

## Nogle Undersøgelser over Træernes Rodliv.

Af

O. G. Petersen.

(Meddelt i Mødet den 17de December 1897).

Planternes Livsyttringer, navnlig de periodiske Fænomener, er langt mindre kendte for Røddernes end for de overjordiske Organers Vedkommende, og især gælder dette Træerne. Dette er ikke underligt; thi enhver Iagttagelse over Rødderne kræver paa Grund af disses skjulte Tilværelse en særegen Undersøgelse, medens mange Fænomener i de overjordiske Organers Liv frembyde sig direkte for Iagttagelsen, saa at de med Lethed har kunnet blive bekendte i stor Mængde, og det derfor har været forholdsvis let at skaffe sig et nogenlunde sikkert Kendskab til de paagældende Forhold. Dette gælder f. Ex. Løvspring og Løvfald. Men spørge vi Literaturen til Raads om tilsvarende Forhold i Rødderne; vil vi finde, at Meddelelserne herom flyde meget sparsomt og tildels er indbyrdes modsigende, og søger man Oplysning herom hos Praktikerne, synes en bestemt paa Erfaring grundet Opfattelse heraf i Reglen ikke at have fæstnet sig. For den, der ønsker at vide noget paalideligt herom, har der derfor paa Sagernes nuværende Standpunkt ikke været andet at gøre end selv at tage Forholdet op til Undersøgelse.



Jeg tænker her nærmest paa Tiden for Nydannelse af Rødder, dels Sugerødder, dels Langrødder<sup>1)</sup>, samt paa tidligere anlagte Rødders genoptagne Længdevæxt. Men det ligger nær, naar man beskæftiger sig hermed, at tage den anden Side af Røddernes Væxt med op i Undersøgelsen og søge at komme til Klarhed over deres Cambiumvirksomhed, Tiden for Aarringsdannelsen, og se at udrede, hvorvidt paa den ene Side denne staar i Overensstemmelse med Stammens eller Grenenes, paa den anden Side, hvad Forhold den staar i til Rodfrembruddet, eller, som det maaske kortere kunde kaldes, Rodbruddet, og Længdevæxten. Endelig er det faldet mig naturligt hertil at knytte en Undersøgelse af Stivelsens Optræden i Rødderne, ogsaa særlig til Sammenligning med tilsvarende Forhold i de overjordiske Organer.

Men Fastsættelsen af Tiden for Cambiets begyndende og afsluttede Virksomhed fører ind paa Iagttagelser over Beskaffenheden af Grænsen mellem 2 paa hinanden følgende Aarringene, hvilken i mange Tilfælde er ikke lidet forskellig i Rod og Stængel, og dermed er vi inde paa en Betragtning af Rodens Struktur; at denne i flere Henseender væsentlig afviger fra Stænglens, bortset fra den dybere Forskel i Rodens og Stænglens primære Bygning, er ret vel kendt; paa den anden Side er de positive Meddelelser herom dog ikke talrigere, end at ny Bidrag eller bekræftende Iagttagelser kan have deres Interesse. Mine Iagttagelser paa dette Omraade stiller jeg foran som en Slags Indledning til Afhandlingens væsentligere Afsnit, de periodiske Fænomener.

### 1. Vedstruktur og Aarringsgrænse i Rødderne.

I det følgende er der kun Tale om Rodens sekundære Ved, sammenlignet med Stammens eller Grenenes, og Undersøgelserne

<sup>1)</sup> En Beskrivelse af Rødderne kommer jeg ikke ind paa, men jeg mener at kunne benytte Udtrykket Langrødder for de Rødder, der nærmest



er hovedsagelig anstillede paa det Materiale, hvorom der er givet nærmere Oplysning i det følgende Afsnit. Det bedste og udførligste, der er meddelt om Rodveddets Bygning, skyldes Hugo v. Mohl<sup>1)</sup>, og til dennes Undersøgelser støtter sig hvad de Bary har om dette Emne i sin *Anatomi*<sup>2)</sup>; d. v. s. for saa vidt angaar Trærødderne. Siden da er det mig ikke bekendt, at der er publiceret noget af Betydenhed herom. Mohl's overmaade grundige Undersøgelser, der tildels er polemisk rettede mod Schacht, er anstillede paa den Maade, at han først meget udførligt behandler enkelte Typer og dertil knytter sammenlignende Betragtninger over de andre. Saaledes er først *Abies pectinata* udførlig behandlet og Resultatet resumeres som følger:

Edelgranens Rodved adskiller sig fra Stammeveddet ved følgende Forhold.

1. Ved ringere Tykkelse af Aarringene og ved større Blødhed.
2. Ved modsat Bygning af de tykke og tynde Aarringe, idet i Stammen den ydre af tykvæggede Trakeider bestaaende Del af Aarringene udgør en desto større Del af samme, jo tyndere Aarringene er, medens omvendt i Roden den ydre fastere Del udvikler sig desto stærkere, jo tykkere Aarringene er, og næsten ganske mangler i meget tynde Aarringe. Det sidste er bestandig Tilfældet i de inderste, ældste Aarringe og gentager sig ved gamle Rødder i deres Periferi.
3. Ved en  $\frac{1}{4}$  større radial og  $\frac{1}{5}$  større tangential Diameter af de vide Trakeider i Aarringenes indre Del.
4. Ved større radiale Gennemsnit og videre Lumen i Aarringenes ydre fladtrykte Trakeider.

---

har til Opgave at udbrede Rodsystemet (Triebwurzeln) i Modsætning til Sugerødder, der er de egentlig næringsoptagende. Mycorrhizer kan opfattes som en særegen Form for Sugerødder.

<sup>1)</sup> Einige anatomische und physiologische Bemerkungen über das Holz der Baumwurzeln. *Botanische Zeitung* 1862.

<sup>2)</sup> De Bary, *Vergleichende Anatomie* 1877 p. 530.



5. Ved større Længde af de Trakeider, der udgøre den inderste bløde Del af Roden.

I Tilslutning hertil omtales Skovfyr, Lærk og Rødgran mere kortfattet; de forholde sig væsentlig paa samme Maade.

For Løvtræernes Vedkommende omtales først meget udførligt Ask (*Fraxinus excelsior*) og derefter Bøg (*Fagus silvatica*). Kun følgende skal paa dette Sted nævnes: Veddet er hos dem begge blødere i Roden end i Stammen, men dette er begrundet i afvigende Forhold. Hos Ask er Karrene i Roden mindre vide end i Stammen, men Cellerne er dér videre og mere tyndvæggede. Hos Bøg er Prosenkymcellerne mere tykvæggede og forsynede med mindre Lumen i Roden end i Stammen, men Karrene er videre og mere tætstillede. Hos Eg er Karrene lige som hos Ask mindre vide i Roden end i Stammen, men de er talrigere og derfor tættere stillede; dertil kommer, at Parenkymcellerne i Roden er langt videre og talrigere, hvorfor Roden er meget stivelsesrig. Poppel og Birk har begge videre Kar i Roden end i Stammen, hos Birk er tillige Prosenkymcellerne sammesteds videre; det skal derimod ikke være Tilfældet hos Poppelen (*Populus tremula*).

Mohl har med megen Nøjagtighed maalt Elementernes Vidde i Rod og Stamme og giver Resultaterne i Decimalbrøker med indtil 7 Decimaler; hvor mange Enkeltmaalinger Resultaterne er byggede paa, angives dog ikke. I det følgende gaar jeg en anden Vei, idet jeg væsentlig indskrænker mig til en Række Type-Afbildninger med tilhørende oplysende Bemærkninger; da jeg har særlig Brug for Aarringsgrænserne, har jeg i Reglen valgt at tegne Partier af Veddet, hvor der findes saadanne. Ved at tegne opnaar jeg i alt Fald at gøre Forholdet anskueligt<sup>1)</sup>, medens de mange store Decimalbrøker ikke saa godt egne sig hertil.

<sup>1)</sup> Det er egentlig heri, at de i dette Afsnit givne Meddelelser om Veddet søge deres Berettigelse, da de ikke givne noget væsentlig nyt.



Først nogle Bemærkninger om Naaletræerne. At hos disse Veddet vel i Reglen er blødere i Roden end i de overjordiske Organer, er begrundet i de i det hele videre Trakeider, hvilke ogsaa er længere, samt deri, at Høstlaget bestaar af Trakeider, der nok er noget fladtrykte, men ikke nær saa tykvæggede som i Stamme og Grene. Mohl sætter  $\frac{1}{4}$  større radial og  $\frac{1}{5}$  større tangential Diameter af de vide Trakeider i Aarringens indre Del; dette gælder Ædelgran. At Forskellen kan være meget større, ses af hosstaaende Afbildning af Lærk, der

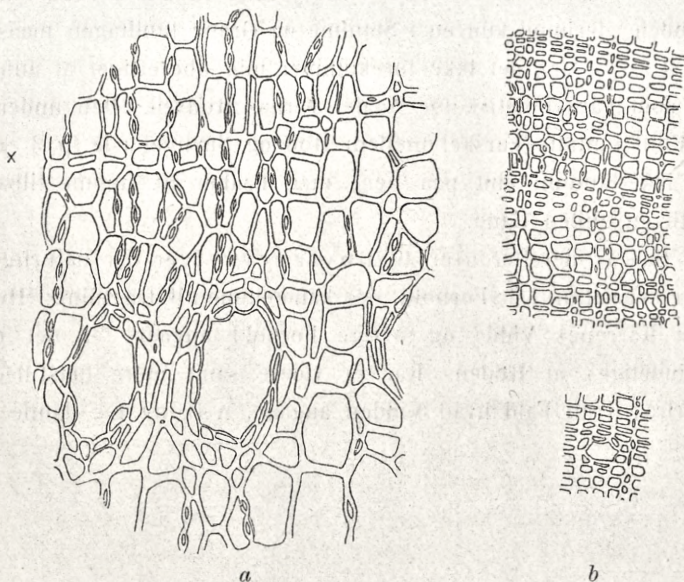


Fig. 1. *Larix europæa*. Tværsnit af Rod (a) og Gren (b), med en særskilt lille Figur, for at vise en Harpixgang i Grenen. <sup>117</sup>.

ogsaa viser, at Harpixgangen er langt større i Roden end i Grenen. Trakeidernes Længde har jeg paa unge Planter af Rødgran fundet for Rodens Vedkommende 1,03 m. m., for Stammens Vedkommende 0,59 m. m., Middeltal af 40 Maalinger. Paa ældre Planter vil de naturligvis være meget længere.

Mohl anker over, at Schacht sammenligner Grene med Roden, og hævder, at det bør være Stammen. Jeg tror, han



har set sig gnaven paa Schacht og derfor absolut ingenting finder godt. Er det Hovedroden, man har med at gøre, ja saa bør det være Stammen, man benytter til Sammenligning, men er det Rodgrene, maa det være berettiget at sammenligne med de overjordiske Grene. Ligeledes hævder han overfor Schacht, at det ikke er rigtigt, naar denne siger, at Rodveddet hos Naaletræerne karakteriseres ved, at det fører 2 Rækker Porer paa Trakeidernes radiale Vægge, ihvorvel Mohl indrømmer, at det hyppig er Tilfældet; jeg har nu sét paa saa mange Radial-snit og Tværsnit af Naaletræer og jevnlig fundet 2 Porerækker i Roden, derimod kun en i Stamme og Grene (undtagen maaské hos Lærk), saa det ikke forekommer mig uberettiget at anføre det som karakteristisk for Naaletræernes Rodved. Den under 2 af Mohl omtalte Forskel mellem Rod og Stængel (slg. p. 3) kan jeg ikke komme ind paa her, men haaber at komme tilbage dertil en anden Gang.

Gaa vi derefter over til Løvtræerne, er der naturligvis større Variation i de Forhold, der kan komme i Betragtning. Hvad først Karrenes Vidde og øvrige Forhold angaar, er det det almindelige, at Rodens Kar er videre samt mere tætstillede, hvorfra, i alt Fald hvad Vidden angaar, Ask og Eg danne en

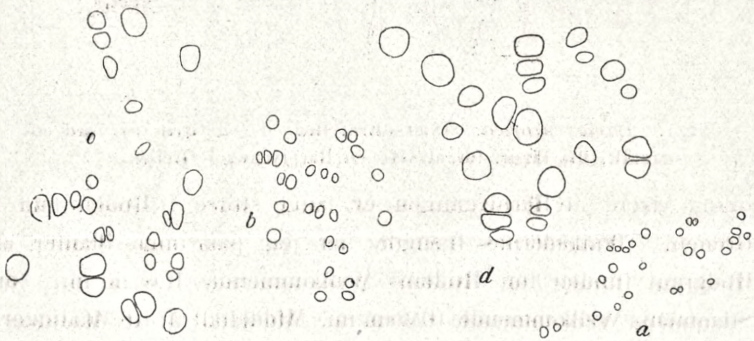


Fig. 2. *Acer Pseudoplatanus*. Ung Plante fra Frederiksværk. Sammenstilling af Kar. a. Stamme, 1ste Aarring, b. St., 2den Aarr., c. Rod, 1ste Aarr., d. Rod, 2den Aarr. 59.



Undtagelse. I nedenstaaende Figur (2) findes en Sammenstilling af Kar af *Acer Pseudoplatanus*, der viser en ret betydelig Forskel mellem Stamme og Rod, samt en tiltagende Vidde af Rodens Kar fra 1ste til 2den Aarring ligesom i Stammen. I Fig. 3 er *Betula verrucosa* afbildet. Nærmere i Figurforklaringen.

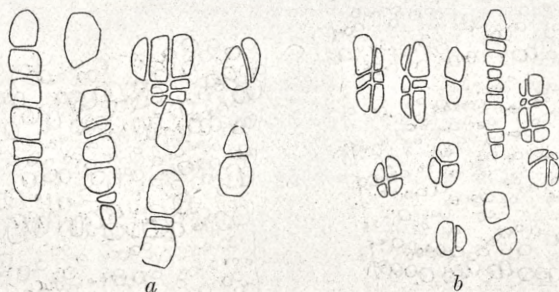


Fig. 3. *Betula verrucosa* (Frederiksværk). a. Rodens, b. Stammens Kar i deres naturlige Stilling.  $\frac{88}{1}$ .

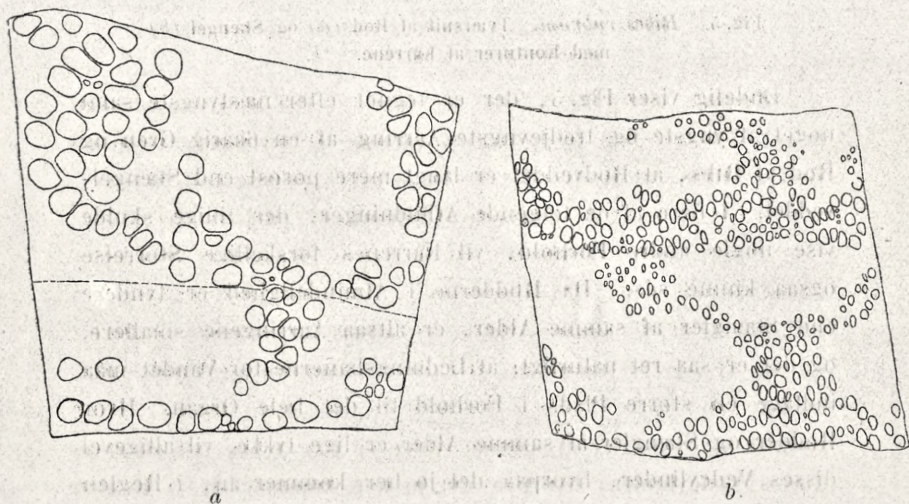


Fig. 4. *Rhamnus catharticus*. 2 Aarringe af en fingertyk Rod (a) og Gren (b) med Konturer af Karrene.  $\frac{47}{1}$ .

I Fig. 4 er tegnet 2 Aarringe af en fingertyk Rod og Gren af *Rhamnus catharticus* fra Landbohøjskolens Have. Denne



Plante udmærker sig fremfor omtr. alle indenlandske Træer og Buske ved sit ejendommelige flammede Ved, idet Kargrupperne grene sig ud med fuldkommen karfri Pletter imellem; den samme Eiendommelighed genfindes i Roden med betydelig videre Kar.

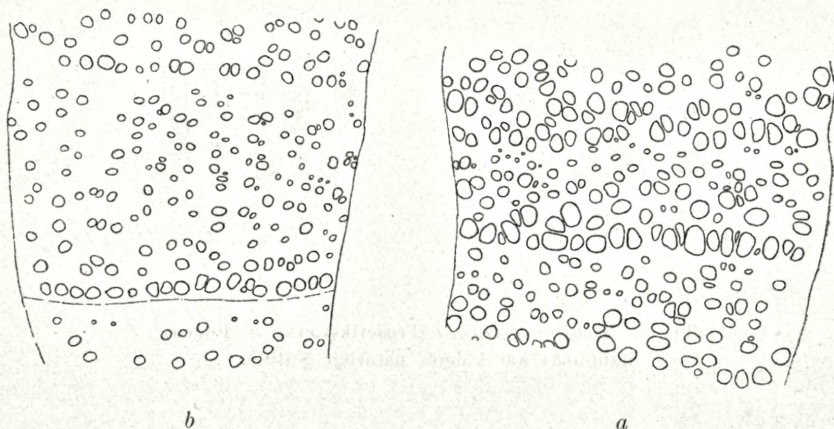


Fig. 5. *Ribes rubrum*. Tværsnit af Rod (a) og Stængel (b) med Konturer af Karrene.  $\frac{1}{7}$ .

Endelig viser Fig. 5, der er tegnet efter næstnyngste samt noget af yngste og tredjeyngste Aarring af en 6aarig Gren og Rod af Ribs, at Rodveddet er langt mere porøst end Stængelveddet. I flere af de følgende Afbildninger, der tillige skulde vise nogle andre Forhold, vil Karrenes forskellige Størrelse ogsaa kunne ses. Da Rødderne i Almindelighed er tyndere end Stængler af samme Alder, er altsaa Aarringene smallere, og det er saa ret naturligt, at Ledningsbanerne for Vandet maa indtage en større Plads i Forhold til det hele Organ. Hvor Rødder og Stængler af samme Alder er lige tykke, vil alligevel disses Vedcylinder, hvorpaa det jo her kommer an, i Reglen være tykkere, da Røddernes Bark oftest er betydelig tykkere end Stænglens.

