

Trilanderkøb

64. 82.

P. E. MÜLLER:

REVISION AF FORSØGSKULTURERNE
MED GRAN I GLUDSTED PLANTAGE

(REVISION DER VERSUCHSKULTUREN MIT
FICHTE IN DER GLUDSTED-PLANTAGE).

(Særligt af Det forslige Forsøgsvæsen i Danmark, VI).

MCMXXII

REVISION AF
FORSØGSKULTURERNE MED GRAN
I GLUDSTED PLANTAGE.

Ved
P. E. MÜLLER.

I 1904 og 1905 anlagde Statens forstlige Forsøgsvæsen i to af Statens Plantager paa midtjydske Hedebund et større Kulturforsøg med Tilskud af Gødningsstoffer til Gran under Ledelse af JOHNS. HELMS og Forf., indrettet i det væsentlige efter samme Plan paa begge Lokaliteter. I 1912, efter 8 Vegetationsaar, afgaves en foreløbig afsluttet Beretning om disse Forsøg, offentliggjort i dette Tidsskrifts Bd. III, S. 271—403.

Forsøgenes Hovedopgave formuleredes saaledes: »Ved Studiet af det bekendte Sygdomsfænomen, som Grankulturerne i Midt- og Vestjyllands Heder næsten konstant udviser, . . . laa det nær at undersøge, om det ikke skyldes Mangel af et eller andet Næringsstof i Jordbunden, som kunde tilvejebringes ved Anvendelse af Kunstgødning, og om der ikke ved Forsøg hermed kunde vindes saavel Forstaaelse af Ondets Natur som Midler til dets Overvindelse«.

Forsøgene anlagdes i Gludsted Plantage under Palsgaard Distrikt og i Sevel Plantage under Feldborg Distrikt. Foruden Hovedforsøgene udførtes dels samtidigt paabegyndte, dels under Forsøgenes Udvikling tilføjede supplerende Forsøg med afvigende Forsøgsordning. Paa disse skal vi ikke her komme nærmere ind, men holde os til Hovedforsøgene, der skal belyse det Spørgsmaal: Kan der paavises Mangel af et bestemt, for Granerne uundværligt Næringsstof i Hedebunden, som maa anses som Aarsag til det nævnte Sygdomsfænomen.

De Stoffer, med hvilke der prøvedes, var Kalk, Kali,

Fosforsyre og Kvælstof, tilførte Kulturerne som kulsur Kalk, Kainit, Thomasfosfat og, som Kvælstofgødning, Grankulturens Blanding med knoldbærende Leguminoser, Podejord og Arealets Belægning med affaldent Naaetrælv.

Efter 8 Aars Vegetationstid udarbejdedes Beretning om Forsøgsresultaterne, hvis Hovedpunkt i Henhold til det stillede Spørgsmaal var det, at de uorganiske Gødningssalte kun formaaede at hindre Vækststandsningen i dennes sædvanlige Form i de Parceller, i hvilke der fandtes Bælgplanter i frodig Udvikling, og at denne var afhængig af en rig Knoldbæring, der kun udviklede sig der, hvor Tilskud af mineralsk Gødning var givet. De andre Gødningsmidler viste sig virkningsløse.

Der sluttedes heraf, at Grankultureernes Mistrivsel i midtjydske Hedeegne i Hovedsagen skyldes Mangel paa assimilabelt Kvælstof, som Granerne ikke formaaede at dække ved de i den naturlige Hedebund foregaaende biologiske Processer.

Der er nu forløbet 10 Aar, siden Forsøgsbevoksningerne sidste Gang undersøgte, og da det maa antages at være af Interesse at erfare, om foran anførte Forsøgsresultat kun angav en forbigaaende Tilstand eller en længere varende Beskaffenhed af den med Gran tilplantede Hedebund, tør det anses at være af Interesse at underkaste de nu 18 Aar gamle Forsøg en Revision.

