

Fontaude-kontoret

56

FR. WEIS OG K. A. BONDORFF:

KEMISK-BIOLOGISK
UNDERSØGELSE AF SKOVJORD
UNDER
OVERERNÆREDE GRANER
I LYNGBY SKOV.

(RECHERCHE CONCERNANT LA CAUSE DE
L'HYPERTROPHIE DE L'ÉPICÉA).

(Særtryk af Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, V)
MCMXX

DET FORSTLIGE FORSØGSVÆSEN I DANMARK

udgivet ved Den forstlige Forsøgskommission under Redaktion af Professor A. OPPERMANN, udkommer i Hæfter, sædvanlig paa 5—10 Ark. Cirka 25 Ark (400 Sider) udgør et Bind, for hvilket Subskriptionen er gældende; Prisen er 5 Kr. pr. Bind (c. 20 Øre pr. Ark).

FØRSTE BIND, 1905—1908, indeholder:

H. BOJESEN: H. C. Ulrichs Bøgekulturer. — O. G. PETERSEN: Nattefrostens Virkning paa Bøgens Ved. — A. OPPERMANN: Nogle Træmaalings-Forsøg, I. — P. E. MÜLLER: Om nogle Bælgplanters Udvikling i bearbejdet jydsk Hedejord. — FR. WEIS: Nogle Vand- og Kvælstofbestemmelser i Stammer af Fyr og Gran. — A. OPPERMANN: Egens Vækst i Jægersborg Hegn. — A. OPPERMANN: Tilvirkning og Anvendelse af dansk Gavntræ, I. — F. I. ANDERSEN: Gennemhugning og Grenkapning i Rødgran. — P. E. MÜLLER og FR. WEIS: Studier over Skov- og Hedejord, I. — A. OPPERMANN: Rødgranens Vækst paa god, midtjydsk Hedebund. — L. A. HAUCH: Udhugning i unge Egebevoksninger. — K. MØRK-HANSEN: C. H. Schrøders Udhugning i Bøg. — A. OPPERMANN: En Prøveflade i Avnbøg. — Forsøgsvæsenets Ordning og Ledelse.

ANDET BIND, 1908—1911, indeholder:

L. A. HAUCH: Nattefrostens Virkning i ung Bøgeskov. — A. OPPERMANN: Vrange Bøge i det nordøstlige Sjælland. — P. E. MÜLLER og FR. WEIS: Studier over Skov- og Hedejord, II. — JOHS. HELMS: Forsøg med Lystræer paa Feldborg Skovdistrikt. — A. OPPERMANN: En Prøveflade i Rødeg. — A. OPPERMANN: Tilvirkning og Anvendelse af dansk Gavntræ, II. — A. HOLTEN: Brud i staaende Granstammer. — Forsøgsvæsenets Ordning og Ledelse.

TREDJE BIND, 1910—1913, indeholder:

P. E. MÜLLER, K. RØRDAM, JOHS. HELMS, E. H. WØLDIKE: Bidrag til Kundskab om Rødgranens Vækstforhold i midtjydsk Hedebund. — P. E. MÜLLER og JOHS. HELMS: Forsøg med Anvendelse af Kunstgødning til Grankultur i midtjydsk Hedebund. Med Bidrag til Hedebundens Naturhistorie. — P. E. MÜLLER og FR. WEIS: Studier over Skov- og Hedejord, III.

KEMISK-BIOLOGISK
UNDERSØGELSE AF SKOVJORD
UNDER
OVERERNÆREDE GRANER I LYNGBY SKOV.

Af
FR. WEIS OG K. A. BONDORFF.

De her foreliggende Undersøgelser danner en Fortsættelse af tidligere Undersøgelser over Aarsagen til de saakaldte »overernærede« Graner¹⁾. Vi paaviste ved disse Undersøgelser, at der i Jorden under de overernærede Graner foregik en meget stærk Salpeterdannelse og mente i denne at se Aarsagen til Overernæringen, der altsaa skyldtes en for rigelig Kvælstofnæring. De foreliggende Undersøgelser har fuldstændig bekræftet denne Antagelse, idet der ogsaa i de her undersøgte Jorder foregik en ganske overordentlig livlig Salpeterdannelse.