Men foruden dette er Rodveddet i det hele mere stormasket end Stængelens baade i de mekaniske Elementer, der er forholdsvis



mere tyndvæggede, og i Elementerne for Oplagring af Næringsstof. Dette vil fremgaa af de lidt længere fremme afbildede Tværnsnit af forskellige Træers og Buskes Rødder og Stængler, der iøvrigt særligt er tegnede for at vise Aarringsgrænserne. Mindst iøjnefaldende er det blandt de valgte Exempler hos *Euonymus europæus*, og dog vil man af hosstaaende Afbildning

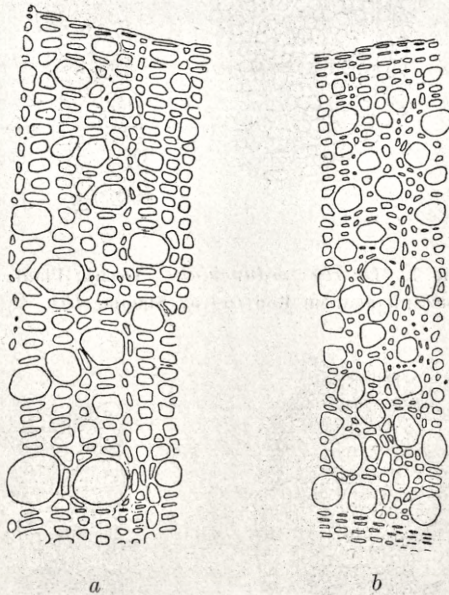


Fig. 6. *Euonymus europæus*. Tværnsnit gennem en Aarring af Rod (a) og Stængel (b).  $\frac{1}{3}\times$ .

se, at der ogsaa her gennemgaaende er et andet Forhold mellem Cellelumina og Cellevægge i Roden end i Grenen.

Vedtaverne er gennemgaaende længere i Roden end i Stammen, hvad jeg har overbevist mig om ved Maalinger af en stor Mængde af disse Elementer, efter først at have macereret Veddet i klorsur Kali og Salpetersyre.

Karakteristisk for Roden — og tidligere kendt — er endvidere, at Vedparenkymet spiller en ganske anderledes fremtrædende Rolle i Forhold til de mekaniske Celler end i Stænglen; der er baade flere af dem og de er større, og Stivelsekornene



er ofte betydelig større. Dette vil kunne ses paa de vedføjede Billeder af Eg og Bøg, tegnede efter Præparater af de unge Træer fra Frederiksværk.

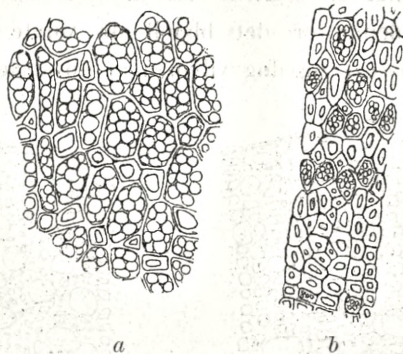


Fig. 7. *Quercus pedunculata*. Toaarig Plante. Tværnsnit gennem Rod (a) og Stamme (b).  $\frac{2.6}{1.8}$ .

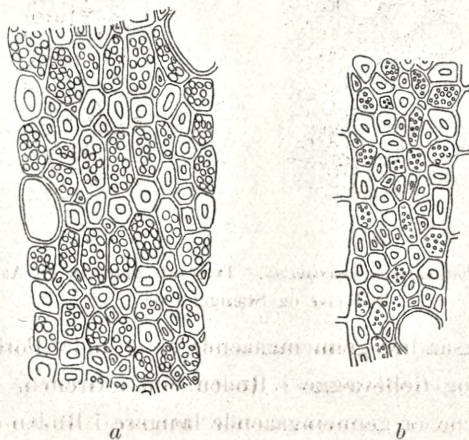


Fig. 8. *Fagus sylvatica*. Tværnsnit fra den yngste Aarring af et 3-aarigt Træ. a Rod, b Stamme.  $\frac{2.6}{1.8}$ .

Hertil kommer den langt betydeligere Andél, Marvstraalerne har i Veddets Sammensætning i Roden, sammenlignet med Stænglen, begrundet baade i Elementernes betydeligere Størrelse og i at Marvstraalerne ofte optræde med flere Rækker Celler i Roden end i Stænglen. Et godt Exempel herpaa har vi i



Rosen, hvorefter nedenstaaende Afbildning er tegnet; paa-faldende er ogsaa her den betydelige Forskel i Stivelseskornenes Størrelse, som nævnt, et ganske almindeligt Forhold.

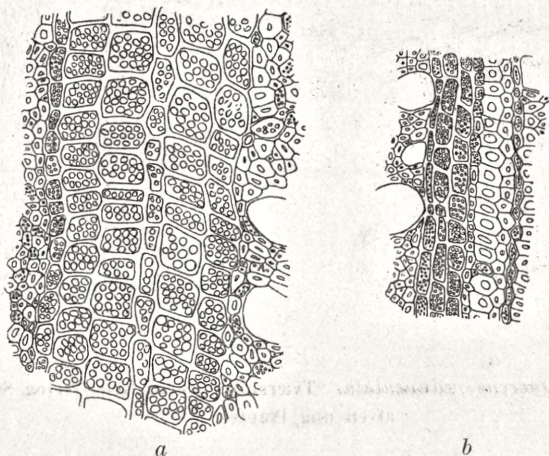


Fig. 9. *Rosa canina*. Parti af Roden (a) med en af dens store Marvstråler og af en Gren (b) med en 3-radet og en 1-radet Marvstråle.  $\frac{1}{1}$ .

En meget væsentlig Strukturforskel mellem Rod og Stængel har vi endelig i den Maade, hvorpaa en Aarrings Høstved gaar over i den følgende Aarrings Vaarved (Mohl, Russow o. fl.), et Forhold, som jeg lejlighedsvis kommer tilbage til i 3dje Afsnit. Det kan her som almindelig Regel siges, at medens der er en skarpt afsat Grænse i denne Region i Stammens og Grenenes Ved, er der en ofte udvisket Grænse i Rodens Ved, naar vi se bort fra den Grænse, der markeres ved Karrenes Optræden, der iøvrigt ofte heller ikke er saa tydelig i Roden som i Stænglen. Jeg har i nedenstaaende Afbildninger, da Aarringsgrænsen ofte her er vanskelig at finde, gjort den kendelig ved et Kryds. Særdeles iøjnefaldende er Forskellen f. Ex. hos Eg (Fig. 10). Hvor der, som i det afbildede Parti af Roden, ingen Kar findes, er det vanskeligt at faa fat paa Aarringsgrænsen; den ses lettere, naar man ved svagere Forstørrelse overser en større Del af et Snit end naar man fæster sin Op-



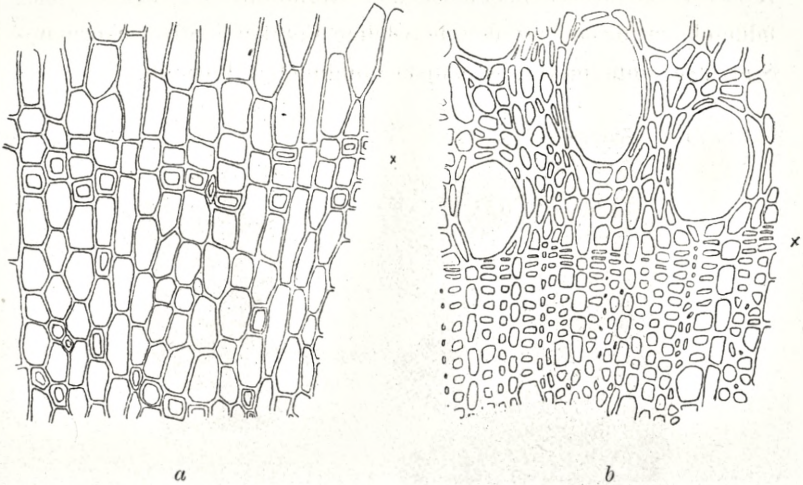


Fig. 10. *Quercus pedunculata*. Tværnit gennem Rod (a) og Stamme (b) af en ung Plante.  $1\frac{7}{8}$ .

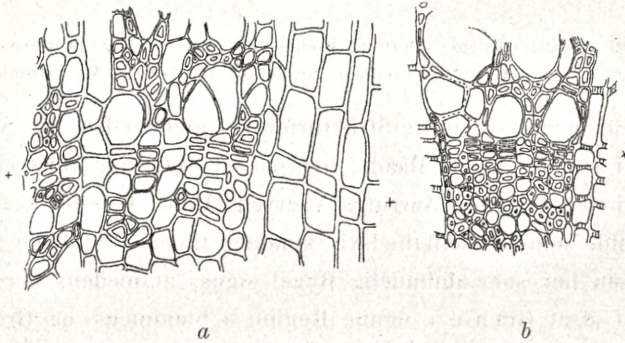


Fig. 11. *Fagus silvatica*. Tværnit af Rod (a) og Stamme (b) af en ung Plante.  $1\frac{7}{8}$ .

mærksomhed paa en enkelt lille Region. Ogsaa hos Bøg (Fig. 11) er Forskellen i denne Henseende ret anselig, ligesom Strukturforskellen baade her og hos Eg er stor. Tilsvarende Forskelligheder findes hos Birk (Fig. 12). Paa det hosstaaende Billede af Poppel (Fig. 13) ses baade en overmaade stor Forskel i Strukturen i det hele og i Aarringsgrænsen. Denne er ret kendelig i Grenene baade ved de ydre Elementers Affladning og ved at Karrene efterhaanden er bleven meget



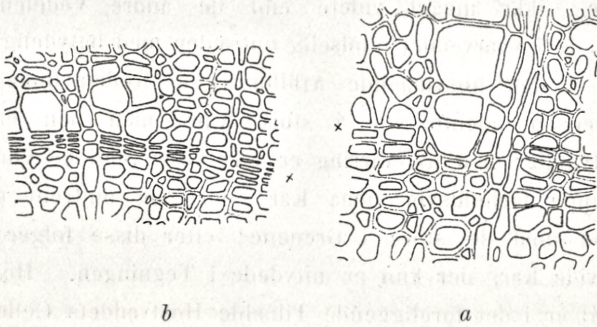


Fig. 12. *Betula verrucosa*. Tværnsnit af Rod (a) og Stamme (b) af en ung Plante.  $\frac{17}{1}$ .

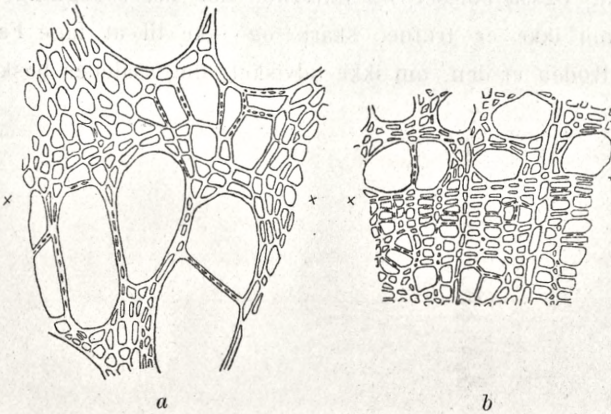


Fig. 13. *Populus alba*. Tværnsnit gennem en yngre Rod (a) og en Gren (b) med Overgangen fra 1ste til 2den Aarring.  $\frac{25}{1}$ .

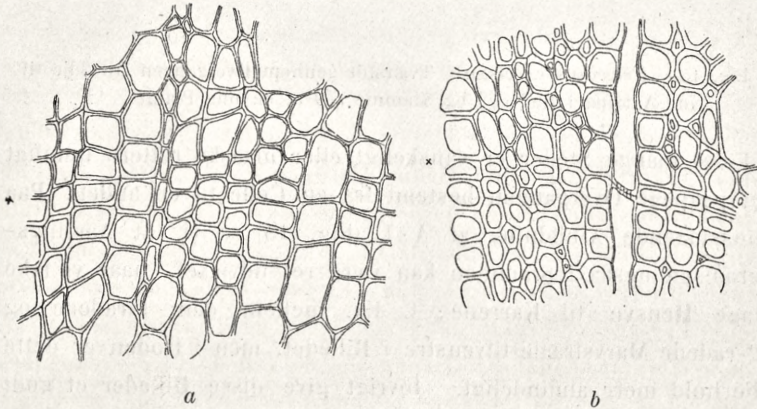


Fig. 14. *Acer Pseudoplatanus*. Tværnsnit gennem Overgangen fra 1ste til 2den Aarring af Roden (a) og Stammen (b) af en ung Plante.  $\frac{25}{1}$ .



snevrere, ikke meget videre end de andre Vedelementer, medens de i Vaarveddet pludselig optræder med betydelig større Vidde. I den hosstaaende Afbildning af Roden findes Aarringsgrænsen udenfor de 4 store Kar, men den er ikke meget tydelig; den ny Aarring er paa dette Sted begyndt med en Gruppe forholdsvis smaa Kar, der dog omtrent er paa Størrelse med de store i Grenene; efter disse følger nogle meget vide Kar, der kun er antydede i Tegningen. Hos Løn (Fig. 14) er i det foreliggende Tilfælde Høstveddets Celler ikke stærkt sammentrykte i Stammen, men alligevel er Aarringsgrænsen, ogsaa bortset fra Karrene, der her i Tegningen saa godt som ikke er trufne, skarp og ikke til at tage Fejl af; men i Roden er den, om ikke udvisket, dog saaledes beskaffen,

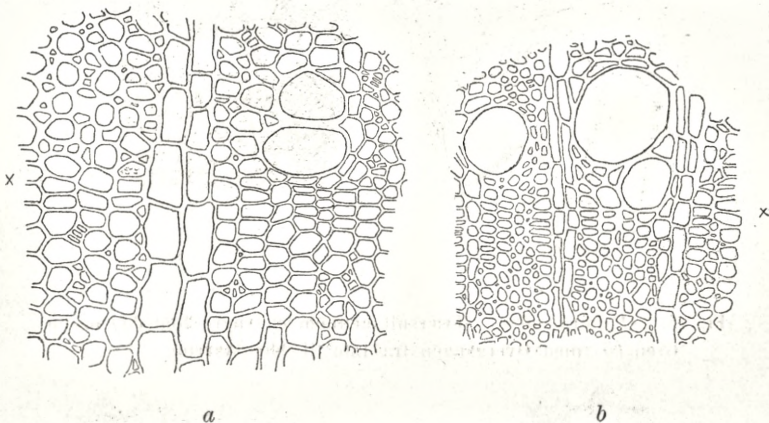


Fig. 15. *Fraxinus excelsior*. Tværsnit gennem Overgangen fra 3dje til 4de Aarring i Rod (*a*) og Stamme (*b*) af en ung Plante.  $\frac{1}{1}^2$ .

at det mange Steder er vanskeligt eller maaske rettere umuligt at paapege Overgangen bestemt fra en Celle til en anden. Paa hosstaaende Afbildning af Ask (Fig. 15) se vi, at Aarringsgrænsen ogsaa i Stammen kan være ret udvisket, naar vi ikke tage Hensyn til Karrene, f. Ex. mellem den 1-radede og 2-radede Marvstraale tilvenstre i Billedet, men i Roden er dette Forhold mere almindeligt. Iøvrigt give disse Billeder et godt Indtryk af det langt mere stormaskede Ved i Roden, særlig af



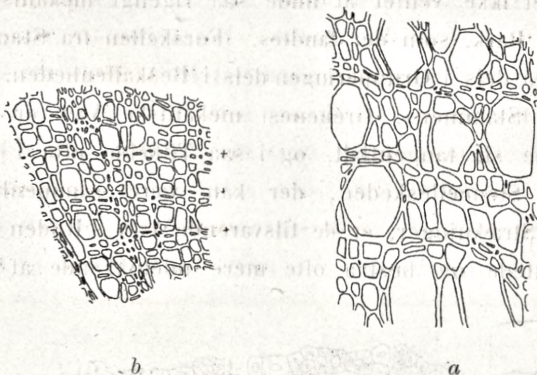


Fig. 16. *Arctostaphylos uva ursi*. Tværsnit gennem Rod (a) og Stængel (b) med 3 Aarringsgrænser.  $1\frac{2}{3}$ .

de i Sammenligning med Stammens store Marvstraaleelementer. Endelig har jeg af vort Lands Vegetation af træagtige Planter taget et Exempel fra Lyngfamilien. Fig. 16 er tegnet efter Rod og Stængel af Melbærris fra en jysk Hede. Fra den øverste Del af den lange og næsten fingertykke Rod breder langt tyndere Stængler sig til forskellige Sider; det viste sig ogsaa, at Rodens Aarringe var betydelig tykkere end Stænglens, hvilket dog maaské ene skyldtes de enkelte Elementers langt betydeligere Dimensioner, og ikke et større Antal af disse. Iøvrigt ser vi, at Aarringsgrænserne i begge Slags Organer ikke er saa overmaade tydelig markerede; vi vil dog i de paagældende Figg. kunne se 2 hele og Brudstykker af 2 andre Aarringe, altsaa 3 Grænsepartier.

Disse Antydninger er tilstrækkelige til at gøre Forskellen i Rodens og Stammens eller Grenenes Struktur ansuelig og vise Forskellen i Aarringsgrænsen. Jeg mindes ikke at have lagt Mærke til, at der i Rodens Høstved findes absolut tykkere Cellevægge end i det øvrige Ved.