Forsøgsarealet i Sevel er i denne Anledning undersøgt af JOHS. HELMS¹⁾, som særlig havde forestaaet dette Anlæg. Da der imidlertid i den Del af Forsøgene i Sevel, der ikke havde været forsynet med en holdbar Vegetation af Leguminoser, siden Affattelsen af Forsøgsberetningen i 1912 var blevet udført forskellige Arbejder for paa ny at bringe de syge og for største Delen toptørre Graner i Vækst igen, egnede disse Forsøg sig ikke ret vel til en mere detailleret Undersøgelse som Bidrag til Belysning af disse Forsøgs Hovedformaal, og den nye Beretning fik derfor en mere summarisk Karakter, hvoraf det fremgik, at Tilstanden i det hele var den samme som den, der fandtes ved Undersøgelsen i 1912. Parallel-Forsøget i Gludsted havde derimod faaet Lov til at henligge urørt i de 10 Aar og tillod derfor en detailleret Sammenligning angaaende Mangel af

¹⁾ JOHS. HELMS: Grankulturene i Borbjerg og Sevel Plantager (Det forstl. Forsøgsv. i Danm., Bd. VI, 1922) S. 110—113.

Kvælstoftilskud i hele den tilbagelagte 18aarige Periode. Med Afslutning af Vegetationsperioden 1921 foretoges derfor en Maaling af Granens Vækst paa alle de paagældende 20 Parceller og en Beskrivelse af deres Tilstand¹⁾.

I hver af de 20 Parceller, der helt eller delvis var tilført Plantenæringsstoffer, maalttes i de 10 midterste Rækker alle Graner i hver anden Række, hvilket gav en Maaling af gennemsnitlig c. 100 Individer i hver Parcel. I alt maalttes c. 2000 Graner med Højden angivet i cm. Maaleresultaterne meddeles i nedenstaaende skematiske Sammenstilling, i hvilken Betegnelserne for de forskellige Forsøgsrækker er de samme som dem, der er anvendte i Beretningen i Det forstlige Forsøgs-væsens Bd. III.

Idet der m. H. t. Forsøgets Indretning og dets første Resultat henvises til denne Beretning, skal her kort rekapituleres Betydningen af de forskellige Forsøgsrækker og Parcellers Betegnelser.

Forsøget bestaar af 4 vertikale Rækker, mærkede med Romertal:

- I. er givet pr. ha 724.8 kg Kainit + 362.4 kg Thomasfosfat.
- II. » » » » 1812 kg pulveriseret kulsur Kalk.
- III. » » intet Tilskud af mineralsk Gødning.
- IV. » » pr. ha 362.4 kg Kainit + 181.2 kg Thomasfosfat
+ 906 kg kulsur Kalk.

Disse vertikale Rækker deltes hver i 5 horisontale Bælter, hvorved i hver Række fremkom 5 Parceller, mærkede *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, som hver gaves sin Kvælstofkilde og behandledes saaledes:

- a*. besaaedes med Frø af Tornblad (*Ulex europæus*), Gyvel (*Sarothamnus scoparius*) og Visse (*Genista anglica*),
- b*. besaaedes med Stenkløver (*Melilotus albus*) og Esparsette (*Onobrychus sativa*),
- c*. besaaedes med Kællingetand (*Lotus corniculatus*) og Hvidkløver (*Trifolium repens*),

¹⁾ Hr. Forstkandidat K. MORVILLE, Assistent ved Statsskovene, har vist disse Forsøg den Interesse at udføre dette Arbejde i Terrainet efter Forf.s Anvisning.

- d. bestrøedes med Løvtræmuld som Podejord,
 e. belagdes med Bjærgfyrrenaale.

En sjette Række Parceller, mærkede *f*, fik hverken nogen Kvælstofkilde eller mineralsk Gødning og medtoges ikke i nærværende Undersøgelse, da den var givet ganske samme Vilkaar som Række *III b—e*, der undersøgtes.