Professor JOHS. HELMS henledte i Efteraaret 1918 vor Opmærksomhed paa en Lokalitet, Lyngby Skov ved Ølsted, hvor der fandtes en Gruppe overernærede Graner (Fig. 1) paa en Skraaning ned mod en moseagtig Lavning. Nederst paa Skraaning fandtes de overernærede Graner, medens der højere oppe voksede ganske normale Graner, og der var derfor her Lejlighed til at faa Jordprøver under baade overernærede og normale Graner, der voksede i umiddelbar Nærhed af hverandre.

Paa denne Lokalitet udtoges da Jordprøver, dels først i September 1918, dels først i November samme Aar, og de udtagne Prøver undersøgtes kemisk og biologisk paa Landbohøjskolens plantefysiologiske Laboratorium. Jorden var, under de overernærede Graner, stærkt humusholdig. Idet der grave-

¹⁾ FR. WEIS og K. A. BONDORFF: Kemisk biol. Undersøgelse af Skovjord under overernærede Graner paa Wedellsborg Skovdistrikt. Dansk Skovforenings Tidsskrift 1917. S. 143 f. f.



Fig. 1. »Overernærede« Graner i Lyngby Skov. JOHS. HELMS fot.

des en Profil, lod der sig ret skarpt adskille 3 Lag, der i det efterfølgende betegnes ved I, II og III.

I var et c. 15 cm tykt Lag af ret uformuldede Naale; det gik over i Lag II, der havde en Tykkelse af c. 45 cm, et brunt, stærkt omsat Humuslag, medens III var et underliggende sort (ved Tørring graat) humusblandet Sandlag. Dette sidste Lag var ved Prøveudtagningen overvaadt, og det lykkedes ikke ved Gravningen at konstatere, hvor langt det strakte sig ned.

Under de ovenfor voksende, normale Graner kunde ogsaa adskilles 3 Lag (In, II n og III n), idet In var det øverste 12—15 cm tykke Lag af uomsatte Naale, II n et c. 45 cm tykt Lag af brunligt, lidt lerblandet Sand og III n den oprindelige Jord, en graa-brun Sandjord med en Smule iblandet Ler.

Bundvegetationen udgjordes under de overernærede Graner næsten udelukkende af *Chamaenerium angustifolium* (Gederams) med en Del Eksemplarer af *Rubus idæus* (Hindbær), *Milium effusum* (Miliegræs) og *Oxalis acetosella* (Skovsyre). Under de normale Graner fandtes kun faa Eksemplarer af *Chamaenerium*, men en Del *Rubus*.

Prøverne, der udtoges i September, ankom først til Laboratoriet et Par Dage efter Udtagelsen. De toges straks i Arbejde, findeltes og sigtedes, og i Prøverne bestemtes Vand, Glødningstab, Total-Kvælstof og Salpeterkvælstof. Endvidere bestemtes Jordprøvernes Reaktion.

Angaaende de anvendte Metoder skal bemærkes, at Vand bestemtes ved Tørring til konstant Vægt ved 105° af Prøver paa c. 10 Gram.

Glødningstab bestemtes ved Glødning for BUNSENS Blæselampe til konstant Vægt af en Prøve paa c. 5 Gram.

Kvælstof bestemtes ved almindelig KJELDAHLS-Analyse af 1—5 Gram Jord, alt efter Kvælstofindholdet.

Salpeterkvælstoffet, som vi ved tidligere Forsøg har bestemt kolometrisk ved Hjælp af Fenolsvovlsyre, idet Salpeterkvælstoffet omdannes til Pikrinsyre, er ved disse Undersøgelser bestemt ved Reduktion med Ferroklorid og Maaling af den udviklede Mængde NO over stærk Natronlud. Denne, den SCHULZE-TIEMANNSKE Metode, er, naar det drejer sig om Bestemmelsen af nogenlunde store Mængder Salpeterkvælstof, utvivlsomt den kolorimetriske Metode overlegen og da navnlig

ved saa stærkt humusholdige Jorder. Det har ved de Salpeterbestemmelser, der i ret stort Antal er foretaget her i det plante-fysiologiske Laboratorium, ofte vist sig, at Udtrækkene af Humusjorder dels var meget vanskelige at befri for opløste Humusstoffer, selv ved gentagne Inddampninger med Baryt- eller Kalkvand, og dels at tilsyneladende humusfri, farveløse Opløsninger ved Inddampning og Tilsætning af ren koncentreret Svovlsyre antager en gullig Farvetone (Nuance), der maa influere paa den kolorimetrisk Bestemmelse, og det viser sig ogsaa undertiden, at de fremstillede Opløsninger af pikrinsur Ammoniak har en anden Farvetone end de Standardopløsninger, der er fremstillet af rent Kaliumnitrat.