Som et Appendix til det foregaaende skal jeg gøre et Par Bemærkninger om de mekaniske Væv i Rodbarken. Jeg havde



overhovedet ikke ventet at finde saa rigeligt mekanisk Væv i Røddernes Bark, som der fandtes. Forskellen fra Stammen og Grenene laa dels i Grupperingen dels i Beskaffenheden. Medens Stænglens (Stammens, Grenenes) mekaniske Væv er tilbøjelig til at ordne sig tangentialt, og i saa Tilfælde ofte i blandede Bast- og Stencelleskeder, der kan være sammenhængende paa lange Strækninger, er de tilsvarende Væv i Roden i Reglen mere splittede og bestaa ofte mere udelukkende af Bast. I

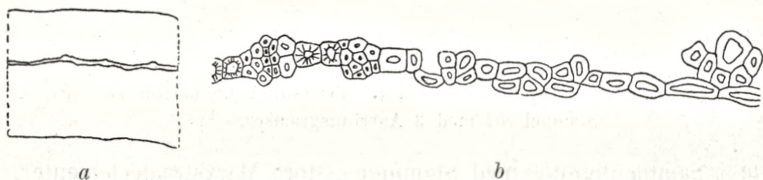


Fig. 17. *Alnus glutinosa*. Stammen *a*. Et Stykke af Barken med en sammenhængende mekanisk Skede  $2\frac{0}{1}$ . *b*. Noget af denne, stærkere forstørret  $1\frac{3}{2}$ .

vedføjede Afbildninger f. Ex. af *El* ses en betydelig Forskel i Maaden, hvorpaa de mekaniske Væv er ordnede, ligesom det ses, hvad der er ganske almindeligt, at dettes Elementer er

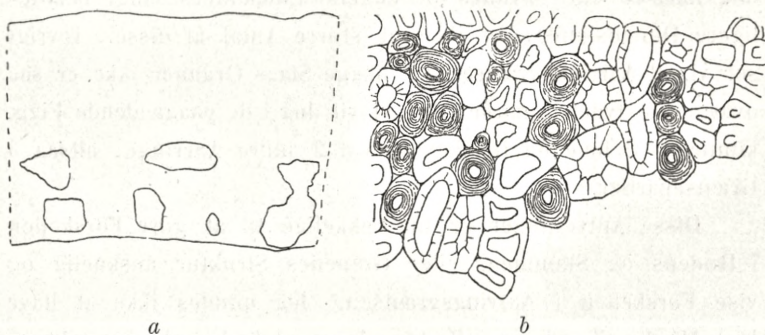


Fig. 18. *Alnus glutinosa*. Roden. *a*. Et Stykke af Barken med splittet mekanisk Væv  $2\frac{0}{1}$ . *b*. Parti af en af dettes Grupper  $1\frac{3}{2}$ .

videre i Roden end i Stammen. Paa Afbildningen af *Eg* (Fig. 19) se vi ikke saa stor en Sammenhæng i Stammens Bast, men dog mere tangential Sammenslutning end i Roden.



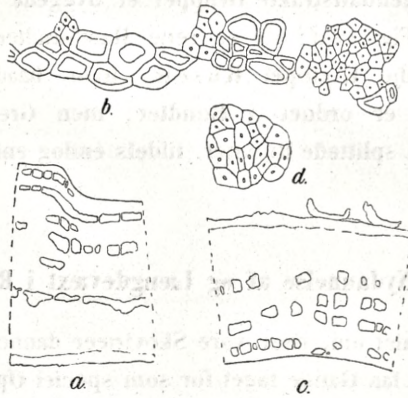


Fig. 19. *Quercus pedunculata*. Tværnsnit gennem Barken. a. Stammen  $\frac{2}{1}^0$ .  
 b. Et Parti af det mekaniske Væv  $\frac{1}{1}^{\frac{3}{2}}$ . c. Roden  $\frac{2}{1}^0$ . d. Et af dens  
 Bastbunder  $\frac{1}{1}^{\frac{3}{2}}$ .

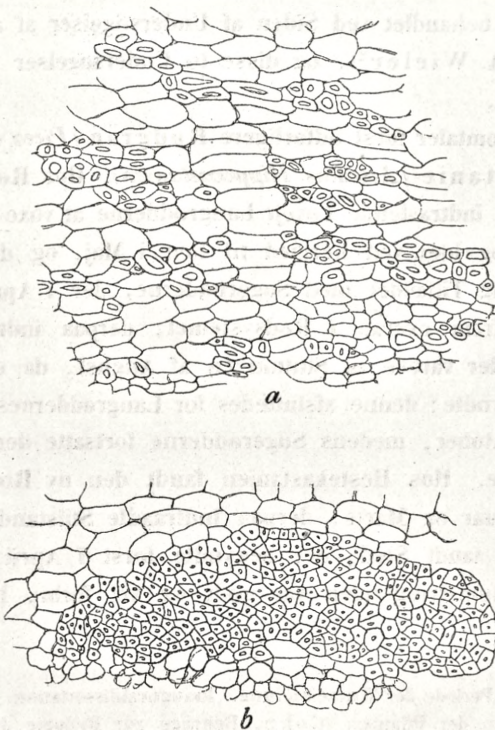


Fig. 20. *Rosa canina*. Parti af Basten. a. Af en Rod.  
 b. Af en Gren  $\frac{1}{1}^{\frac{3}{2}}$ .



Stammens tangentialstrakte Grupper er byggede som Fig. 19 *b*, Rodens som Fig. 19 *d*; de er rene Bastbundter. Endelig ser vi som et 3dje Exempel Rosen, hvor baade Rodens og Grenens Bast er ordnet i Bundter, men Grenens i store, Rodens i smaa splittede Bundter, tildels endog enkeltvis spredte.

## 2. Om Nydannelse af og Længdevæxt i Rødderne.

Spørgsmaalet om, naar vore Skovtræer danner nye Rødder, er kun ganske faa Gange taget for som speciel Opgave. Strængt taget foreligger der egentlig kun 1, tilmed ikke meget udførligt Arbejde, der udelukkende behandler Spørgsmaalet om Tiden for Roddannelsen, nemlig af Fr. Resa<sup>1)</sup>, medens det i et andet Tilfælde er behandlet ved Siden af Undersøgelser af anden Art, nemlig af A. Wieler<sup>2)</sup>, og disse to Undersøgelser gaar hinanden imod.

Resa omtaler først udførligere Rødgran (*Picea excelsa*) og Hestekastanie (*Aesculus Hippocastanum*). Hos Rødgran begyndte med indtrædende Tøvejr Langrødderne at voxte i Længde i Februar og blev ved hermed til hen i Maj, og det samme var væsentlig Tilfældet med Sugerødderne, der i April og Maj var brudt frem overalt i Rodsystemet; derpaa indtraadte en Stilstand, der varede til Slutningen af August, da en ny Udvikling begyndte; denne afsluttedes for Langrøddernes Vedkommende i Oktober, medens Sugerødderne fortsatte deres Udvikling længere. Hos Hestekastanien fandt den ny Rodudvikling Sted i Februar og Marts; derpaa indtraadte Stilstand, medens Løvspringet fandt Sted, der begyndte først i April; efter at dette og Blomstringstiden var godt og vel forbi, begyndte i

<sup>1)</sup> Ueber die Periode der Wurzelbildung. Inauguraldissertation. Bonn 1877.

<sup>2)</sup> Das Bluten der Pflanzen (Cohn, Beiträge zur Biologie der Pflanzen. 6 Bd. 1893.).



Juni en ny Rodudvikling, der fortsattes gennem Sommeren hen paa Efteraaret. Ogsaa hos Bøgen (*Fagus silvatica*) fandtes en dobbelt Periode, hvoraf den ene begyndte i Marts og April, den anden i August. Ligesaa hos Lind (*Tilia europæa*), hos hvilken der dog iagttoges friske Rødder i December. Hos El (*Alnus glutinosa*) er der en stærkt udpræget Periode i August, som strakte sig ud paa Vinteren; da Jorden stivnede af Frost, hørte Udviklingen op, men begyndte igen meget tidlig paa For-aaret, uden dog at naa den samme Intensitet som om Efteraaret, og hviler saa i den egentlige Sommertid indtil August. Hos Eg (*Quercus Robur*) fandt den første Udvikling Sted i Juni og sluttede allerede i Juli, den anden i Sptb. og navnlig i Oktb. Hos Naur (*Acer campestre*) og Ask (*Fraxinus excelsior*) iagttoges kun en Efteraarsudvikling, ligesaa hos Syrén (*Syringa vulgaris*). Hos *Mespilus germanica* syntes kun en Foraarsudvikling at finde Sted og hos *Salix* var Forholdene uklare.

Med Rette udleder Resa af disse Iagttagelser det Slutningsresultat, at der findes en vis Periodicitét i Trærøddernes Udvikling, men at Røddernes Periode ikke falder sammen med de overjordiske Organers; tverimod synes i Reglen den mest udprægede Udvikling at finde Sted om Efteraaret, adskilt fra Foraarsudviklingen ved en Stilstand paa den Tid, Løvspringet og Løvets Udvikling navnlig finder Sted. Med Hensyn til Vinteren skelner han mellem Naaetræerne med en udpræget Stilstandsperiode, saaledes at Høstrøddernes Udvikling er skarpt adskilt fra de derefter følgende Vaarrødders, medens dette ikke skal være Tilfældet med Løvtræerne; «Vinteren virker kun forhalende, ikke virkelig afsluttende» l. c. pag. 36). Hvorvidt disse Slutninger m. H. til Forholdet om Vinteren er berettigede efter det foreliggende Iagttagelsesmateriale, er dog maaske tvivlsomt.

Overfor disse Resultater stiller Wieler sine egne Iagttagelser og Betragtninger, der fører ham til et nogenlunde modsat Resultat; han benægter, at der i Rodudviklingen findes 2 Perioder, og hævder navnlig bestemt, at der ingen Høstperiode



findes. Tværtimod Resa, der stærkt fremhæver Arbejdsdelingen, gør han gældende, at Røduviklingen væsentlig falder sammen med Løvudviklingen. Saa vel til hans som til Resa's Undersøgelser kommer jeg tilbage senere.

De spredt forekommende ældre Udtalelser i Litteraturen er samlede hos Resa, hvorfor jeg mener at kunne forbigaa dem her. Kun skal jeg bemærke, at modstridende lagttagelser m. H. til Vinterudviklingen ogsaa foreligger fra Lindley<sup>1)</sup> og Mohl<sup>2)</sup>.

Lindley udtaler sig saaledes: «Man har imidlertid draget i Tvivl, om Træer danner Rødder i Aarets kolde Maaneder. Nogle Fysiologer nægter absolut Muligheden af, at Rødder kan komme frem, naar der ingen Blade er, og derfor, aldenstund de ikke fuldstændig bestrider den Paastand, at der dannes Rødder om Vinteren eller sent paa Efteraaret, kun tilstede denne Mulighed for de stedsegrønne Træers Vedkommende. Deres Theori er, at Rødder dannes ved Bladenes Virksomhed, og at derfor Rødder ikke vil gro, naar Bladene er borte. Deres Theori er falsk; de skulde bruge deres Øjne. I 1845 undersøgte jeg, den 26. Februar, Rødderne af forskellige Træer og fandt unge Rødder rigelig dannede hos *Sambucus racemosa*, *Ribes sanguineum* og *divaricatum*, *Acer Pseudoplatanus*, Blomme — Fersken — og Æbletræ. Saadanne stedsegrønne Træer som Kristtorn, *Garrya*, Gyvel og *Prunus lusitanica* havde ogsaa frembragt dem i stor Mængde. Den Angivelse, at Rødder kun kan dannes under Bladenes Nærværelse, er derfor falsk.»

Mohl siger derimod, at han «hos de ved Vintertid udgravede Træer ikke kunde finde Tegn paa, at deres Rodspidser befandt sig i livlig Væxt».

Modsigelsen hæves dog tildels, naar man betænker, at Lindley's lagttagelse er fra England med det milde og fugtige Vinterklima; endvidere, at den er fra 26. Februar, saa det

<sup>1)</sup> The theory and practice of horticulture 1855, p. 448.

<sup>2)</sup> l. c. p. 323.



ikke er udelukket, at der forud for det iagttagne Liv har gaaet en Stilstandsperiode; han har egentlig kun villet vise, at Rodudviklingen ikke var afhængig af Bladene. Mohl's Iagttagelse er derimod fra Tübingen, hvor der findes et udpræget Fastlandsklima. «Kuldegrader», siger Mohl, «paa 18, 20 og flere Grader Réaumur er hos os ganske sædvanlige Hændelser, og derhos savner Jorden desværre alt for ofte et beskyttende Snedække».

Dette til foreløbig Orientering i Spørgsmaalets Stilling. Som man ser, er der al mulig Opfordring til at tage det op paany, idet Mening staar mod Mening<sup>1)</sup>, og hertil kommer, at noget Kendskab til disse Forhold naturligvis ikke er uden praktisk Interesse og bl. a. berører Spørgsmaalet om Plantningstiden. Men skal der vindes nogen Indsigt i Røddernes skjulte Liv, maa man være over dem hele Aaret igennem og helst have ret rigeligt Materiale til Undersøgelsen. I disse Vanskeligheder maa tildels Aarsagen søges til at vi endnu ved saa lidt sikkert om Røddernes Livsytringer, og for at overvinde dem kræves Bistand af Mænd, der har let Adgang til Materialet og ikke skyr den Ulejlighed, der er forbundet med at skaffe det tilveje, en Ulejlighed, der naturligvis er betydelig større, end hvor det drejer sig om overjordiske Organer.

Jeg har været saa heldig i Hr. kgl. Forstassistent J. Helms, Frederiksværk, at have fundet den Støtte, jeg havde Brug for, og jeg bringer ham herved min Tak for den Beredvillighed, hvormed han Aaret rundt — med Hr. Forstraad Bangs Bil-

<sup>1)</sup> En just i disse Dage udkommen Behandling af Trærnes Naturhistorie, Büsgen, Bau und Leben unserer Waldbäume, 1897, gør ingenlunde de følgende Meddelelser overflødige. Forf. refererer simpelthen Resa's og Wielers modstridende Opfattelser, uden selv at lægge noget væsentligt til (p. 164). Frank Schwarz, Forstliche Botanik 1892 p. 165 og Warming, Almindelig Botanik 1895 p. 344, stiller sig nærmest paa Resa's Standpunkt. Rob. Hartig, Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Pflanzen unter besonderer Berücksichtigung der Forstgewächse, 1891, omtaler slet ikke Forholdet,



ligelse — har ladet Planter grave op til mig i Planteskolen sammesteds og besørget mig dem tilsendte, saa jeg altid kunde faa Materialet ganske friskt. Dette bestod af unge Planter fra 2 til 5 Aars Alderen af 8 af vore almindelige Skovtræer, og af hver Art var der saa mange Exemplarer, at man undgik Tilfældigheder. Vilkaarene, hvorunder disse Planter fandtes i Planteskolen, var i det hele taget ret normale; Planterne var ogsaa godt og kraftigt udviklede. Dette Slags Materiale frembyder den store Fordel, at man har hele Træets Rod til sin Undersøgelse, og tager man Hensyn til det praktiske, er det jo ikke af mindst Interesse at se, hvorledes netop de ganske unge Træer har det med deres Roddannelse. Det første Hold Rødder i denne Serie opgravedes den 12te December 1895, og derefter blev der med Undtagelse af Januar gravet et Hold op hver Maaned, saaledes at den sidste Opgravning fandt Sted den 23de November 1896. Dagen efter Opgravningen havde jeg Materialet og maatte øjeblikkelig gaa til Undersøgelsen, for at iagttage Rodudviklingens ydre Fænomener. Cambiumvirksomheden og Stivelsens Optræden kunde jeg derimod undersøge til en hvilkensomhelst Tid paa spritlagt og etiketteret Materiale. De saaledes undersøgte Træer var Ask (*Fraxinus excelsior*), Alm. Løn (*Acer Pseudoplatanus*), El (*Alnus glutinosa*), Birk (*Betula verrucosa*), Eg (*Quercus pedunculata*), Bøg (*Fagus silvatica*), Rødgran (*Picea excelsa*), Bjergfyr (*Pinus montana*).

Omtrent samtidig med at det sidste Hold Planter i denne Række opgravedes, begyndte jeg Undersøgelsen af en ny Række, dels for at prøve de vundne Resultater, dels for at se, hvorledes Rødderne af ældre Træer forholdt sig. Her kunde altsaa et Træs Rødder kun undersøges brudstykkevis, og Materialet toges hver Gang fra det samme Træ. Jeg har faaet det altsammen fra Landbohøjskolens Have ved Hr. Gartner Bruuns velvillige Assistance. Af denne Serie havde jeg kun Rødder til Undersøgelse, paa Frederiksværk-Materialet, hvor jeg fik



Planterne helt og holdent, blev Stammen undersøgt til Sammenligning med Pæleroden i Henseende til Stivelsen og Cambiumvirksomheden. Foruden de samme 8 Arter, jeg havde faaet fra Frederiksværk, inddrog jeg i denne Række Undersøgelser følgende 7: Lærk (*Larix europæa*), Ælm (*Ulmus montana*), Poppel (*Populus alba*), Hæg (*Prunus Padus*), Selje-Røn (*Sorbus scandica*), Robinie (*Robinia Pseudacacia*) og Lind (*Tilia grandifolia*).

Vi vil nu først fremdrage nogle enkelte Typer og følge deres Udvikling under Sammenligning med Resa's Iagttagelser, for saa vidt han har undersøgt samme Arter.

### Rødgran (*Picea excelsa*).

Ung Planter fra Frederiksværk.

$\frac{4}{2}$  96. De stærkt buskede Rødder forsynede med en Mængde fine og korte Rodgrene; disse har en brunlig Overflade og er ikke nylig dannede.

$\frac{6}{3}$ . Rodudviklingen, hvad det ydre angaar, væsentlig som  $\frac{4}{2}$ .

$\frac{7}{4}$ . Ny Rodudvikling er begyndt. Mange af Mycorrhizerne har forlænget sig i en omtrent 1—5<sup>mm</sup> lang hvid Spids uden Svampeklædning, saa at Epidermiscellerne er tydelige ved paafaldende Lys.

$\frac{20}{5}$ . De yngste Rødder omgives af et meget løst Hylster af Hyfer, lejlighedsvis ogsaa af en solid Svampeskede. En fortsat Nydannelse af Rødder siden  $\frac{7}{4}$  har ikke fundet Sted. Tværtimod synes Udviklingen at være gaaet i Staa.

$\frac{11}{6}$ . En yderligere Udvikling af Sugerødder har ikke fundet Sted.

$\frac{1}{7}$ . Væsentlig som  $\frac{11}{6}$ .

$\frac{25}{8}$ . Ny Udvikling af Sugerødder er i Gang. Mange Steder findes indtil centimeterlange Rodspidser uden Svampeskede. Kun de korte, stærkt koralagtig grenede Rødder helt dækkede af en Svampeskede.

$\frac{26}{9}$ . Her findes endnu dels Væxt i Rodspidserne, navnlig Langrødderne, dels Nydannelse af Rødder.



<sup>23</sup>/<sub>10</sub>. Mer eller mindre livlig Væxt i Rødderne og Frembrud af ny Rødder.

