsboomen op de slaging bij het oculeeren. *De Bergcultures* 3 (1928–1929) pag. 2005–2008.

WALTHER, A. (1928). Einführung in die mathematische Behandlung naturwissenschaftlicher Fragen. I. Teil. Berlin 1928.

WENT, F. W. (1928). Wuchsstoff und Wachstum. *Recueil des travaux botaniques néerlandais* 25.

STELLINGEN

I

De selectie van *Hevea brasiliensis* dient te worden gevoerd in twee scherp gescheiden richtingen, waarvan resp. het verkrijgen van superieure klonen en het winnen van superieur zaad het doel zijn.

II

Bij een statistische samenvatting van gelijksoortige proefveldresultaten dienen deze te worden gerangschikt volgens de grootte van het procentisch opbrengstverschil, niet volgens hun betrouwbaarheid.

III

De periodiciteitsverschijnselen bij de vegetatieve ontwikkeling van *Hevea* kunnen worden opgevat als een relaxatietrilling.

IV

Een groeiende stengeltop belemmert het uitgroeien van lager gelegen knoppen, doordat bepaalde in dien top gevormde stoffen zich naar de lager gelegen weefsels begeven; het is echter niet waarschijnlijk, dat hierbij een specifieke remmende stof in het spel zou zijn.

V

Het stellen van den eisch, dat voor de bescherming van den kweekerseigendom een betrouwbare beschrijving van het te beschermen ras voorhanden moet zijn, zal ten gevolge hebben, dat van sommige gewassen in de toekomst talrijke nieuwe rassen niet beschermd kunnen worden.

VI

Voor de veredeling van een cultuurgewas is de genetische factorenanalyse van dit gewas van weinig beteekenis.

VII

De op Java gecultiveerde cacao mag voor het meerendeel, op grond van zijn ontstaan door bastaardeering, niet met den naam *Theobroma Cacao* L. worden aangeduid.

VIII

Indeeling van sinds lang in cultuur gebrachte species in botanische variëteiten, zooals bijv. PERCIVAL (The Wheat Plant, 1921) dit voor *Triticum* heeft gedaan, is in het algemeen ongewenscht.

IX

Het aantal dagen per jaar, waarop bliksem en donder worden waargenomen, vormt geen goeden maatstaf voor de onweersfrequentie op een bepaalde plaats.

X

Het verdient aanbeveling, om naast de front- en warmteonweders een derde hoofdcategorie van stuwingsonweders te onderscheiden.

XI

Het studieprogramma der Landbouwhoogeschool dient voor alle richtingen te worden opgebouwd met de studie der economie van het landbouwbedrijf als kern, terwijl tegen verregaande specialisatie vóór het ingenieursexamen moet worden gewaakt.