Salpeterbestemmelserne er da foretaget paa den Maade, at 200 g Jord rystedes med 300 m³ destilleret Vand og 20 g CaCO₃. Efter Henstand i 1 Time under hyppig Omrystning filtreredes gennem Foldefiltre, og af Filtratet anvendtes 100 cm³ til Salpeterbestemmelsen. Kunde Filtratet ikke straks analyseres, tilsattes Kloroform, hvorefter det henstod i Flasker med Glasprop.

Af det fundne Rumfang NO beregnedes derpaa Salpeterindholdet, idet der for hver 2 à 3 Analyser udførtes Bestemmelser af den Mængde NO, en kendt Mængde rent Kaliumnitrat gav. Herved undgik man Korrektioner for Tryk og Temperatur, idet alle Aflæsningerne foregik paa een Gang.

Reaktionen bestemtes ved Lakmusprøven.

I Forbindelse med Kvælstofbestemmelserne er foretaget en Analyse af de paagældende Jorders Indhold af Kalk, Kali og Fosforsyre, idet en større Portion af Jorden foraskedes paa samme Maade som ved Glødningsbestemmelserne. Asken behandlede med varm 10 pCt's Saltsyre, og i Udtrækket bestemtes da Kalk, Fosforsyre og Kali, idet Kalken vejedes som CaO efter Fældning med Ammoniumoksalat. Fosforsyren bestemtes ved den af P. CHRISTENSEN angivne Metode med direkte Vejning af det gule Molybdænsyrebundfald, medens K₂O bestemtes som Perklorat.

I omstaaende Tabel I er sammenfattet Resultaterne af de foretagne Analyser.

Som det fremgaar af Analyserne, er de paagældende Jorder overordentlig fattige paa opløselige Mineralstoffer, og da navnlig Kali og Fosforsyre. Det maa endvidere erindres, at ved den anvendte Metode vil man jo faa Værdier, der ligger

Tabel I. Analyse af Jordprøverne.

Jordprøve No.	I	II	III	In	IIIn	IIIIn
Reaktion.	st. sur	st. sur	sur	st. sur	sur	sur
Glødningstab, pCt.	75.56	81.17	11.36	21.13	5.74	1.38
$NaNO_3$, mg pr. kg	424.8	448.7	40.5	30.8	18.50	Spor
Total-N, pCt.	2.40	2.53	0.37	0.68	0.18	0.05
Salpeter-N, pCt.	0.0069	0.0074	0.0007	0.0005	0.0003	—
CaO , pCt.	0.48	0.29	0.50	0.29	0.10	0.21
K_2O , pCt.	0.13	0.10	0.08	0.14	0.08	0.08
P_2O_5 , pCt.	0.06	0.15	0.06	0.07	0.03	0.02
1 Liter Jord vejede som Tørstof Gram	400	420	650	475	650	1000

betydeligt over, hvad Planterne virkelig kan optage. Ved Analysen har vi imidlertid kun søgt de relative Indhold af Mineralstofferne og har derfor ikke lagt Vægt paa gennem særlige Udtrækningsmetoder (f. Eks. med kulsyremættet Vand) at opnaa de for Planterne virkelig tilgængelige Mængder. Om Værdien af de forskellige Metoder til Bestemmelse af tilgængelige Plantenæringsstoffer hersker jo desuden stærkt delte Meninger.

Det procentiske Indhold i Jorden af de forskellige Plante-næringsstoffer spiller for Planterne en ret underordnet Rolle. For dem er det afgørende, hvor stor Mængde Næringsstof der findes i et givet Rumfang, og i Tabel II har vi derfor sammenstillet Analysetallene saaledes, at de viser Indholdet pr. m^3 , beregnet i Gram til 1 Meters Dybde. Desuden er, for at lette Oversigten, anført Forholdstallene, saaledes at Kvælstofindholdet er sat lig 100.