<sup>23</sup>/<sub>11</sub>. I nogle Tilfælde synes Udviklingen at være gaaet i Staa, i andre Tilfælde er kun Langrødderne hørt op at voxet, medens Mycorrhizerne ret jævnlig endnu har hvide Spidser.

Sammenligner vi nu dette med hvad der ovenfor er sagt om Resa's Iagttagelser, ser vi en overmaade god Overensstemmelse, for saa vidt der i begge Tilfælde er iagttaget en Foraarsudvikling, afbrudt ved en Stilstand om Sommeren, og derefter en ny Udvikling i August, som strækker sig langt ind i Efteraaret og først hører op for Langrøddernes Vedkommende. En Afvigelse er der, for saa vidt den af Resa iagttagne Udvikling begyndte tidligere om Foraaret, men dette kan jo mulig være begrundet i klimatiske Forskelligheder eller maaske i individuelle Dispositioner.

Det fra Frederiksværk sendte Materiale af Rødgran indeholdt 2 Grupper af Planter, den ene saadanne, der var 2 Aar gamle og ikke omplantede, den anden Planter, der var omplantede i Toaarsalderen og derefter havde voxet i 2 Aar; paa disse sidste var Pæleroden overskaaret samtidig med Omplantningen, for at stimulere den til en mere busket Røddannelse, en ret almindelig anvendt Metode; disse sidste viste gennemgaaende en livligere Uddannelse og Nyudvikling i Rødderne end de ikke omplantede; det var ogsaa dem, der <sup>23</sup>/<sub>11</sub> endnu delvis var i Udvikling, medens de andre var ophørt.

Fra et ældre Træ i Landbohøjskolens Have.

<sup>30</sup>/<sub>11</sub> 96. I det ydre ingen Nydannelse.

<sup>4</sup>/<sub>3</sub> 97. I det ydre ingen Nydannelse.

<sup>8</sup>/<sub>4</sub>. Undtagelsesvis en frisk forlænget Rodspids.

<sup>6</sup>/<sub>5</sub>. Særdeles livlig Udvikling baade af Sugerødder og Langrødder, disse uden, hine med Hyfer paa Overfladen.

<sup>5</sup>/<sub>6</sub>. Det stærke Rodbrud standset, men der findes endnu Længdevæxt i mange af de <sup>6</sup>/<sub>5</sub> fremkomne Rødder og hist



og her Frembrud af ny; de fleste Rødder mer eller mindre indfiltrerede i Hyfer.

- <sup>9</sup>/<sub>7</sub>. Udviklingen ikke fuldstændig standset.
- <sup>26</sup>/<sub>8</sub>. Meget stærk Nydannelse af og Længdevæxt i Rødderne, saa der overalt er fine hvide Smaarødder og Langrødder, uden Svampekappe.
- <sup>27</sup>/<sub>9</sub>. Den stærke Udvikling af og Væxt i Rødderne fra <sup>26</sup>/<sub>8</sub> er fortsat. Hyfe-Overtrækket naar omtrent til Røddernes Spids.
- <sup>28</sup>/<sub>10</sub>. Rodudviklingen ikke helt standset endnu, adskillige Steder findes ganske friske hvide Smaarødder.

Som man ser, den skønneste Overensstemmelse med de Resultater, der vandtes ved Undersøgelsen af Frederiksværk-Materialet. Kun var den begyndende Udvikling om Foraaret skudt lidt længer ud, men dette kan maaske sættes i Aarsagsforbindelse med, at vi i det ene Tilfælde havde med ganske unge, i det andet med et ældre Træ at gøre.

#### Bjergfy (Pinus montana).

Unge Træer fra Frederiksværk.

- Fra <sup>7</sup>/<sub>12</sub> 95, da der syntes at være fuldstændig Stilstand, hvad den ydre Udvikling angaar, og indtil <sup>20</sup>/<sub>5</sub> 96 ingen Nyudvikling iagttaget eller ialtfald kun ret ubetydelig.
- <sup>11</sup>/<sub>6</sub>. Sugerødderne har hist og her begyndt at frembyde hvide Spidser med let iagttageligt Cellenet paa Overfladen.
- <sup>1</sup>/<sub>7</sub>. Stilstand i Udviklingen.
- <sup>25</sup>/<sub>8</sub>. Ret livlig Væxt i Langrøddernes Spids samt Dannelse af ny Langrødder, dog i Forhold til Rodens svage Forgrening i det hele. Mycorrhizerne ogsaa i Brud, staa ved deres første Dannelse let kendelige ved deres korte tykke gaffelgrenede Form samt ved deres fra Begyndelsen svampedækkede Overflade.
- <sup>26</sup>/<sub>9</sub>. Rodspidserne hist og her endnu i Væxt. Mange tæt koralagtig grenede friske Mycorrhizer.
- <sup>28</sup>/<sub>10</sub>. Omtrent som <sup>26</sup>/<sub>9</sub>, snarere Standsning i Udviklingen.



- <sup>23</sup>/<sub>11</sub>. Rødderne vise i det ydre fuldstændig Stilstand.  
Fra Landbohøjskolens Have.
- <sup>26</sup>/<sub>11</sub> 96 og <sup>4</sup>/<sub>3</sub> 97. I den ydre Udvikling Stilstand.
- <sup>8</sup>/<sub>4</sub>. Ganske korte frisk frembrudte hvidlige Rodspidser ret talrige.
- <sup>6</sup>/<sub>5</sub>. Udviklingen synes fortsat saa smaat; ogsaa Langrødder befinder sig i Længdevæxt, men der er i alt Fald ikke det øjeblikkelige Liv i Udviklingen som samtidig hos Rødgran.
- <sup>5</sup>/<sub>6</sub>. Langrødderne befinder sig i livlig Længdevæxt (uden Hyfe-overtræk). Ogsaa i Smaarødderne findes der Udvikling endnu.
- <sup>9</sup>/<sub>7</sub>. Hist og her endnu en hvid Rodspids.
- <sup>26</sup>/<sub>8</sub>. En efter den fattige Forgøring livlig Udvikling i Rødderne, baade af Langrødder og Mycorrhizer.
- <sup>27</sup>/<sub>9</sub>. Langrødder og Mycorrhizer befinder sig i livlig henholdsvis Væxt og Nydannelse.
- <sup>28</sup>/<sub>10</sub>. Rodudviklingen standset.

Rødderne hos Bjergfyr har noget vist straltet og fattigt ved sig, begrundet i den sparsomme Forgøring af de finere Rodgrene; paa Grund af det ringere Antal af disse bliver Materialet derfor mere ufuldstændigt og Tilfældigheder kan lettere gøre sig gældende; maaske dette ogsaa er Grunden til, at jeg ingen Nyudvikling af Rødder ved Foraarstid kunde paa-vise hos de unge Planter fra Frederiksværk. Af de foreliggende Undersøgelser fremgaar dog tilstrækkelig tydeligt, at der i Maanederne August og September finder et Rodbrud Sted, samt at dette ikke fortsættes Vinteren igennem.

#### Lærk (*Larix europæa*).

- Et stort Træ fra Landbohøjskolens Have.
- <sup>8</sup>/<sub>3</sub> 97. Ikke Spor til Nydannelse af Rødder.
- <sup>7</sup>/<sub>4</sub>. Alle, selv de fineste, Rødder af en kraftig og mørk rød-brun Farve — intet Rodbrud.
- <sup>5</sup>/<sub>5</sub>. Meget livlig Rodudvikling; saavel Dannelse af ny som



Længdevæxt af de forhaandenværende. De nyudviklede Rødder og Rodender uden Hyfeovertræk.

<sup>4</sup>/<sub>6</sub>. Fremdeles livlig Udvikling i Rødderne, bestaaende dels i fortsat Længdevæxt af de <sup>5</sup>/<sub>5</sub> dannede; og dels Frembrud af ny Rødder, dog vist navnlig det første.

<sup>7</sup>/<sub>7</sub>. Udviklingen i Rødderne standset.

<sup>25</sup>/<sub>8</sub>. Ny Udvikling af Rødder, øjensynlig i sin første Begyndelse.

<sup>25</sup>/<sub>9</sub>. Et egentligt Rodbrud synes standset, men der finder en livlig Væxt Sted i Spidsen af de smaa Rødder.

<sup>27</sup>/<sub>10</sub>. Ingen Nydannelse af Rødder, og Væksten i Spidsen af de smaa Rødder i Færd med at gaa i Staa.

Vil vil derefter gennemgaa et Par Exempler fra Løvtræerne og begynde med

#### Bøg *Fagus (silvatica)*.

To-aars Planter fra Frederiksværk.

<sup>7</sup>/<sub>12</sub> 95, <sup>4</sup>/<sub>2</sub> og <sup>8</sup>/<sub>3</sub> 96. Mer eller mindre fuldstændig Stilstand i Udviklingen.

<sup>7</sup>/<sub>4</sub>. Rødderne mange Steder med meget fine, hvidlige et Par Millimeter lange Grene; disse mangler alle fuldstændig Rodhaar, synes derimod besatte med Svampehyfer paa Overfladen.

<sup>20</sup>/<sub>5</sub>. Omtrent som <sup>7</sup>/<sub>4</sub>, og lignende Forhold iagttoges <sup>11</sup>/<sub>6</sub>, <sup>1</sup>/<sub>7</sub> og <sup>25</sup>/<sub>8</sub>, dog saaledes, at man faar det Indtryk, at Rodudviklingen, uden helt at gaa i Staa, taber i Intensitet.

<sup>26</sup>/<sub>9</sub>. Sugerødderne mange Steder i Væxt og Udvikling, ganske uden Rodhaar. Svampemyceliet synes at følge Røddernes Udvikling Skridt for Skridt.

<sup>23</sup>/<sub>10</sub>. Rodbruddet synes ophørt; men Rødderne i det hele endnu i Væxt.

<sup>23</sup>/<sub>11</sub>. Langrødderne hist og her ganske med Udseende af at befinde sig i Længdevæxt; de kan voxe ud til flere Centimeters Længde, inden nogen Forgrøning finder Sted. Ligesom de er uden Svampeskede, er de ogsaa ganske uden Rodhaar; deres Opgave er aabenbart væsentlig kun at



udbrede Rodsystemet. Paa dem findes der hist og her fine indtil over 1 Centimeter lange Rodgrene, forsynede med Rodhaar og uden Svampeskede; saavel disse som Mycorrhizerne, hvis Grene sjældent er over et Par Mm. lange, i Væxt. Mycorrhiza-Grenene fra første Færd dækkede af Svampekappen.

Et større Træ fra Landbohøjskolens Have.

<sup>26</sup>/<sub>11</sub> 96. Fra de større Rodgrene udgaar Langrødder, der voxer rask i Længden og paa en lang Strækning er ugrene; de er uden Rodhaar og Svampeskede. Disses Siderødder fremkomme sparsomt, undertiden i en Afstand fra Moderrodens Spids af indtil 1 Decimeter, og er fine, i det foreliggende Tilfælde uden Rodhaar og Svampeskede; fra disse udgaar da senere Mycorrhizerne. Længdevæxten i Langrødderne og dissens fine Grene synes ikke standset.

<sup>3</sup>/<sub>3</sub> 97. Intet Rodbrud og heller næppe nogen Længdevæxt.

<sup>6</sup>/<sub>4</sub>. Alt, hvad der findes af Smaarødder, er indhyllet i et tykt Svampefilt. Man faar ikke noget bestemt Indtryk af en Nydannelse af Rødder.

<sup>5</sup>/<sub>5</sub>. Ingen Nydannelse af Rødder.

<sup>2</sup>/<sub>6</sub>. Ganske enkelte friske Mycorrhizer, men iøvrigt ingen Nyudvikling i Rødderne.

<sup>7</sup>/<sub>7</sub>. Ret mange tilsyneladende friske Mycorrhizer.

<sup>24</sup>/<sub>8</sub>. Alt i Hvile i det ydre.

<sup>24</sup>/<sub>9</sub>. En ret livlig Udvikling af friske Sugerødder, der hovedsagelig har Karakter af Mycorrhizer.

<sup>26</sup>/<sub>10</sub>. Den livlige Røddudvikling er endnu i fuld Gang. Der er sikkert kommet ny Rødder frem siden <sup>24</sup>/<sub>9</sub>.

Der er, som man ser, en næsten fuldstændig Overensstemmelse i iagttagelserne over begge Sæt Rødder fra November, som i det hele deri, at den livligste Røddudvikling finder Sted om Efteraaret. Med Hensyn til Røddernes første Udvikling er der nogen Usikkerhed eller Uoverensstemmelse, idet Rødderne af de unge to-aars Planter kom ret rigelig frem i April,



medens det hos det ældre Træ navnlig var i Juni og Juli, at der var lidt Liv; men i begge Tilfælde begyndte den livlige Udvikling om Efteraaret efter en Stilstandsperiode. Resa havde ogsaa iagttaget en Foraars- og en Efteraarsperiode hos denne Plante (pag. 16).

**Eg (*Quercus pedunculata*).**

To Aar gamle Planter fra Frederiksværk.

<sup>7</sup>/<sub>12</sub> 95. De fineste Forgreninger med en tyk Svampeskede. Udviklingen synes standset.

<sup>4</sup>/<sub>2</sub>, <sup>6</sup>/<sub>7</sub> og <sup>7</sup>/<sub>4</sub> 96. Endnu intet Rødbrud.

<sup>20</sup>/<sub>5</sub> og <sup>11</sup>/<sub>6</sub> var der lidt Liv i Rødderne.

<sup>1</sup>/<sub>7</sub>, <sup>25</sup>/<sub>8</sub> og <sup>26</sup>/<sub>9</sub>. Intet Frembrud af Rødder.

<sup>23</sup>/<sub>10</sub>. Enkelte Steder frembrudt friske Langrødder fra Hovedroden. Sugerødderne i Frembrud og Væxt, men fra Begyndelsen af beklædte med en Hyfekappe.

<sup>23</sup>/<sub>11</sub>. Udviklingen af Langrødder synes standset. Mycorrhizer synes endnu i Udvikling.

Et ældre Træ i Landbohøjskolens Have.

<sup>30</sup>/<sub>11</sub> 96. I det ydre ingen Nyudvikling.

<sup>3</sup>/<sub>3</sub> 97. Næppe nogen egentlig Nyudvikling. Hist og her optrædende hvidlige Smaarødder er tæt dækkede af en Svampeskede og ser ved nøjere Betragtning ikke ganske friske ud.

<sup>7</sup>/<sub>4</sub>. Hist og her frisk frembrudte eller forlængede smaa Sugerødder.

<sup>6</sup>/<sub>5</sub>. Ingen Nyudvikling af Rødder.

<sup>5</sup>/<sub>6</sub>. Der findes hist og her hvide Smaarødder, som næppe er meget gamle.

<sup>9</sup>/<sub>7</sub>. Udviklingen standset.

<sup>26</sup>/<sub>8</sub>. Meget livlig Udvikling af ny Rødder, Skridt for Skridt ompundne af Hyfer.

<sup>27</sup>/<sub>9</sub>. Endnu en ret livlig Udvikling af Sugerødder.

<sup>28</sup>/<sub>10</sub>. Udviklingen lokalt fortsat.

Paa dette sidste Materiale begyndte altsaa Efteraarsudviklingen allerede i August, medens den paa de unge Planter



først begyndte i Oktober. Foraarsperioden var i begge Tilfælde ret svagt markeret. Resa's Foraarsperiode faldt i Juni, Efteraarsperioden i September og navnlig i Oktober. Den sene Foraarsperiode sætter han i Forbindelse med Egens Tilbøjelighed til at danne Sommerskud, hvad der maaske næppe er Grund til.

**Birk (*Betula verrucosa*).**

Toaars Planter fra Frederiksværk.

<sup>7</sup>/<sub>12</sub> 95. Rødderne i Hvile (lagttagelsen ufuldstændig).

<sup>4</sup>/<sub>2</sub>, <sup>6</sup>/<sub>3</sub> og <sup>7</sup>/<sub>4</sub> 96. Ingen Forandring.

<sup>20</sup>/<sub>5</sub>. Rødderne nyforgrenede. Denne Udvikling er rimeligvis allerede begyndt i April, da den gør Indtryk af at nærme sig sin Afslutning. Sugerødderne beklædte med dels lange henvisnende, dels korte og saftspændte Rodhaar mellem hverandre.

<sup>11</sup>/<sub>6</sub>. En Nydannelse af Sugerødder har næppe fundet Sted siden <sup>20</sup>/<sub>5</sub>; de fleste fine Rødder er brune.

<sup>1</sup>/<sub>7</sub>. Ingen lagttagelse.

<sup>25</sup>/<sub>8</sub>. Ingen Nydannelse.

<sup>26</sup>/<sub>9</sub>. Saavel længere Sugerødder uden Svampekappe som Mycorrhizer er komne frem.

<sup>23</sup>/<sub>10</sub>. Langrødder og Mycorrhizer i livlig Udvikling.

<sup>23</sup>/<sub>11</sub>. Udviklingen af Langrødder er vel hovedsagelig standset; derimod er Udviklingen af Mycorrhizer fortsat og til Dels endnu livligt i Gang.

Et ældre Træ fra Landbohøjskolens Have.

<sup>26</sup>/<sub>11</sub> 96. Nydannelse synes ikke at gaa for sig.

<sup>2</sup>/<sub>3</sub> og <sup>7</sup>/<sub>4</sub> 97. Ikke Spor af Længdevæxt i eller Frembrud af Rødder af nogen Art.

<sup>5</sup>/<sub>5</sub>. Ny Rødder i Frembrud, ældre i Længdevæxt, med og uden Svampehyfer, alle uden Rodhaar.

<sup>4</sup>/<sub>6</sub>. Rodudviklingen fremdeles meget livlig, har sikkert navnlig bestaaet i Længdevæxt af de før <sup>5</sup>/<sub>5</sub> fremskudte ny Rødder; disse fremdeles for en stor Del uden Svampeskede. Der-



imod forekommer ret rigelig Rodhaar, dog temmelig langt fjernet fra Rodspidsen.

<sup>8</sup>/<sub>7</sub>. Der findes endnu ret livlig Rodudvikling; de finere Rødder og Rødderne i det hele uden eller næsten uden Rodhaar.

<sup>26</sup>/<sub>8</sub>. Rodudviklingen fuldstændig standset. Smaarødderne brune, indhyllede i en Svampekappe.

<sup>25</sup>/<sub>9</sub>. En særdeles livlig Rodudvikling; utallige ny smaa Sugerødder, ogsaa ny Langrødder samt Længdevæxt i ældre Langrødder; de ny Sugerødder i Røglen fra Fødselen af overspundne af Hyfer.

<sup>27</sup>/<sub>10</sub>. Om der end ikke findes saa mange ny Rødder som <sup>25</sup>/<sub>9</sub>, er der dog endnu en ret livlig Udvikling.

#### **Poppel (*Populus alba*).**

Et meget stort Træ i Landbohøjskolens Have.

<sup>8</sup>/<sub>3</sub> 97. Næppe noget frisk Frembrud af Rødder.

<sup>8</sup>/<sub>4</sub>. Rigelig Udvikling af friske hvide Sugerødder paa indtil et Par Millimeters Længde.

<sup>6</sup>/<sub>5</sub>. Der findes endnu friske Smaarødder, men den livlige Udvikling er standset.

<sup>5</sup>/<sub>6</sub>. Hvide Smaarødder findes endnu, tildels ogsaa i Frembrud, dog ingen stærk Nyudvikling siden <sup>8</sup>/<sub>4</sub>.

<sup>9</sup>/<sub>7</sub>. Intet Rodbrud.

<sup>26</sup>/<sub>8</sub>. Særdeles stærkt Rodbrud og Væxt i Rødderne.

<sup>27</sup>/<sub>9</sub>. Nydannelse af Rødder ikke standset, men i det hele mindre livlig end <sup>26</sup>/<sub>8</sub>.

<sup>28</sup>/<sub>10</sub>. Rodudviklingen væsentlig standset.

#### **Hæg (*Prunus Padus*).**

Et ældre Træ i Landbohøjskolens Have.

<sup>6</sup>/<sub>3</sub> 97. Mange friske Langrødder i livlig Væxt. Rigt Frembrud af Sugerødder; disse er lige som Langrødderne uden Svampekappe, men ligeledes ganske uden Rodhaar.

<sup>7</sup>/<sub>4</sub>. Mange fine og hvide Rødder; disse dog maaske gennemgaaende knap saa friske som <sup>6</sup>/<sub>3</sub>; Frembruddet vel altsaa ikke fortsat.



- <sup>5</sup>/<sub>5</sub>. Ganske enkelte friske Sugerødder, men det hele øjensynlig længere fra Rodbruddet end <sup>7</sup>/<sub>4</sub>. Flere Langrødder endnu med et temmelig friskt Udseende, dog ikke som <sup>6</sup>/<sub>3</sub>.
- <sup>4</sup>/<sub>6</sub>. Længdevæxt i og Frembrud af Rødder finder Sted endnu, men ikke nær i samme Forhold som <sup>6</sup>/<sub>3</sub>. Rodhaar ikke iagttaget.
- <sup>8</sup>/<sub>7</sub>. Ret livlig Spidsvæxt i og Frembrud af Smaarødder.
- <sup>25</sup>/<sub>8</sub>. Kun enkelte Steder findes endnu friske Smaarødder.
- <sup>25</sup>/<sub>9</sub>. Livligt Rodbrud: Frembrud af ny Sugerødder, stærk Længdevæxt i forhaandenværende Sugerødder samt i Langrødder. Lange Rodhaar forekommer ret almindelig, tildels i bælteformet Anordning.
- <sup>27</sup>/<sub>10</sub>. Endnu en livlig Udvikling i Rødderne, bestaar dog snarest i en fortsat Udvikling af og Væxt i de <sup>25</sup>/<sub>9</sub> fremkomne Rødder.

I Stedet for at blive ved saaledes, vil jeg samle Resultatet af Undersøgelserne over Røddernes Frembrud i 2 Tabeller, der skulde give en Oversigt over disse Forhold. De benyttede Tegn er forklarede ved Tabellerne. Hvor der findes anbragt et ?, betyder det en usikker iagttagelse; en tom Rubrik betyder, at der for den Maaned ingen iagttagelse er noteret. Hovedvægten ligger paa Rubrikkerne med et indrammet +, der angiver Rodbruddet; der har i Reglen ingen Vanskelighed været ved at fastsætte dette, naar der forud har gaaet en Stilsstandsperiode, derimod har der undertiden været lidt Tvivl om, hvorvidt der efter en saadan Rubrik blev at anbringe et simpelt eller et indrammet +, da det undertiden kunde være vanskeligt at afgøre, om en livlig Udvikling i Rødderne stod i Forbindelse med nyt Frembrud eller blot var fortsat Længdevæxt i tidligere fremkomne. Hvor jævne Udviklingsforhold saaledes skal skematiseres, kan der let komme lidt Vilkaarlighed ind, saaledes ved Fastsættelsen af + og o. Det bedes erindret, at disse Tegn kun sigter til Røddernes Væxt, ikke til deres Funktionsevne, hvorom mere senere.



Tab. I.

Rodbruddets Perioder hos de 2—5aars Planter, sendte fra Frederiksværk Planteskole (1896). ⊕ betyder frisk Frembrud af Rødder og nylig begyndt Spidsevæxt i forhaandenstående. + betyder, at der fremdeles finder Længdevæxt Sted i Rødderne, hovedsagelig uden Frembrud af ny Rødder. ○ betyder, at intet Rodbrud nylig har fundet Sted og at Længdevæxten synes at være gaaet i Staa.

		1896.										
1895.		7. Dec.	4. Febr.	6. Marts.	7. April.	20. Mai.	11. Juni.	1. Juli.	25. Aug.	26. Sept.	23. Oktb.	23. Novb.
<i>Acer Pseudoplatanus</i> . . .			⊕	+	+	+	○	○	○	⊕	+	+
<i>Fraxinus excelsior</i> . . .			○	○	○	○	○	○	○	⊕	+	+
<i>Alnus glutinosa</i> . . . . .			○	○	○	○	⊕	+	+	⊕	+	+
<i>Betula verrucosa</i> . . . . .		○	○	○	⊕		○	○	○	⊕	⊕	Langr. ○ Mycorr. +
<i>Quercus pedunculata</i> . . .		○	○	○	○	⊕	+	○	○	○	⊕	Langr. ○ Mycorr. +
<i>Fagus silvatica</i> . . . . .		○	○	○	⊕	+	+	+	+	⊕	+	+
<i>Picea excelsa</i> . . . . .			○	○	⊕	○	○	○	⊕	⊕	⊕	Langr. ○ Mycorr. +
<i>Pinus montana</i> . . . . .		○	○	○	○	○	⊕	○	⊕	⊕	+	○



Tab. II.

Rodbruddets Perioder hos ældre Træer fra Landbohøjskolens Have (1897). Tegnene som i Tab. I.

	1896.		1897.						
	26.—30. Novb.	2.—4. Marts.	6.—8. April.	4.—6. Maj.	2.—5. Juni.	7.—9. Juli.	24.—26. Aug.	24.—28. Septb.	26.—28. Okth.
Acer Pseudoplatanus . . .	○	○	⊕	+	+	+	○	⊕	+
Fraxinus excelsior . . . . .	○	○	⊕	+	+	+	○	⊕	+
Alnus glutinosa . . . . .	+	?	?	○	○	○	⊕	⊕	+
Betula verrucosa . . . . .	○	○	○	⊕	⊕	+	○	⊕	+
Quercus pedunculata . . .	○	○	⊕	○	⊕	○	⊕	⊕	+
Fagus sylvatica . . . . .	+	○	○	○	⊕ <sup>?</sup>	○	○	⊕	⊕
Ulmus montana . . . . .		○	⊕	+	+	○	○	+	⊕
Populus alba . . . . .		○	⊕	+	+	○	⊕	+	○
Sorbus scandica . . . . .		⊕	+	○	○	○	○	⊕	+
Prunus Padus . . . . .		⊕	+	+	+	+	○	⊕	+
Tilia grandifolia . . . . .		○	○	○	○	○	⊕	+	○
Robinia Pseudacacia . . .		○	⊕	○	⊕	+	⊕	+	○
Larix europaea . . . . .		○	○	⊕	⊕	+	⊕	+	○
Picea excelsa . . . . .	○	○	○	⊕	+	+	⊕	⊕	+
Pinus montana . . . . .	○	○	⊕	⊕	+	○	⊕	⊕	○



Lad os først betragte Tab. I.

Slægterne Løn og Ask frembyder noget større Vanskelighed end de fleste andre af de undersøgte Planter med Hensyn til Fastsættelsen af et bestemt Tidspunkt for Roddannelsens Begyndelse, idet Rodgrenene ogsaa i en ældre Alder er af en lys Farve, hvorved Modsætningen mellem gammelt og nyt bliver mindre iøjnefaldende. Jeg har dog for Løn ment at kunne iagttage en Nydannelse i Begyndelsen af Februar med derefter følgende, hen paa Sommeren stærkere markeret Stillestand i Udviklingen, til en ny og livlig Udviklingsproces er begyndt i September. Hos Ask kunde jeg ikke med Sikkerhed paavise et Rodbrud om Foraaret, men jeg var endnu dengang mindre øvet i at se paa disse Forhold. Resa iagttog heller ikke noget Rodbrud om Foraaret hos Ask. Hos Birk har jeg i Overensstemmelse med mine Bemærkninger pag. 30 anbragt Krydset paa Grænsen mellem April og Maj; formodentlig er Udviklingen begyndt allerede i April. Betragter vi iøvrigt Tegnene for Rodbruddet, ser vi, at de for Aarets 6 første Maaneder har en paafaldende splittet Stilling. For den 1ste Juli findes der ingen. I August er den ny Udvikling begyndt for de 2 Naaletræers Vedkommende og fortsat ind i September, hvis Kolonne frembyder særlig Interesse, da der her er Rodbrud overalt, undtagen hos Egen, der først kommer med i Oktober, i hvilken Maaned Rødgran samt Bøg og Birk endnu er i Virksombed. Endnu den 23de November træffer vi Rødder i Nydannelse hos Bøg samt for Mycorrhizernes Vedkommende hos Rødgran, Eg og Birk.

Vender vi os dernæst til Tab. II, ser vi de 2 beslægtede Træer, Røn og Hæg, lægge for, idet de allerede har Rodbruddet i fuld Gang de første Dage i Marts, saa Udviklingen allerede maa være begyndt i Februar. Derefter følger i April 7 Træer, nemlig Løn, Ask, Eg, Ælm, Poppel, Robinie og Bjergfyr. I Maj kom Birk, Lærk og Rødgran, medens El og Lind ikke fremtraadte med noget tydeligt For-



aars Rodbrud. Hos Bøg blev Forholdet mig noget uklart. Hos Birk og Lærk fortsattes Rodbruddet ind i Juni, og hos Eg og Robinie fandt et Rodbrud Sted i Juni, der ikke syntes at være nogen direkte Fortsættelse af det tidligere stedfundne. At 3 af disse Planter, hos hvilke Rodbrud fandt Sted i Juni, har noget ejendommelige Beløvningsforhold, nemlig Lærk ved sine senere udskydende Langskud, Eg ved sin Tilbøjelighed til at danne St. Hansskud og Robinien ved sin langt hen paa Sommeren fortsatte Skuddannelse, nævner jeg uden dog at sætte disse to Forhold i Aarsagsforbindelse. Resa fandt ikke hos Eg Rødderne udviklede før i Juni og bemærker hertil: «Hvad de i Juni udviklede Rødder angaar, saa er det ikke usandsynligt, at de tjener til Vandoptagelse for St. Hansskuddet». Ligesom paa Frederiksværk-Materialet ser vi ogsaa her Stilstand eller relativ Stilstand i Juli Maaned, medens nyt Liv begynder at røre sig i Eftersommeren eller om Efteraaret. Allerede i August er foruden de 3 Naaletræer Løvtræerne El, Eg, Poppel, Lind og Robinie paa Færde og fortsætter til Dels Udviklingen i September, i hvilken Maaned Løn, Ask og Birk samt Røn og Hæg kommer til, medens der i Oktober endnu findes Rodbrud hos Birk, Bøg, Ælm og Rødgran<sup>1)</sup>.

Hvad enten vi betragter Tab. I eller Tab. II, faar vi, idet vi ser bort fra de mange mindre Uoverensstemmelser, følgende mere almindelige Resultat:

1. Et Rodbrud finder almindelig Sted om Foraaret, men ret spredt, idet det spænder over et Tidsrum, indbefattende Maanederne Februar—Juni, dog saaledes, at den livligste Udvikling finder Sted i April—Maj og i Reglen vil være afsluttet før Løvspringet.

<sup>1)</sup> Ogsaa hos et Par andre af vore almindeligere Skovtræer fandt en mer eller mindre stærk Rodudvikling Sted om Efteraaret, nemlig hos *Corylus Avellana* og *Carpinus Betulus*, undersøgte <sup>1</sup>/<sub>10</sub> 97.



2. I Juni og særlig i Juli hører Nydannelsen efterhaanden op, og navnlig er Juli den Maaned, hvor der tilsyneladende er mindst Organudvikling i Rødderne.
3. I Efteraarsmaanederne fra og med August, dog maaske mest intensivt i September, finder det stærkeste Rodbrud Sted og kan fortsættes ind i Oktober, delvis ogsaa i November.
4. I de egentlige Vintermaaneder finder der gennemgaaende en Stilstand Sted, for saa vidt der indtræder en Standsning i Nydannelsen af Rødder.

Mine Undersøgelser har altsaa ført til det samme Resultat som Resa kom til, for saa vidt vi begge har kunnet fastslaa en Periode af Udvikling om Foraaret og en om Efteraaret; den første er i ganske enkelte Tilfælde ikke iagttaget, derimod har der altid vist sig et Rodbrud om Efteraaret. Men fortsat Udvikling af Rødderne gennem Vinteren syntes ikke at finde Sted, hvilket Resa's Iagttagelser, som nævnt pag. 19, egentlig heller ikke berettiger til at udtale; thi strængt taget forekommer det mig kun at være paavist for Ellens og maaske Lindens Vedkommende. Og at han stiller Naaetræerne op som en Modsætning, idet de skulde have en tydelig udtalt Vinterhvile, er heller ikke berettiget, da han kun har undersøgt 1 Art, nemlig *Picea excelsa*. Iøvrigt kan det nok være, at her kommer Temperaturforskellighederne meget i Betragtning, og det maa altsaa erindres, hvor Undersøgelserne skriver sig fra (jvf. pag. 20<sup>1)</sup>). Resa markerer særlig, at det er en Arbejdsdeling, der finder Sted, idet Rodbruddet standser i den Tid, Løvbruddet finder Sted, for derefter, naar Løvet har naat sin

<sup>1)</sup> At de divergerende Angivelser, der herom findes i Litteraturen, er begrundede i tilsvarende Forhold i Naturen, fik Bekræftelse ved en den 21de og 22de Januar 1898 foretagen Undersøgelse af de 15 i Tab. II nævnte Træers Rødder. Paa Grund af indeværende Januars usædvanlig milde og fugtige Vejr, lod jeg disse Træers Rødder grave op og fandt gennemgaaende betydelig mere Liv i dem end jeg kunde vente efter Iagttagelserne i de 2 foregaaende Vintre.



fulde Udvikling atter at tage fat. Dette maa man være opmærksom paa, naar man vil sammenligne de ovenfor angivne Udviklingstider med Resa. Thi der er en betydelig Forskel paa Løvspringstiden der, hvor han gjorde sine Undersøgelser, og her. Hestekastaniens Løvspring f. Ex. sætter han til først i April; det passer ikke med vore Forhold, hvor den efter 20 Aars Iagttagelse paa Landbohøjskolen gennemsnitlig er fuldt udsprunget den 12te Maj<sup>1)</sup>. Det maa efter Tab. I og II indrømmes, at Rodbruddet om Foraaret i Reglen finder Sted før Løvspringet samt at Løvet's Udvikling er standset inden nyt Rodbrud finder Sted om Efteraaret eller Eftersommeren.

Hvori kan det nu ligge, at Wieler er kommet til et saa afvigende Resultat, at han betragter Resa's Undersøgelser som forfejlede, hvad jeg selvfølgelig ikke kan være enig med ham i?

Først kunde der maaske fremhæves, at Valget af Materiale ikke er uangribeligt. Wieler siger (l. c. pag. 101): «Ich habe deshalb einen Theil der zu meinen Beobachtungen über das Bluten verwertheten Pflanzen auch auf die Entwicklung der Wurzeln, freilich nur oberflächlich, geprüft». Ser vi efter, hvad det var for Planter, han anvendte til sine Undersøgelser, det vil sige til Undersøgelser over Blødningsfænomenerne, findes derom Oplysning pag. 76: «Eine derartige Untersuchung ist natürlich nicht im Freien auszuführen, sondern nur im Laboratorium, was wiederum ein Experimentieren mit grossen Bäumen ausschliesst. Die Versuche wurden deshalb mit mehrjährigen Topfpflanzen ausgeführt». Allerede denne Omstændighed, forekommer det mig, gør det misligt at overføre iagttagelsesresultaterne paa Forholdene ude i Naturen.

Wieler er Fysiolog og stiller med Eftertryk den rimelige Fordring, som ingen vil bestride ham, at Fænomenerne maa være fysiologisk forklarlige: «A priori ist es höchst unwahr-

<sup>1)</sup> A. Oppermann, Skovplanternes periodiske Livsytringer (Tidsskrift for Skovvæsen, 2det Bind, B. 1890 pag. 6).



scheinlich, dass am Ende des Sommers und im Herbst Wurzeln gebildet werden, denn wozu hat die Pflanze dieselben nöthig?» (l. c. pag. 101). Han anstiller nu forskellige Betragtninger derover og slutter: «Da diese Erwägungen und meine Beobachtungen mit einander harmonieren, so dürfte eine herbstliche Periode der Wurzelbildung nicht vorhanden, sondern nur eine unrichtige Interpretation beobachteter Thatsachen sein» (pag. 107). En Høstudvikling af Rødder finder nu imidlertid Sted ude i Naturen, og den Kendsgærning maa vi altsaa se at finde os til Rette med.