Tabel II. Indhold af Næringsstoffer, Gram pr. Kubikmeter.

Jordprøve	Total-N	Salpeter-N	CaO	K_2O	P_2O_5
I—III	7184	19.9	2136	475	476
Forholdstal	100	0.3	29.7	6.6	6.6
In—IIIIn	1206	1.3	1340	654	218
Forholdstal	100	0.1	111	54.2	18.1
	(16.8)	(0.02)	(18.6)	(9.1)	(3.0)

Beregnes endelig Forholdstallene saaledes, at Total-N i Jorden under de overernærede Graner sættes lig 100, faas for Jorden under de normale Graner de i Parentes anførte Tal.

Jorden under de overernærede Graner er rigere paa alle Plantenæringsstoffer med Undtagelse af Kali end Jorden under de normale Graner. Men det, man bør lægge Vægten paa, er efter vor Formening det indbyrdes Forhold mellem Plantenæringsstofferne, og det fremgaar da umiddelbart af de anførte Forholdstal, at: i Jorden under de overernærede Graner er Kvælstoffets Mængde ganske overvældende i Forhold til Mængden af de andre Plantenæringsstoffer. Naar vi som Resultat af de tidligere Undersøgelser over Jorden under overernærede Graner paa Wedellsborg mente at kunne slutte¹⁾, at en alt for rigelig Salpetersyrenæring i Forbindelse med for ringe Tilgang af andre nødvendige Næringsstoffer kunde være Aarsag til Granernes Misdannelse, har de foreliggende Analyser kun yderligere understreget denne Antagelse.

Mængden af Salpeterkvælstof synes nok meget ringe i Forhold til de andre Næringsstoffer. Men vi maa her fremhæve, at medens Tallene for CaO , K_2O og P_2O_5 viser en mager Jord, er et Indhold af Salpeterkvælstof svarende til 400—450 mg $NaNO_3$ pr. kg Tørjord c. 10 Gange saa stort, som man finder det i god Agerjord, og hertil kommer, at Totalkvælstoffet ret let nitrificeres, \therefore der dannes, efter som Planterne forbruger det forhaandenværende Salpeterkvælstof, stadig ny Mængder af dette.

I de foreliggende Jordprøver dannes nemlig ved Henstand ret anselige Mængder Salpeter. Af den i September udtagne Jord henstilledes Portioner à 1 Liter i Porcellænskrukker. Efter 4 Ugers Henstand bestemtes paa ny Salpetermængden. De fundne Tal er sammenstillede i omstaaende Tabel III.

I en Del af Prøverne, nemlig, som det vil fremgaa af en Sammenligning med Tab. II, alle dem, hvor Indholdet af organisk Stof er stort, er der foregaaet et Salpeterforbrug, rimeligvis foraarsaget af nitratassimilerende Skimmelsvampe.

¹⁾ l. c. S. 152.

Tabel III. Indhold af NaNO_3 , Milligram pr. Kilogram Tørjord.

Jordprøve	Ved Udtagning	Efter 4 Ugers Henstand
I	424.8	268.1
I + Fenol	424.8	433.0
II	448.7	242.5
II + CaCO_3	448.7	473.0
III	40.5	90.8
In	30.8	24.0
II n	18.50	22.80
III n	Spor	12.20

Da Salpeterindholdet i Prøverne var saa stort, mente vi imidlertid ikke at kunne tillægge disse ovenfor anførte Forsøg nogen særlig Betydning. Prøverne var udtagne efter en ret tør Periode og paa et Tidspunkt, hvor de højere Planter var ved at afslutte deres Vækst og ikke kunde forbruge meget Salpeter. Det var derfor muligt, at det fundne, høje Salpeterindhold repræsenterede Maksimum af, hvad der kunde dannes i Jorden, og idet de salpeterdannende Organismer var hemmede paa Grund af den Stigning i Aciditeten, Salpeterdannelsen maatte medføre, tog nu salpeterassimilerende Organismer Overhaand og da navnlig i de Jorder, hvor der var rigelig Humus, som kunde afgive den fornødne Kulstofnæring.