Jeg maa med dette for Øje meget beklage, at min Opmærksomhed noget sent er bleven henledet paa et Punkt, som maaske kunde have Interesse og kaste noget Lys over disse Forhold. Jeg tænker paa Rodhaarsdannelsen. Jeg har ganske vist ret jævnlig noteret Forekomst af eller Mangel paa Rodhaar, men dog næppe saa nøjagtig taget Vare paa Tiderne for disses Dannelse som ønskeligt. Resa omtaler som nævnt en Arbejdsdeling, for saa vidt de 2 Rodbrud er adskilte fra hinanden ved Løvspringets Periode. Men ikke ogsaa en Arbejdsdeling finder Sted, for saa vidt Rodbruddet og Udviklingen af Rodhaar sker til forskellige Tider? Jeg har ved mange Lejligheder kunnet notere, at de ny dannede Rødder i en paafaldende Grad har været blottede for Rodhaar — fra Mycorrhizerne maa her jo ses bort — og at omvendt Rødder, der forlængst havde passeret deres spæde Alder, kunde være rigelig udstyrede med som det synes funktionsdygtige Rodhaar. Der er sikkert her noget, der bør gøres til Genstand for en særlig og meget omhyggelig Undersøgelse, da den Mulighed ikke synes mig udelukket, at det stærkt markerede Rodbrud ikke behøver umiddelbart at følges af en forøget Rodvirksomhed, men at denne snarere kunde finde Sted senere, naar Rodhaarene har udviklet sig paa den ved Rodbruddet frembragte større Overflade. Man kunde f. Ex. tænke sig, at medens Foraars-Rodbruddet ofte gaar ret længe forud for Løvspringet, vil det nylig ud-



sprungne og stærkt fordampende Løv væsentlig støttes af Rodhaar, som senere har udviklet sig paa de tidligere fremkomne ny Rødder. Nogle enkelte Undersøgelser, anstillede med dette for Øje, bragte dog ikke noget positivt Resultat<sup>1)</sup>. Ligeledes kunde man tænke sig, at et betydeligt System af Rodhaar, fremkommet fra de om Efteraaret i saa stor Mængde dannede Rødder, kom i Virksomhed ved Vinterens Slutning og i det tidlige Foraar, da der jo forud for det egentlige Løvspring gaar en lang Historie; man mærker dette bedst, naar man beskæftiger sig med Vinterknoppernes Bygning, og ser, hvor tidlig paa Vaaren disse er udover det egentlige Vinterstadium.

Dersom der er noget i disse Overvejelser — og det maa fremtidige Undersøgelser vise — saa kunde det maaske berolige Wieler, der selvfølgelig har Ret i, at der maa være Sammenhæng mellem Fænomenerne; kun er det jo ikke sagt, at denne Sammenhæng er saa lige at faa fat paa, men maa søges ad Omveje.

### 3. Om Cambiumvirksomheden eller Tiden for Aarringens Dannelse i Roden.

Mohl kommer i sin nævnte Afhandling ogsaa ind paa at undersøge Tiderne for Aarringenes Dannelse i Roden i Sammenligning med Stænglen, og gennemgaar Ask, Kirsebær, Æbletræ, Bøg og Eg. Han udtaler sig derefter saaledes: «Kaster vi nu et Blik tilbage paa disse Forhold, er det først

<sup>1)</sup> Jeg kan heller ikke støtte mig paa Udtalelser i Litteraturen. Cfr. Frank Schwarz, Die Wurzelhaare der Pflanzen (Untersuchungen aus dem botanischen Institut zu Tübingen. 1 Bd. 1881—1885): «Da also die Möglichkeit einer Periodicität ausgeschlossen ist, bleibt nur noch die Annahme übrig, dass die Oberhautzellen der Wurzel nach verhältnissmässig kurzer Zeit die Fähigkeit verlieren, überhaupt zu Haaren auszuwachsen. Diese Annahme wurde durch meine Versuche bestätigt» (pag. 164). De herhen hørende Laboratorieforsøg er dog meget faa.



paafaldende, hvor lang en Tid der hos Roden anvendes til Uddannelsen af den aarlige Vedring. Idet dens Udvikling begynder i Maj eller Juni og først naar sin Afslutning hos Egen i Slutningen af Februar, hos Asken i Marts og hos Kirsebær- og Æbletræet i April det følgende Aar, saa træder der os her en højst uventet Vedvaren af den aarlige Væxtperiode i Møde» (l. c. pag. 318). Hos Naaetræerne derimod standser efter Mohl Rodens Udvikling om Vinteren lige som de overjordiske Organers.

Disse Resultater er ikke bekræftede af senere Iagttagelser. Saaledes gør Th. Hartig<sup>1)</sup> gældende, at det ikke har været normale Forhold, Mohl har iagttaget. Han undersøgte (i Jan. 1863) Rødderne af Eg, Bøg, Avnbøg, Birk, El, Poppel og Skørpil, Lind, Ahorn, Hestekastanie, Ask, Æble- og Kirsebærtræ, Robinie og Ælm og fandt overalt en fuldstændig færdig Vedring (undtagen hos et enkelt Exemplar af *Salix Caprea*).

De samme Træer med Undtagelse af Bøg, Avnbøg og Robinie og desuden Rødderne af Hæg, Røn og Vrietorn samt *Caragana arborescens*, *Rosa gorenkensis*, *Pinus silvestris*, *Larix sibirica* undersøgte Russow fra Januar til April 1882 og fandt hos dem alle Veddannelsen utvivlsomt afsluttet i Januar<sup>2)</sup>. Russow er imidlertid af den Anskuelse, at Rodcambiet nok er ophørt med sin celledannende Virksomhed, men at der i alt Fald i Rodens Bark ikke var fuldstændig Standsning i Virksomheden, hvilket han blandt andet støtter paa, at Sirørene frembød de samme Fænomener som Sirørene i Stammens Bark under Vegetationsperioden, forskellig fra Stammesirørenes Forhold i Vinterperioden. Under særlig gunstige Betingelser vilde maaske derfor Virksomheden i Roden kunne stige til Cellyndannelse i Cambiet; dog fremhæves, at der i 1882 var en

<sup>1)</sup> Bot. Zeitung 1858, pag. 332.

<sup>2)</sup> Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Dorpat. 6 Bd. 1884 pag. 387.



abnorm, usædvanlig mild Vinter. Med Hensyn til Tiden for Cambiets Opvaagnen i Roden anfører Russow bl. a., at hos Eg og Ask var Kardannelsen i Roden den 1ste Maj lige saa vidt fremskreden som den 29de April i Stammen (l. c. pag. 386). Men her maa mærkes, at Undersøgelsen galdt armtykke Rødder.

Gulbe, der har undersøgt 17 Løv- og Naaletrær, hævder, at Cambiets Opvaagnen om Foraaret begynder i Kvistene, gaar derfra gennem Stammen ned i Roden og finder sidst Sted i Smaarødderne; denne Udvikling tager 4—5 Uger, om Efteraaret standser Virksomheden i samme Retning, men denne Proces tager omtrent 2 Maaneder<sup>1)</sup>.

Strasburger, der uden at fremføre egne Undersøgelser berører dette Spørgsmaal, slutter saaledes: «Die zum Theil widersprechenden Resultate obiger Untersuchungen fordern zu weiteren Beobachtungen auf, scheinen aber bereits darauf hinzuweisen, dass thatsächlich ziemlich weitgehende Verschiedenheiten, je nach Standort und sonstigen Beziehungen, auch weiterhin zu constatieren wären»<sup>2)</sup>.

Idet jeg nu gaar over til mine egne Iagttagelser, vil det være rigtigt at forudskikke et Par Bemærkninger om Maaden, hvorpaa man ser, om Cambiet har begyndt ny Veddannelse, og senere hen, om det har afsluttet sin Virksomhed eller om Aarringsdannelsen endnu gaar for sig. Disse Spørgsmaal er i Reglen lettest at afgøre for Stammens og Grenenes Vedkommende med deres skarpt markerede Aarringsgrænse, medens Afgørelsen for Rodens Vedkommende ikke sjældent støder paa Vanskeligheder. Jeg skal tillade mig at henlede Opmærksomheden paa hosstaaende 2 Figurer, tegnede efter Tværsnit af henholdsvis Rod (*a*) og Stamme (*b*) af en 3-aarig Ask fra

<sup>1)</sup> Arbeiten der Naturforscher-Gesellschaft zu St. Petersburg. Bd. XVIII. Gulbes Afhandling har ikke været mig tilgængelig og Citatet er efter Strasburger.

<sup>2)</sup> Leitungsbahnen pag. 37.



Frederiksværk, optaget 7de December, og forestillende Overgangen fra Ved til Bark med mellemliggende Cambium. Stammetværsnittet lader ingen Tvivl om, at Aarringsdannelsen er afsluttet for den Gang og Cambiet gaæet i Hvile<sup>1)</sup>; de

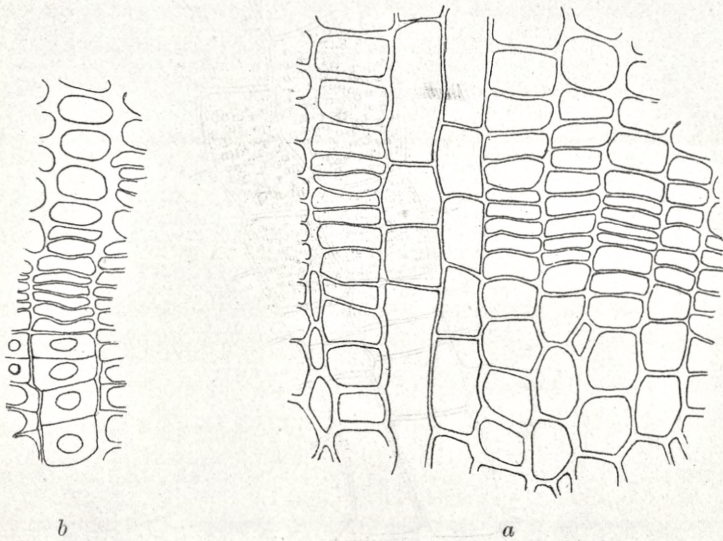


Fig. 21. *Fraxinus excelsior*.  $\frac{375}{1}$ . Forkl. i Texten.

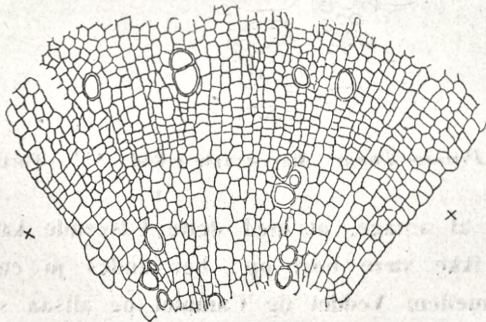


Fig. 22. *Acer Pseudoplatanus*.  $\frac{75}{1}$ . Forkl. i Texten.

<sup>1)</sup> Fra Cambiets Virksomhed udadtil, ved Barkdannelsen, ses hørt, det er en Sag for sig.



yderste Vedelementer ses at være fuldt uddannede, og om en Overgang i de cambiale<sup>1)</sup> Celler er her ikke Tale. Sammenligner vi hermed det tilsvarende Snit gennem Roden, ligger det

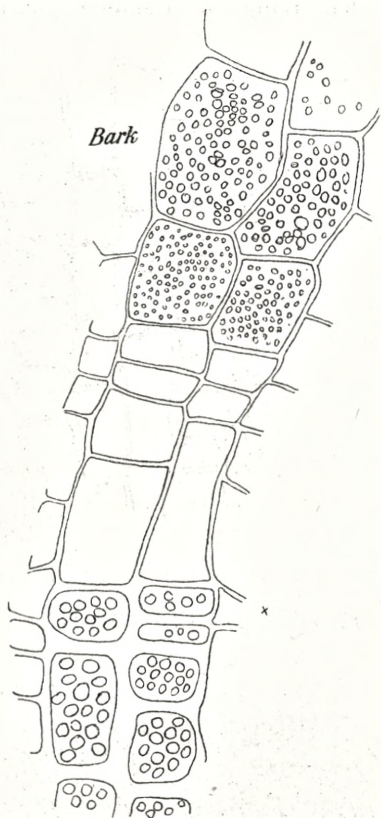


Fig. 23. *Prunus Padus*. Marvstraale i Rod.  $\frac{37}{1}^5$ . Forkl. i Texten.

meget nær at antage, at med dette Udseende kan Aarringsdannelsen ikke være hørt op; her findes jo en umærkelig Overgang mellem Veddet og Cambiet og altsaa synes Udvik-

<sup>1)</sup> Overfor den strængt botaniske Læser behøver jeg ikke at tilføje, at disse inderste finvægede og fladtrykte cambiale Celler godt kan være Vedanlæg, og at den egentlige Initialcelle i Sanio'sk Forstand ikke nødvendigvis skal grænse op til det yderste udformede Vedelement.



lingen endnu at gaa for sig. Men her kommer det saa an paa at kende Strukturen i Roden, og vi ser af Fig. 14 a, at den samme jævne Overgang findes i den afsluttede Aarringsgrænse. Jeg har her yderligere vedføjet et i svag Forstørrelse gengivet Tværsnit af en ung Løn med Overgangen fra 1ste til 2den Aarring, der ligesom Asken og mange andre viser, at det er nødvendigt at se sig om efter andre Kriterier, for at kunne afgøre, om en Aarringsudvikling er standset eller endnu fortsættes, om Cambiet er i Hvile eller i Aktivitet, og hertil er ogsaa flere Metoder bragt i Forslag. F. Ex. om Stivelsen, der aflejres i Veddet, er rykket helt ud til de fladtrykte cambiale Celler, i hvilket Tilfælde Cambiet skulde være i Hvile. Eller man fæster særlig sin Opmærksomhed paa Marvstraalernes cambiale Region. Hvis Marvstraalens Initialcelle er fyldt med eller i alt Fald indeholder Stivelse i en vis Mængde, saa at altsaa dette Stof uden Afbrydelse fylder en fortløbende Række Marvstraaleceller fra Veddet over i Barken, saa er Cambiet i Hvile. Vedføjede Afbildninger skal tjene til at anskueliggøre dette. Fig. 23 viser en 2-radet Rod-Marvstraale af Hæg, fortsat fra Veddet over i Barken. Ved  $\times$  har vi Høstveddet, og foruden at Dannelsen af de ny længere Marvstraaleceller er begyndt, ser vi en fuldstændig Afbrydelse i Stivelsens Optræden, som ellers findes rigeligt baade i Veddets og Barkens Andel af Marvstraalen. Undersøgelsen er gjort den 4de Juni og Cambiet har altsaa paa den Tid begyndt sin Virksomhed med Dannelsen af en ny Aarring. Lad os saa til Sammenligning se paa Fig. 24. Denne forestiller en 1-radet Rod-Marvstraale af samme Plante, omgivet af noget Ved og undersøgt  $27/10$ . Ved at betragte Billedet nøje, ser man, at  $v$  er den yderste af Marvstraalens Celler; den er kun ufuldstændig fyldt med Stivelse endnu;  $i$  er Marvstraale-Initialcellen, i hvilken der fandtes en — ikke afbildet — tyk Protoplasmabelægning og de i Billedet gengivne store Stivelsekorn. Her er altsaa en Hviletilstand indtraadt, Aarringsdannelsen er sluttet for den Gang.



Dette samme gælder f. Ex. vedføjede Stadium af en lille 2<sup>mm</sup> tyk Rod af en Ask. Denne er øjensynlig gaaet i Hvile<sup>1)</sup>.

Naar nu hertil føjes den Støtte, vi kan have i Karrenes Optraeden, er det i Reglen muligt, naar man tager baade det ene og det andet i Betragtning, at træffe sin Afgørelse.

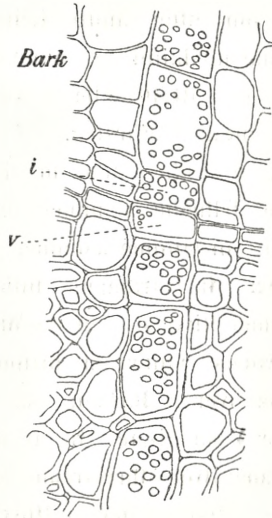


Fig. 24. *Prunus Padus*. Marvstraale i Rod.  $\frac{3}{7}^5$ . Forkl. i Texten.

Vi vil nu se lidt nærmere paa Sammenstillingen Tab. III. Paa denne Tabel er det de 8 unge fra Frederiksværk sendte Planter, hvis Cambiumvirksomhed er opført; da Kendskabet til Forholdet i Roden faar forøget Interesse ved at kunne jvnføres med Stammen, og da jeg havde Planterne helt og holden til Raadighed, har jeg til Stadighed ogsaa undersøgt Stammen,

<sup>1)</sup> Russow (l. c. pag. 378) bestrider iøvrigt Tilforladeligheden af dette sidste Kriterium, idet han hævder og anfører et Antal Træer som Exempel paa, at Stivelse ogsaa, hvor Cambiet er i Aktivitet, findes i Marvstraale-Initialcellerne, men rigtignok i meget finkornet Tilstand. Hvor dette altsaa maatte være Tilfælde, vil dog Kornenes Lidenhed være en Vejledning. Iøvrigt fortjener disse Forhold en fornyet og særlig Under-søgelse.



hvilket der har været saa meget mer Grund til, som der i vor Litteratur ikke foreligger nogensomhelst Undersøgelser over Stammecambiets periodiske Virksomhed, og i den udenlandske Litteratur kun meget lidt. Der vil altsaa ud for hver Art være 2 Rubrikrækker, en for Rød (altid Hovedroden) og en for Stamme.

De fire første Maaneder viste, saa vidt lagttagelse haves, Uvirksomhed. I Maj begynder Virksomheden, men i flere Tilfælde var Stammen her forud for Røden, nemlig hos Eg, Bøg og maaske Løn. 11te Juni var der Virksomhed over hele Linjen, ligeledes 1ste Juli. 25de August begyndte Stam-

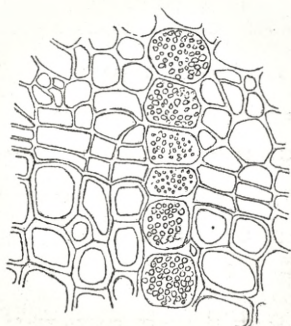


Fig. 25. *Fraxinus excelsior*. Tværsnit af en lille Rød. Marvstraalen fyldt med Stivelse tværs over Cambiet.  $\frac{37.5}{1}$ .

men hos El og Bøg at sakke af, men ellers var der endnu fuld Virksomhed. Men særlig Interesse frembyder Kolonnen for 26de September, idet vi ser, hvorledes Røden her fortsætter sin Aarringsdannelse efter at Stammens er ophørt. Endnu 23de Oktober er Rodens Cambium ikke overalt gaet i Staa, og selv 23de November træffe vi det endnu i Funktion hos Ask. Altsaa: I det foreliggende Tilfælde er Røden for de fleste Planters Vedkommende i Virksomhed  $\frac{20}{5}$ , og Virksomheden fortsættes betydelig længere hen paa Efteraaret end hos Stammen, men saa vidt det kan ses, ikke ind paa Vinteren. At det er denne forsinkede eller langsomt stedfindende Afslut-







ning af Aarringsdannelsen i Roden, der afspejler sig i den i mange Tilfælde vage Aarringsgrænse sammesteds, er naturligt<sup>1)</sup>. Det maa udtrykkelig fremhæves, at disse Iagttagelser gælder Hovedroden, altsaa Stammens umiddelbare Fortsættelse i Jorden.

Tab. IV giver en Oversigt over Cambiets veddannende Virksomhed i Rødderne fra de ældre Træer i Landbohøjskolens Have. Da jeg her havde med 15<sup>2)</sup> Træer at gøre, kunde jeg ikke overkomme at drage Grenene med ind i Undersøgelsen. Oversigten viser ikke uvæsentlige Forskelligheder fra Tab. III. Saaledes ser vi, at i første Uge af Juni er ikke andre Rødder end Ask, Røn og Hæg kommet i Virksomhed; 7de og 9de Juli er de først omtrent allesammen kommet med; for El har det ikke lykkedes mig at konstatere Cambiumvirksomhed før i August. Denne Forskel fra Tab. III er med det Kendskab, vi har til Gangen i Cambiets Opvaagnen, netop ganske svarende til, hvad der kunde ventes, naar vi erindrer, at vi i det ene Tilfælde har med ganske unge Planters Hovedrødder, i det andet med større Træers mindre Rodforgreninger at gøre (smlg. pag. 42). Ogsaa her fortsættes Cambiumvirksomheden i Almindelighed September Maaned igennem, maaske i et enkelt Tilfælde ind i Oktober.

Jeg ser ingen Grund til at anføre Enkeltheder af mine Optegnelser om Cambiumvirksomheden; Tabellerne III og IV, der er Resultatet af en Mængde, ofte ikke ganske lette Enkeltundersøgelser, giver de vigtigste Træk i Udviklingen. Det er det, der foreløbig er mest Brug for, og det er mig en Tilfredsstillelse, at de i væsentlige Punkter fører til samme Resultater som tidligere Undersøgelser. Jeg vil her navnlig fremhæve de 3 Forhold: Cambiets senere Vaagnen om Foraaret og længere vedblivende Virksomhed om Efteraaret, samt den,

<sup>1)</sup> Cfr. ogsaa Russow, l. c. pag. 388.

<sup>2)</sup> Ælmen er ikke taget med i denne Tabel, da der fandtes for mange Spørgsmaalstegn i dens Rubrikker.

i alt Fald for ældre Træers yngre Rødder, kortere Periode for Veddannelsen i Roden (smlg. Tab. IV).

Med Hensyn til Cambiumvirksomhedens Forhold til Rodbruddet og Røddernes intensive Længdevæxt ses, at den gennemgaaende optræder senere om Foraaret, samt at den om Efteraaret vel hovedsagelig standser før det 2det Rodbrud afsluttes. Juli Maaned, hvor der er en intensiv Cambiumvirksomhed i Roden, er en død Tid med Hensyn til Rodbrud og Længdevæxt i Rødderne.

#### 4. Stivelsens Optræden i Rødderne.

Med «Stivelsens Optræden» tænkes her nærmest kun paa dens Forhold i Roden om Vinteren og ved Løvspringstid. Herom, det vil sige om dens eventuelle Forsvinden om Vinteren, troede jeg ikke at have anden Litteratur at henvise til end mine egne faa Bemærkninger i min Afhandling om Stivelsen hos vore Løvtræer under Vinterhvilen<sup>1)</sup>, hvor jeg under Henvisning til senere Undersøgelser udtalte, at Rødderne i denne Henseende forholdt sig forskelligt, men i Reglen væsentlig anderledes end de overjordiske Organer. Først nu efter Afslutningen af Undersøgelserne finder jeg, at Sagen har været i gode Hænder, idet Russow (l. c. pag. 373) har haft den for. Han siger saaledes: «Sehr auffallend ist das abweichende Verhalten der Wurzeln. Die Wurzelrinde sämtlicher untersuchten Lignosen erwies sich im Laufe des ganzen Winters stärkeführend», og han anfører et Antal Træer, hos hvilke han har fundet henholdsvis meget eller lidt Stivelse i Rodens Bark om Vinteren.

Til Sammenligning med Roden er i det følgende først gjort Rede for Stivelsens Optræden i Stammen, ogsaa for at supplere mine tidligere Meddelelser herom.

<sup>1)</sup> Overs. over det kgl. d. Vid. Selsk. Forh. 1896 pag. 50.



Tab. IV.

Aarringsdannelsens Periode i Roden af 14 ældre Træer fra Landbohøjskolens Have. Tegnene som i Tab. III.

1896.		1897.						
26.—30. Novb.	2.—6. Marts.	6.—8. April.	4.—6. Maj.	2.—5. Juni.	7.—9. Juli.	24.—26. Aug.	24.—28. Septb.	26.—28. Okth.
	○		○	○	+	+	+	○
Acer Pseudoplatanus . .	○		○	○	+	+	+	○
Fraxinus excelsior . . .	○		?	+	+	+	+	○
Alnus glutinosa . . . .	○	○	○	○	○	+	?	○
Betula verrucosa . . . .	○	○	○	○	+	+	+	○
Quercus pedunculata . .	○	○	○	○	?	+	+	○
Fagus silvatica . . . . .	○					+	+	?
Populus alba . . . . .	○	○	○	?	+	+	+	+
Tilia grandifolia . . . .	○	○	○	○	+	+	?	?
Sorbus scandica . . . . .	○	○	○	+	+	+		○
Prunus Padus . . . . .	○	○	○	+	+	+		
Robinia Pseudacacia . .		○	○	○	+	+		
Larix europæa . . . . .	○	○	○	○	+	+		+
Picea excelsa . . . . .	○	○	○	○	+	+		○
Pinus montana . . . . .	○	○	○	?	+	+		○

51

4\*





Tab. V viser os Stivelsens Optræden i Stammerne af de 8 unge Træer fra Frederiksværk Planteskole. Lad os først betragte Kolonnerne for  $1/7$ ,  $25/8$ ,  $26/9$  og  $23/10$ ; disse viser os det største Indhold af Stivelse, der dog mod Slutningen af Perioden i flere af dem er begyndt at svinde i Barken, hos Ask, som det synes, allerede  $25/8$ .  $23/11$  findes der allerede ikke længer Stivelse i Barken og hos Birk er den begyndt at svinde i Veddet; hos de to Naaletræer har der overhovedet ikke været fuld Stivelsemængde. Gaar vi derefter tilbage til Iagttagelsens Begyndelse  $7/12$  95, viser Rubrikkerne os Stivelsemangel i Barken hos de 7 Træer, hos Birk og de to Naaletræer tillige i Veddet. Det samme Forhold hersker væsentlig  $4/2$ . Af Kolonnen for  $6/3$  ser vi, at Stivelsen er begyndt noget tidligere at regenereres end efter mine Iagttagelser fra 1895; Vinteren var det Aar meget stræng.  $7/4$  er, som man maatte vente, Regenerationen bleven livligere, og endelig ser vi af Kolonnerne for  $20/5$  og  $11/6$ , at fuld Stivelseholdighed ingenlunde opnaas om Foraaret; inden Stivelsen atter ved Løvspringet tages i Brug; herpaa har jeg gjort opmærksom i min tidligere Afhandling (l. c. pag. 64), og det forekommer mig, at denne Kendsgerning ikke er uden Interesse. I Juli og August indtræder da, som vi før saa, Stivelsemaximum.

Tab. VI viser Stivelsens Optræden i Rødderne af de samme unge Træer. Hos Birk ser vi sent paa Efteraaret en Aftagen i Stivelsen, der fører til fuldstændig Stivelsemangel i December, men iøvrigt er Billedet, vi faar af Stivelsebevægelsen hos denne Plante, saa uroligt, at jeg maa antage, der har været tilfældige Omstændigheder paa Spil. Endvidere viser Løn en Aftagen af Stivelse i Oktober og November og Stivelsemangel i December. Men ellers ser vi, at der er en væsentlig Forskel fra Stammen, idet en Forsvinden (Forvandling) af Stivelsen i Barken gennemgaende ikke finder Sted om Vinteren, som man ser, det samme Resultat, som Russow var kommet til. En Sammenligning af Kolonnerne  $20/5$  og  $5/6$  for





Stammen og Roden har Interesse, da den viser, at der ved Løvspringet bliver gjort stærkere Angreb paa Stivelsen i Roden end i Stammen. Disse to Resultater mener jeg at være de væsentligste, der er vundne ved lagttagelsen af Rodens Stivelse, sammenlignet med Stammens.

Dette støttedes i det hele ogsaa ved Iagttagelserne over de 15 ældre Træers Rødder fra Landbohøjskolens Have. Birken var ogsaa her ganske uden Stivelse i sine Rødder ved Vinterens Slutning; Lønningen havde paa denne Tid stivelsefri Bark, og det samme var Tilfældet med Hæg og Rødgran. Ellers tydede alt paa, at Stivelsen forblev i Ro om Vinteren. Tiden for Stivelsens Opløsning og Forsvinden ved Løvspringet var maaske gennemgaaende rykket lidt længere frem end hos de unge Planter. Bøgen viste sig ogsaa her gennemgaaende fattig paa Stivelse i Barken, noget, der synes at være almindeligt hos denne Plante. Linden viste rigelig Stivelse baade i Bark og Ved hele Tiden, ogsaa i Maj og Juni, men mulig dette ikke har været normalt.

---

Det i de foregaaende Linier behandlede Emne er af en ret omfattende Natur, saa at der foreløbig ikke godt kan være Tale om andet end mindre Bidrag til dets Behandling, og mere gør denne Meddelelse ikke Fordring paa. Visse Træk i vore Trærødders indre og ydre Udvikling synes dog efterhaanden at træde lidt tydeligere frem af Taagen, hvori de har været indhyllede; at dette gaar med en vis Langsomhed, er begrundet i Forholdenes Natur; thi der kan kun overses saa lidt ad Gangen, og Faren for at skuffes af individuelle Tilfælde er derfor forholdsvis stor. Her trænges derfor stadig til ny Undersøgelser.

Naar f. Ex. Mohl, om hvem vi ikke har Ret til at antage, at hans Undersøgelser ikke er paalidelige, er den første,

der har gjort Iagttagelser over Rodens Cambiumvirksomhed, og har set denne fortsat indtil Vinterens Slutning, saa har der maattet flere Forskeres Undersøgelser til for først at gøre Iagttagelsens Almengyldighed tvivlsom og dernæst at gøre det utvivlsomt, at der var iagttaget Fænomener, som ikke har været Udtryk for det, der sædvanlig finder Sted.

Saaledes med Rodbruddet. Saa længe der kun forelaa 2 speciellere Undersøgelser over dette Emne og disse gik hinanden imod, kunde det være vanskeligt at tage Parti; jeg antager, at det efter de her forelagte Undersøgelser vil kunne gøres med mindre Betænkelighed.

Og endelig kan Russow's i et mindre kendt Tidsskrift publicerede og derfor mindre paaagtede Iagttagelse over Rodbarkens Stivelse i Vinterperioden kun komme des bedre til sin Ret efter den her meddelte selvstændige Undersøgelse.

Naar vi hævder en vis Periodicitet i Dannelsesvævenes Virksomhed<sup>1)</sup> i Roden, maa vi imidlertid indrømme, at de forskellige Faser gennemgaaende træder i mindre skarp Modsætning til hverandre end i Stamme og Grene, hvilket jo ikke er andet end hvad man maatte vente. Fremdeles maa vi heller ikke se bort fra, at der endnu kun er undersøgt et meget begrænset Antal Arter, hvilket dog skulde synes at være tilstrækkelig stort til at fastslaa de almindelig stedfindende Forhold, men paa den anden Side ikke udelukker Muligheden af jævnlige Undtagelser.

Hvad der forekommer mig nu mest at trænges til i disse Spørgsmaal, navnlig for Rodbruddets og Cambiumvirksomhedens Vedkommende, er Undersøgelser paa ganske faa, maaske

---

<sup>1)</sup> Da nærværende ikke er en fysiologisk Afhandling, men en Fremstilling af i Naturen iagttagne Kendsgerninger, maa jeg tage Afstand fra en Diskussion om, hvorvidt visse Forhold er at opfatte som Hvile eller som Uvirksomhed o. a. m., forud for hvilken der vist nok maa gaa et noget mere indgaaende Kendskab til Fænomenerne i deres rent ydre Fremtræden og indbyrdes Forhold, end vi endnu besidde.



kun 1 Træart, men med Hensyntagen til de mange forskellige Faktorer, der kan indvirke paa Plantens Liv, f. Ex. Jordbundsbeskaffenhed, Varme-, Lys- og Fugtighedsforhold, god eller slet Ernæring, Forhold til andre Planter, Forskellen i Plantens forskellige Regioner o. s. v. Saa mange Forhold kan der kun tages Hensyn til, naar man reducerer til det mindst mulige Antallet af Arter, der skal iagttages, og jeg er tilbøjelig til at anse Bøgen for ikke just at være den bedst egnede hertil, medens den naturligvis paa Grund af den Lethed, hvormed Materialet kan skaffes tilveje, særlig indbyder til at benyttes til Undersøgelser af denne Art. Som et af de vigtigste i Litteraturen foreliggende Arbejder, hvortil ny Undersøgelser over Rodens som i det hele Træernes Livsforhold, navnlig saa vidt angaar de indre Organer, har at støtte sig, ansér jeg Russow's ovennævnte gediegne og indholdsrige Undersøgelser.

## Études sur les phénomènes vitaux des racines des arbres.

Par

O.-G. Petersen.

---

### Résumé.

(Présenté à la séance du 17 décembre 1897.)

---

Les renseignements que nous fournit la littérature botanique sur les phénomènes vitaux périodiques des racines de nos arbres forestiers, sont très rares et partiellement contradictoires, et cela est vrai surtout de la formation de racines nouvelles et de l'allongement repris dans celles qui existent déjà. Mais l'activité du cambium et les conditions de l'amidon méritent aussi d'être étudiées, et en tête de la présente étude j'ai placé quelques observations sur la structure du bois dans la racine et notamment sur la limite de la couche annuelle.

C'est particulièrement Mohl<sup>1)</sup> qui a étudié ces derniers points. Les différences résident surtout dans ce que les vaisseaux sont plus larges et plus nombreux, à l'exception de ceux du Chêne et du Frêne; qu'en somme les éléments sont plus amples et ont les cloisons plus minces; que les tissus pour la substance de réserve l'emportent sur les éléments mécaniques, et que les rayons médullaires occupent un espace relativement plus grand. La limite de la couche annuelle est plus effacée que dans les organes aériens; quelquefois il est même impossible de la voir. Comme il n'existe presque pas de figures représentant cet état de choses, j'ai donné, dans le texte danois, une série de figures auxquelles on voudra bien se reporter. Dans toutes ces figures, *a* désigne la racine, *b*

---

<sup>1)</sup> *Botanische Zeitung* 1862.



le tronc ou la branche, excepté dans la fig. 2, où *a* représente la 1<sup>re</sup> couche annuelle du tronc, *b* la 2<sup>e</sup> couche annuelle du tronc, *c* la racine, 1<sup>re</sup> couche annuelle, *d* la racine, 2<sup>e</sup> couche annuelle (vaisseaux). La fig. 6 présente, à titre d'exemple, une différence assez faible entre racine et tronc. En outre, dans la plupart de ces figures, on trouve la limite de la couche annuelle nettement indiquée au moyen d'une croix (×).

Dans les fig. 17—20, on trouve représentée comme appendice une coupe transversale de la racine et du tronc de quelques arbres, afin de montrer que le stéréome de l'écorce de la racine est plus clairsemé et que ses éléments constitutifs sont plus larges que ceux du tronc.

Concernant la formation des racines de nos arbres, on ne dispose que de deux mémoires, savoir de MM. Resa<sup>1)</sup> et Wieler<sup>2)</sup>, et ces mémoires se contredisent l'un l'autre. Le travail le plus récent sur la biologie des arbres forestiers, savoir *Bau und Leben unserer Waldbäume* par M. Büsgen 1897, relate les opinions de Resa et de Wieler, mais sans se prononcer en faveur ni de l'un ni de l'autre. Resa soutient que le développement des racines comporte une périodicité qui diffère toutefois des périodes des organes aériens. Une formation de racines a lieu au printemps avant l'épanouissement des feuilles; après une trêve, il y en a en automne une nouvelle qui peut se prolonger dans l'hiver, «qui est ici un facteur seulement de retardement, et non de clôture réelle». Toutefois, chez les Conifères, il y aurait un repos hivernal prononcé. Par contre, Wieler soutient que la formation de racines a surtout lieu au printemps, coïncidant avec l'épanouissement des feuilles, et qu'il peut y avoir aussi formation de racines à d'autres temps, tout en niant qu'une formation de racines s'effectue en automne. Resa se prononce pour une division du travail en ce qu'il fait séparer les deux formations de racines à l'épanouissement des feuilles. Wieler nie cette division du travail. A l'égard du développement des racines

<sup>1)</sup> *Die Periode der Wurzelbildung*, 1877.

<sup>2)</sup> *Das Bluten der Pflanzen*. Cohn, *Beiträge zur Biologie der Pflanzen*, 6<sup>e</sup> vol. 1893.

pendant l'hiver, on a des opinions contradictoires, par exemple de Lindley<sup>1)</sup>, qui a observé le développement hivernal des racines, et de Mohl<sup>2)</sup>, dont les recherches ont fourni un résultat opposé. Peut-être la différence des climats peut-elle expliquer en partie ces discordances. Il y a donc des motifs suffisants pour remettre sur le tapis cette question. On voudra bien se rappeler que les recherches suivantes ont été faites avec des matériaux émanant de Copenhague et de ses environs.