I November Maaned udtoges derfor til Forsøg over Salpetersyredannelsen en ny Prøve af Jord II, den, der ved Udtagelsen i September havde vist det største Indhold af Salpeter. Prøven udtoges efter en ret regnfuld Periode, og en Salpeterbestemmelse, der foretoges i Prøven 20 Timer efter Udtagelsen, viste da ogsaa et lavere Salpeterindhold end i September, nemlig 162.9 mg NaNO_3 pr. kg Tørjord, men altsaa dog endnu en ret betydelig Mængde.

Med denne Jord anstilledes da følgende Forsøg:

Den findelte Jord henstilledes i Porcellænskrukker, c. $\frac{1}{2}$ Liter Jord eller 300 g i hver Krukke. Vandindholdet var 51.1 pCt., saaledes som det forefandtes i Jorden ved Prøveudtagningen, og ved Tilsætning af destilleret Vand holdtes Krukkerne under Forsøget paa deres oprindelige Vægt. Vandfor-

dampningen fra de med Glasplader dækkede Krukker var dog meget ringe.

Krukkerne fik nu en Tilsætning af forskellige Stoffer, som kunde formodes at paavirke Nitrifikationen. Selve Planen og Resultaterne af de efter 4 Ugers Henstand paa ny foretagne Salpeterbestemmelser vil ses af Tabel IV.

Tabel IV. Indhold af NaNO_3 efter 4 Ugers Henstand.

Serie	Behandling	mg NaNO_3 pr. kg Tørrjord		
		I alt	Forøgelse i alt	Forøgelse over ube- handlet
1.	Oprindelig ved Prøveudtagningen	162.9	—	—
2.	Efter 4 Ugers Henstand	231.3	68.4	—
3.	do. + 0.5 g Am_2SO_4	242.2	79.3	10.9
4.	do. + 0.5 g Am_2SO_4 + 10 g CaCO_3	551.7	388.8	320.4
5.	do. + 10 g CaCO_3	459.8	296.9	228.5
6.	do. + 0.5 g Am_2CO_3	414.9	252.0	183.6
7.	do. + 0.5 g KNO_2 ¹⁾	706.0	543.1	474.7
8.	do. + 0.5 g KNO_2 + 10 g CaCO_3 ¹⁾	599.0	436.1	367.7
9.	do. + 0.5 g Pepton	86.3	+76.6	+145.0
10.	do. + 0.5 g Pepton + 10 g CaCO_3	244.2	81.3	12.9
11.	do. + 0.5 g Kasein	285.4	122.5	54.1
12.	do. + 0.5 g Kasein + 10 g CaCO_3	523.8	360.9	292.5
13.	do. Steriliseret + 10 pCt. Havejord	437.3	274.4	206.0
14.	do. do. + 10 pCt. oprindelig Jord	249.7	68.8	18.4
15.	do. Steriliseret	162.9	0	0
16.	do. Ikke steriliseret + 10 pCt. Havejord	481.7	318.8	250.4

Som det vil ses af Tabellen, er der i næsten alle Krukkerne foregaaet Nitrifikation. En Undtagelse danner kun Serien med Peptontilsætning, hvor der er foregaaet et Salpeterforbrug.

En Tilsætning af kulsur Kalk har fremmet Nitrifikationen undtagen i Serie 8. Forholdet er her maaske det, at der i den

¹⁾ Disse to Prøver kogtes for Salpeterbestemmelsen med koncentreret Klorammonium for at destruere muligt uomsat Nitrit.

sure Jord rent kemisk er omdannet Nitrit til Nitrat, en Omdannelse som Kalktilsætning har ophævet eller hæmmet.

Interessant er det, at Kasein i Modsætning til Pepton ikke hindrer Nitrifikationen, og naar der samtidigt tilsættes Kalk, synes ogsaa selve Kaseinet at nitrificeres. Ammoniumsulfat synes ikke at nitrificeres i Modsætning til Ammoniumkarbonat. Dette Forhold, som er iagttaget ved forskellige Undersøgelser over Nitrifikation i kalkfattige (basefattige) Jorder, forklares i Almindelighed ved, at Ammoniumsulfatets Nitrifikation maa forøge den naturlige Aciditet stærkt og paa den Maade virke hæmmende paa Salpeterdannelsens videre Forløb. De sidste 4 Forsøgsserier viser, dels at Salpeterdannelsen maa skyldes Organismer, dels at en Tilsætning af 10 pCt. Havejord har bevirket en stærk Salpeterdannelse baade i steriliseret og ikke steriliseret Jord. Om det dannede Salpeter her hidrører fra Skovjordens Kvælstof, lader sig ikke sikkert afgøre, idet der er brugt en saa stor Podemængde, at den dannede Salpetermængde godt kan skyldes Havejordens Kvælstof alene.

Hvilke Organismer det er, som foranlediger Salpeterdannelsen i disse stærkt sure og stærkt humusholdige Skovjorder, er det ikke lykkedes at afgøre. Det maa her bemærkes, at alle Forsøg paa, ved Anvendelse af disse Jorder som Podningsmateriale at faa Nitrifikation i Gang i Opløsninger, er endnu aldrig lykkedes os. Der har til disse Forsøg været prøvet, foruden de ovennævnte Jorder, en Del Jordprøver fra forskellige andre Lokalteter, fra Grib Skov, fra Tisvilde Hegn, fra Lysbro Skov ved Silkeborg. • Det sidstnævnte Sted var Jordprøverne tagne under overernærede Graner, og vi maa ogsaa her takke Hr. kgl. Skovrider BOJESSEN for Ulejligheden ved Udtagelsen af Jordprøverne. Desuden er undersøgt en Del forskellige Jordprøver fra Gludsted Plantage. Ved Podning i WINOGRADSKYS Næringsopløsning, som vi paa forskellig Maade har modificeret, har vi aldrig kunnet faa Salpeterdannelse i Gang, selv ikke med Jorder, der ved Henstand i Laboratoriet dannede meget betydelige Salpetermængder. Hvad Aarsagen er til dette Forhold, ved vi ikke. Det er muligt, at andre Organismer end de sædvanlige Salpeterbakterier er virksomme i de stærkt humusholdige Skovjorder, det er ogsaa muligt, at vi har med

Stammer af Salpeterbakterier at gøre, der i den Grad har tilpasset sig til Livet i Skovjorderne, at de ikke kan leve i de Opløsninger, vi hidtil her anvendt. Vore Undersøgelser har kun kunnet vise, at der i sure, stærkt humusholdige Skovjorder kan foregaa en Nitrifikation saa intensiv, som man vel aldrig træffer den i Agerjord.

RECHERCHE CONCERNANT LA CAUSE DE L'HYPERTROPHIE DE L'ÉPICÉA.

Cette recherche fait suite à des recherches antérieures concernant la cause de «l'hypertrophie de l'épicéa (*Picea excelsa*)». L'analyse chimique de la terre (Tableaux I et II), a démontré que le sol occupé par les épicéas hypertrophiques est très riche en azote, tant absolument que par rapport aux substances alimentaires minérales. C'est certainement dans cette disproportion entre les quantités des substances alimentaires accessibles qu'il faut chercher la cause de l'hypertrophie, qu'il faudra s'expliquer comme une nutrition trop exclusivement azotée.

D'ailleurs, l'azote contenu dans le sol couvert des épicéas hypertrophiques se laisse facilement transformer en salpêtre, si la terre est placée dans des conditions favorables. Nous n'avons pas réussi à trouver la cause de la très forte nitrification qui s'opère dans cette terre très acide. Les recherches prouvent seulement que cette cause doit être d'ordre biologique (Tableau IV), parce que dans la terre stérilisée la nitrification ne se produit pas. En outre, on a recherché quelles sont les influences exercées par différentes substances sur la nitrification, et c'est ici très remarquable que la peptone se soit trouvée empêcher la nitrification, et que le sulfate d'ammoniaque soit nitrifié très imparfaitement ou pas du tout, à moins qu'on n'y ait ajouté du carbonate de chaux.

Tous les efforts tentés dans le but d'isoler les bactéries qui forment le salpêtre ont échoué, parce que les semailles d'échantillons de la terre dans la solution de WINOGRADSKY ont toujours conduit à des résultats négatifs. Il est bien possible que ce ne soit pas les simples microbes nitreux qui sont actifs dans ces terres forestières très acides et très riches en humus.