Depuis le 7 décembre 1895 jusqu'au 23 novembre 1896, j'ai fait lever, dans la pépinière de Frederiksværk, des exemplaires de 8 arbres forestiers ordinaires dont l'âge variait de 2 à 5 ans et que je me suis fait envoyer de manière que mes matériaux d'examen fussent frais. Le tableau I, p. 33, donne le résultat; là,  $\boxplus$  désigne une formation nouvelle de racines et une croissance apicale récemment commencée dans les racines qui existaient déjà; + désigne qu'il y a une certaine activité dans les racines, mais que c'est là essentiellement une activité de continuation, par conséquent pas précisément une période commençant à nouveau;  $\circ$  désigne suspension de développement. Il faut bien se rappeler que ces signes se rapportent à des néoformations ou à une croissance se produisant dans les racines mêmes, et non à leur fonctionnement par rapport à l'absorption d'eau et d'alimentation. C'est pourquoi l'on n'a pas tenu compte de la formation de poils radicaux. Dans ces 8 jeunes végétaux, c'est toujours le tronc et la racine pivotante que j'ai examinés. En outre, depuis la fin de novembre 1896 jusqu'à la fin d'octobre 1897, j'ai étudié ces mêmes huit essences, plus sept autres, les quinze provenant du jardin de l'Académie d'agriculture de Copenhague. Là, ce sont les racines d'arbres moins jeunes que j'ai examinées. Le tableau II, p. 34, donne les résultats confrontés. Jetons d'abord un coup d'œil sur le tableau I.

Les genres *Acer* et *Fraxinus* présentent un peu plus de difficulté que la plupart des autres végétaux étudiés pour fixer une époque déterminée des débuts de la formation des racines, celles-ci étant de couleur claire, même à un âge un peu

<sup>1)</sup> Ouvr. cit., p. 323.

<sup>2)</sup> *The theory and practice of horticulture*, 1855, p. 448.



avancé ; aussi trouve-t-on moins saillant le contraste entre ce qui est ancien et ce qui est récent. Pourtant, au commencement de février, j'ai cru pouvoir constater dans l'*Acer* une formation nouvelle suivie, bien avant dans l'été jusqu'en septembre, d'une suspension de développement plus marquée. A cette dernière époque, on constatait un développement nouveau et vigoureux. Pour le *Fraxinus*, je n'ai pu constater avec certitude aucune formation de racines au printemps. Lui non plus, Resa n'a observé chez le Frêne aucune formation vernale des racines. Pour le *Betula*, j'ai placé la croix sur la limite entre avril et mai. Le développement fut observé le 20<sup>e</sup>, mais fit l'effet d'avoir commencé longtemps avant, selon toute probabilité, en avril. En regardant d'ailleurs les signes de la formation des racines, nous les voyons remarquablement épars dans les six premiers mois de l'année. Il n'y en a pas pour le 15 juillet. En août, le nouveau développement a commencé pour les deux Conifères, et s'est prolongé jusqu'en septembre, dont la colonne présente un intérêt particulier ; car nous y trouvons la formation de racines partout excepté pour le Chêne, qui ne figure qu'en octobre ; pendant ce mois, le *Picea* ainsi que le *Fagus* et le *Betula* sont encore en activité. Jusqu'en 23 octobre, nous trouvons des racines en voie de formation chez le Hêtre et, pour la part des mycorrhizes, chez les *Picea*, *Quercus* et *Betula*.

Si ensuite nous considérons le tableau II, nous verrons la série ouverte par le *Sorbus* et le *Prunus Padus* ; car la formation des racines de ces deux arbres est en pleine activité dès les premiers jours de mars ; par conséquent, ce développement a dû commencer dès février. Suivent, en avril, sept arbres : *Acer*, *Fraxinus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Robinia* et *Pinus montana*. Mai vit venir les *Betula*, *Larix* et *Picea*, tandis que la formation vernale des racines n'offrit rien de distinct pour les *Alnus*, *Fagus* et *Tilia*. Chez le *Betula* et le *Larix*, la formation de racines se prolongea jusqu'en juin ; et dans ce mois-là il y eut, chez le *Quercus* et le *Robinia*, une formation de racines qui ne paraissait pas continuer directement celle qui venait d'avoir lieu. Ici, comme chez les jeunes sujets de 2—5 ans provenant de la pépinière, nous voyons également en juillet un chômage, ou un chômage relatif ; mais une vie nouvelle commence à se

manifeste à la fin de l'été ou en automne. Dès le mois d'août, non seulement les trois Conifères, mais encore les arbres à feuilles que voici: *Alnus*, *Quercus*, *Populus*, *Tilia* et *Robinia*, sont en activité, et prolongent en partie le développement jusqu'en septembre, mois où viennent s'adjoindre les *Acer*, *Betula*, *Sorbus*, et *Prunus*, tandis que, même en octobre, chez les *Betula*, *Fagus*, *Ulmus* et *Picea*, les racines continuent leur formation.

Ainsi mes recherches ont abouti au même résultat que celui où arriva Resa; car tous deux nous avons pu constater une période de développement au printemps et une en automne. Dans quelques cas fort rares, on n'a pas remarqué la première de ces périodes, tandis qu'en automne les racines ont toujours produit une formation. Pendant l'hiver il y avait presque toujours une suspension de développement<sup>1)</sup>.

Or, à quoi tient-il que Wieler soit arrivé à un résultat tellement différent, qu'il regarde comme erronées les recherches de Resa, opinion que, cela va sans dire, je ne saurais partager?

On pourrait peut-être faire ressortir que le choix des matériaux n'est pas inattaquable. Wieler dit (*loc. cit.*, p. 101): «Ich habe deshalb einen Theil der zu meinen Beobachtungen über das Bluten verwertheten Pflanzen auch auf die Entwicklung der Wurzeln, freilich nur oberflächlich geprüft». Si nous examinons quels étaient les végétaux qu'il employa dans ses recherches sur les phénomènes des pleurs la page 76 nous renseigne là-dessus, comme suit: «Eine derartige Untersuchung ist natürlich nicht im Freien auszuführen, sondern nur im Laboratorium, was wiederum ein Experimentieren mit grossen Bäumen ausschliesst. Die Versuche wurden deshalb mit mehrjährigen Topffflanzen ausgeführt.» Voilà déjà un fait qui, ce me semble, rend délicat d'appliquer les résultats des observations à l'état des choses en plein air. Wieler est physiologiste, et exige carrément,

<sup>1)</sup> Toutefois, un examen des racines des 15 arbres enregistrés au tableau II, examen effectué dans le mois de janvier exceptionnellement doux et humide de 1898, révéla dans ces racines plus de vie qu'on ne pourrait s'y attendre d'après les recherches faites pour les hivers précédents.



comme de juste, ce que sans doute personne ne veut contester, que les phénomènes doivent être explicables au point de vue physiologique: «A priori ist es höchst unwahrscheinlich, dass am Ende des Sommers und im Herbst Wurzeln gebildet werden, denn wozu hat die Pflanze dieselben nöthig?» (*loc. cit.*, p. 101). Après quelques réflexions à ce sujet, il finit par dire: «Da diese Erwägungen und meine Beobachtungen mit einander harmonieren, so dürfte eine herbstliche Periode der Wurzelbildung nicht vorhanden, sondern nur eine unrichtige Interpretation beobachteter Thatsachen sein» (p. 107). D'après ce qui précède, je ne saurais naturellement tomber d'accord avec M. Wieler sous ce rapport.

En effet, ne pourrait-on pas se figurer que la formation nouvelle des racines ne se reliât pas toujours à la formation de poils radicaux, mais que dans beaucoup de cas ces derniers n'apparaissent que bien plus tard, de sorte qu'une formation de racines ne coïncide pas toujours avec une augmentation de l'activité des racines? Des recherches approfondies faites en plein air sur la formation des poils radicaux de nos arbres, constituent encore un *pium desideratum*. Il va de soi que M. Wieler a raison de dire qu'il doit y avoir un enchaînement dans les phénomènes; mais peut-être faut-il parfois arriver à cet enchaînement par des détours.

M. Strasburger<sup>1)</sup> a donné un compte rendu sommaire des anciennes recherches sur l'activité du cambium ou l'époque de formation de la couche annuelle dans la racine. J'ai examiné sous ce rapport les huit végétaux âgés de 2—5 ans, et pour la part du tronc et pour celle de la racine pivotante. Le tableau III (p. 38) donne les résultats; + désigne la formation de la couche annuelle en activité; o désigne cette même formation arrêtée ou non commencée. Le signe ← précédant + ou o marque la tendance à entrer en jeu ou à s'arrêter. La tranche supérieure de chaque essence contient les indications relatives à la racine, celle d'en bas se rapporte au tronc.

Autant que le permettent les observations, l'on a cons-

<sup>1)</sup> *Leitungsbahnen*, p. 36—37.

taté de l'inactivité durant les quatre premiers mois. C'est en mai que commence l'activité; mais, en plusieurs cas, celle du tronc, ici, devançait celle de la racine, savoir chez le *Quercus*, le *Fagus* et, peut-être, chez l'*Acer*. Le 11 juin, l'activité se déployait sur toute la ligne; il en était de même le 1<sup>er</sup> juillet. Le 25 août, le tronc des *Alnus* et *Fagus* commença à ralentir son activité; mais d'ailleurs tout était encore en pleine activité. La colonne du 26 septembre présente un intérêt particulier, en nous montrant comment la racine continue ici la formation de sa couche annuelle après l'arrêt de celle du tronc. Le 23 octobre, le cambium de la racine n'a pas encore partout cessé de fonctionner; nous le trouvons même en activité chez le *Fraxinus* le 23 novembre. Il est naturel que la clôture lente de la formation de la couche annuelle dans la racine se reflète dans la limite de la couche annuelle du même endroit, vague en beaucoup de cas (comp. aussi Russow, *Sitzungsber. d. Naturforscher-Gesellschaft*, Dorpat, vol. VI, p. 388).

Le tableau IV, p. 51, donne l'aperçu de l'activité lignifiante du cambium dans les racines des arbres plus âgés qui se trouvent dans le jardin de l'Académie d'agriculture. Là, ce ne fut plus le pivot, mais les ramifications plus jeunes des racines, qui furent examinées, tandis qu'on n'examina pas les organes aériens. Cet aperçu montre des divergences assez essentielles d'avec le tableau III. Ainsi, pour la première semaine de juin, il n'y a pas d'autres racines entrées en activité que celles des *Fraxinus*, *Sorbus* et *Prunus*; ce n'est qu'aux 7—9 juillet que toutes, ou peu s'en faut, sont actives. Quant à l'*Alnus*, je n'ai réussi à constater aucune activité du cambium qu'au mois d'août. D'après nos connaissances sur la manière dont s'éveille le cambium, cette divergence d'avec le tableau III répond précisément et tout à fait à ce qu'on pouvait attendre, si l'on se rappelle que dans l'un des cas nous avons à faire avec les pivots de végétaux tout jeunes, dans l'autre avec les ramifications moindres de racines d'arbres assez développés. Ici aussi, l'activité du cambium se continue généralement durant le mois de septembre, et se prolonge peut-être, dans un cas isolé, jusqu'en octobre.

Quant au rapport de l'activité du cambium à la formation des racines et à l'intensité de l'accroissement longitudinal des



racines, on voit que cette activité se présente le plus souvent bien avant dans le printemps, et qu'en automne elle s'arrête sans doute en somme avant la clôture de la 2<sup>e</sup> formation des racines. Le mois de juillet, qui voit se développer une activité intense du cambium dans la racine, est une saison morte pour la formation des racines.

Par la même occasion, on fit des conditions de l'amidon dans les racines l'objet d'un examen. Dans une étude antérieure, intitulée *Om Stivelsen hos vore Løvtræer under Vinterhvilen*<sup>1)</sup>, j'ai rendu compte de l'état des choses de cette question pour les branches de quelques arbres, et effleuré sommairement ce qui en est de ce point pour les racines, en disant que ces dernières se comportent autrement dans les modifications qu'elles subissent en hiver. Les tableaux V et VI donnent l'exposé de ces phénomènes dans les racines et le tronc des huit jeunes arbres provenant de la pépinière. Le signe + marque abondance d'amidon; o, amidon faisant défaut ou en très faible quantité; <, amidon augmentant; >, amidon diminuant; —, teneur en amidon égalant à peu près celle de la rubrique précédente.

Le tableau V montre les conditions de l'amidon dans le tronc. Jetons d'abord un coup d'œil sur les colonnes relatives aux  $1/7$ ,  $25/8$ ,  $26/9$  et  $23/10$ . Ces colonnes nous montrent la plus grande teneur en amidon, qui toutefois, vers la fin de la période, a commencé à diminuer dans l'écorce de plusieurs des sujets, pour le *Fraxinus*, paraît-il, déjà au  $25/8$ . Dès le  $23/11$ , il n'y a plus d'amidon dans l'écorce, et chez le *Betula*, l'amidon a commencé à diminuer dans le bois; en somme, chez les deux Conifères, il n'y a pas eu de teneur en amidon complète. Puis, si nous nous reportons au  $7/12$  95, commencement de l'observation, les rubriques nous montrent le défaut d'amidon dans l'écorce des sept arbres; chez le *Betula* et les deux Conifères, également dans le bois. Il en est essentiellement de même le  $4/2$ . Les colonnes du  $6/3$  nous apprennent que la régénération de l'amidon a commencé un peu plus tôt que d'après mon observation de 1895, antérieurement publiée,

<sup>1)</sup> *Bulletin* de l'Académie Royale des Sc. de Danemark, 1896, p. 50.

époque où l'hiver était très rigoureux. Le  $\frac{7}{4}$ , comme on devait s'y attendre, cette régénération s'est activée. Les colonnes des  $\frac{20}{5}$  et  $\frac{11}{6}$  nous montrent que la teneur en amidon ne devient nullement complète au printemps, avant l'épanouissement des feuilles, époque où l'amidon est de nouveau utilisé. Aux mois de juillet et d'août, l'amidon, comme nous venons de le voir, atteint son maximum.

Le tableau VI montre les conditions de l'amidon dans les racines de ces mêmes huit jeunes arbres. Le *Betula* nous présente bien avant dans l'automne une diminution d'amidon qui conduit à un manque d'amidon complet en décembre; mais, du reste, l'image que ce végétal nous présente du mouvement de l'amidon, est assez confuse pour me faire supposer l'intervention de circonstances fortuites. Ensuite l'*Acer* présente une diminution d'amidon en octobre et en novembre, et le défaut d'amidon en décembre. Mais autrement nous voyons surgir une divergence essentielle d'avec ce qui se passe dans le tronc; car presque toujours l'hiver ne nous fait assister à aucune disparition (transformation) de l'amidon dans l'écorce. Russow (*loc. cit.*, p. 373) était arrivé à ce même résultat. Un rapprochement des colonnes  $\frac{20}{5}$  et  $\frac{5}{6}$  pour tronc et racine est intéressant, en ce qu'il montre que, lors de l'épanouissement des feuilles, l'amidon est plus fortement attaqué dans la racine que dans le tronc. A tout prendre, ces résultats furent encore appuyés par les observations faites sur les racines des quinze arbres plus âgés provenant du jardin de l'Académie d'agriculture. Là aussi, vers la fin de l'hiver, les racines du *Betula* manquaient tout à fait d'amidon, comme l'écorce de l'*Acer*; il en était de même des *Prunus Padus* et *Picea excelsa*. D'ailleurs, tout portait à croire que l'amidon restait tranquille en hiver. Elle aussi, l'écorce du *Fagus* se montrait fort pauvre en amidon, fait qui semble ordinaire chez ce végétal. Tout le temps, le *Tilia* fit preuve d'abondance en amidon soit dans l'écorce, soit dans le bois, même en mai et en juin; mais nous sommes peut-être là en présence d'une anomalie.

Voici un résumé des observations ci-dessus :

- 1° Une formation de racines a ordinairement lieu au printemps, mais assez sporadiquement; car elle embrasse un laps de temps qui va de février à juin; seulement le déve-



- loppement le plus actif se produit en avril—mai, et sera ordinairement terminé avant l'épanouissement des feuilles.
- 2° En juin et spécialement en juillet, la néoformation cesse peu à peu; juillet surtout est le mois où, à ce qu'il paraît, il se développe le moins d'organes dans les racines.
  - 3° C'est dans les mois d'automne, depuis et y compris août, mais peut-être avec la plus grande intensité en septembre, qu'a lieu la plus forte formation de racines; elle peut se prolonger jusqu'en octobre et même, partiellement, jusqu'en novembre.
  - 4° Les mois d'hiver proprement dits sont généralement témoins d'un arrêt, en tant qu'il se manifeste une cessation dans la néoformation des racines. Toutefois l'état de la température semble ici influencer un peu plus sur la marche de l'évolution (comp. les recherches de janvier 1898, p. 63).
  - 5° L'activité du cambium de la racine, en tant qu'elle amène des lignifications, commence ordinairement plus tard que celle des organes aériens. Cela est vrai surtout des jeunes racines d'arbres assez âgés.
  - 6° Mais cette activité du cambium de la racine se prolonge plus avant dans l'automne que celles du tronc et des branches.
  - 7° La période de la formation de la couche annuelle dans la racine devient ordinairement plus courte que celle relative au tronc et aux branches.
  - 8° Lors de la régénération vernale de l'amidon dans le tronc et dans les branches, avant l'épanouissement des feuilles, la teneur en amidon n'atteint ordinairement pas son maximum.
  - 9° Une disparition de l'amidon dans l'écorce des racines, pendant l'hiver, à l'instar de celle des organes aériens, se produit rarement.
  - 10° Lors de l'épanouissement des feuilles, l'amidon est plus fortement attaqué dans la racine que dans le tronc (les essences d'arbres âgés de 2 à 5 ans).

Tous les phénomènes mentionnés dans ce mémoire réclament toujours impérieusement des études ultérieures, où il faudra faire la part des nombreux et divers agents capables d'influer sur la vie de la plante, tels que la nature du sol, tout ce qui se rapporte à la chaleur, à la lumière et à l'hu-

midité, l'alimentation bonne ou mauvaise, les relations avec d'autres végétaux, etc. Je regarde le solide et profond ouvrage de Russow, ci-dessus cité, comme un des plus importants travaux sur lesquels doivent se baser de nouvelles recherches sur les conditions vitales internes de la racine comme aussi, en somme, des arbres.

Musée botanique de l'Académie d'agriculture,  
Copenhague, en décembre 1897.

---