FJERDE BIND, 1912—1915, indeholder:

A. OPPERMANN: Højdelag i Bøgebevoksninger (Höhenschichten in Buchenbeständen). — A. OPPERMANN: Ædelgranens Vækst paa Bornholm (Le sapin pectiné à l'île de Bornholm). — A. OPPERMANN: Den grønne Douglasies Vækst i Danmark (The Douglas Fir in Denmark). — L. A. HAUCH og F. KØLPIN RAVN: Egens Meldug (L'oïdum du chêne). — A. OPPERMANN: En Granbevoksning paa god, midtjydsk Hedebund (Ein Fichtenbestand auf gutem Heideboden im mittleren Jütland). — A. OPPERMANN: Overvintring af Agern (Überwinterung von Eicheln). — JOHS. HELMS: Iagttagelser over Rødgranens og Ædelgranens ydre Form (Beobachtungen über die äussere Form der Fichte und Weiss-tanne). — A. OPPERMANN: Elleve Prøveflader i Bøgeskov (Elf Probeflächen in Rotbuchenbeständen). — JOHS. HELMS: Forsøg med Lystræer paa Feldborg Skovdistrikt, II (Versuche mit Lichthölzern auf Heideboden). — L. A. HAUCH: Proveniensforsøg med Eg (Proveniensversuche mit Eiche). — FR. WEIS og C. H. BORNEBUSCH: Om Azotobacters Forekomst i danske Skove, samt om Azotobacterprøvens Betydning for Bestemmelsen af Skovjorders Kalktrang (Über das Vorkommen des Azotobacter in dänischen Wäldern, sowie über die Bedeutung der Azotobacterprobe für die Bestimmung des Kalkbedürfnisses der Waldböden). — A. OPPERMANN: God dansk Bøgeskov, belyst ved tre Tilvækstoversigter (Gute dänische Buchenwälder, in drei Ertragstafeln dargestellt). — L. A. HAUCH: Udhugning i unge Egebevoksninger, II (Durchforstung junger Eichenbestände, II). — S. M. STORM: Fremmede Naaetræer paa Sølstedgaard (Foreign coniferous trees of Sølstedgaard estate). — A. OPPERMANN: Den grønne Douglasies Vækst i Danmark, II (The Douglas Fir in Denmark, II). — A. OPPERMANN: Septemberskovet Brænde (Austrocknung von im Herbst gefältem Brennholz). — Forsøgsvæsenets Ordning og Ledelse (Das forstliche Versuchswesen in Dänemark. — The Danish Experimental Forestry Service. — Station des Recherches forestières du Danemark).

FEMTE BIND, 1ste—3dje Hæfte, indeholder:

A. OPPERMANN: Bjærgfyr i Danmark paa Flyvesand og hævet Havbund (Die Bergkiefer in Dänemark auf Flugsand und ehemaligem Meeresboden). — K. H. MUNDT: Den enstammede franske Bjærgfyr i Danmark (Le pin de montagne français en Danemark). — L. A. HAUCH: Nattefrostens Virkning i ung Bøgeskov, II (Die Wirkung des Spätfrostes in jungen Buchenwald-

ungen, II). — G. BRÜEL: Jordbunden i Grib Skov (Der Boden in Grib Skov bei Hillerød). — AXEL S. SABROE: Skovtræer i det nordlige Japan (Forest trees in Northern Japan). — K. MØRK-HANSEN: C. H. Schröders Udhugning i Bøg, II (Eine Untersuchung der Buchendurchforstung C. H. Schröders). — A. OPPERMANN: Sommerfældning i Bøgeskov (Sommerfällung von Buchenbrennholz). — L. A. HAUCH: Proveniensenforsøg med Eg, II (Experiments regarding proveniences of oak). — JOHS. HELMS og PAUL WEGGE: Prikleforsøg paa Silkeborg og Vemmetofte Skovdistrikter (Versuche über Verschulung von Fichte und Tanne).

INDHOLD AF FEMTE BIND

4^{DE} HÆFTE

C. J. HOLM: Et Forsøg med fremmede Løvtræer paa Esrom Skovdistrikt (Des arbres feuillus étrangers dans la forêt »Grib Skov«, Séeland septentrionale), S. 293. — A. OPPERMANN: Tilvirkning og Anvendelse af dansk Gavnt træ, III (Preparation and use of Danish timber), S. 301. — FR. WEIS og K. A. BONDORFF: Kemisk-biologisk Undersøgelse af Skovjord under overernærede Græner i Lyngby Skov (Recherche concernant la cause de l'hypertropie de l'épicéa), S. 343.