Endelig skal m. H. t. de anvendte Kvælstofkilders Virkning i Perioden indtil 1911 anføres følgende:

I Parcellerne *a* forsvandt Visse (*Genista*) hurtigt og kan ikke have haft nogen Betydning for Granplanternes Udvikling. Gyvel (*Sarothamnus*) og Tornblad (*Ulex*) udvikledes i det hele taget godt i Parcellerne *Ia* og *IVa*, hvor Granerne voksede kraftigt og havde sund Farve; men i *Ila* og *IIIa* forekom Bælgplanterne mindre regelmæssigt og havde en tarveligere Udvikling. Ved den afsluttende Undersøgelse i 1911 forekom Bælgplanterne kun holmevis i *Ila* og *IIIa*, og kun i saadanne Holme var Granerne kraftigt grønne og i god Vækst, uden for Holmene gule med smaa tynde og kortnaalede Topskud. I alle øvrige Parceller, mærkede *b—e* fik de anvendte Kvælstofkilder ingen Indflydelse, idet Bælgplanterne hurtigt var gaaede til Grunde, og saavel Podejord som Arealets Belægning med Bjærgfyrrenaale forblev tilsyneladende uden Virkning. I alle disse 16 Parceller var Granerne gule og Vækststandsningen udbredt overalt (Forstl. Forsøgsv. Bd. III, S. 285—300).

Ved Revisionen efter Afslutning af Vegetationsaaret 1921 anførtes følgende, i den hosstaaende tabellariske Oversigt meddelte Data:

En Betragtning af hosstaaende Tabels Tal viser, at Parcellerne *Ia* og *IVa* er de eneste, i hvilke Granerne ligesom i 1911 har normal Farve og et i det hele taget sundt Udseende, hvilket ogsaa af JOHS. HELMS er noteret for Parallel-Forsøget i Sevel Plantage. Alle andre Parceller befinder sig endnu i Vækststandsning med gullig Farve, de fleste tillige med et større eller mindre Antal udgaaede Topskud.

Et nærmere Studium af Tilstanden foranlediger for øvrigt følgende Bemærkninger:

Da Bevoksningen i *Ia* i 1921 er fuldstændig sluttet, mangler her al Bundvegetation, i alle andre er Bunden ikke helt dækket, og der bliver derfor Plads til en saadan. Bælgplan-

Kvælstofkilde	Tilskud af mineralsk Gødning											
	I		II		III		IV					
	Granernes Middelhøjde cm											
	1911	1921	1911	1921	1911	1921	1911	1921				
a	149	250	112	162	94	132	101	158				
b	113	171	91	103	88	107	93	159				
c	104	129	87	122	88	112	92	129				
d	103	133	92	118	86	130	94	133				
e	107	161	98	170	95	162	95	183				
	Tiaarig Udvikling											
	I			II			III			IV		
	Til- vækst	Farve	Ud- gaaet Top	Til- vækst	Farve	Ud- gaaet Top	Til- vækst	Farve	Ud- gaaet Top	Til- vækst	Farve	Ud- gaaet Top
	cm		pCt.	cm		pCt.	cm		pCt.	cm		pCt.
a	101	4	0	50	3	0	38	3	9	57	4	0
b	58	3	2	12	1	45	19	1	13	66	3	1
c	25	2	10	35	1	11	24	1	9	37	3	0
d	30	2	0	26	2	2	44	1	3	39	3	3
e	54	3	0	72	2	0	67	2	0	88	3	0

Betegnelsen for Farve: 4 frisk grøn, normal; 3 mindre god, bleg;
2 daarlig, gul; 1 meget daarlig.

terne var i de øvrige α -Parceller, ligesom i de andre Rækker ganske forsvundne. Det samme er i 1921 Tilfældet med Gederamsen (*Epilobium angustifolium*), der i nogle Aar havde spillet en dominerende Rolle i α -Parcellerne, navnlig i Række I og IV. Der er derfor Grund til at antage, at den livlige Nitrifikation i Bunden, som denne Plantes massevisse Forekomst synes at være Vidnesbyrd om¹⁾, ligeledes er ophørt²⁾, og de Graner, der ikke viser Tegn til Kvælstofhunger i α -Parcellerne, maa

¹⁾ Det forstl. Forsøgsv. Bd. III, S. 375. H. HESSELMAN i Meddel. från Statens Skogsförsöksanstalt, Hft. 13—14, 1917, S. 388, 936 m. fl.

²⁾ CARSTEN OLSEN, Studier ov. Jordb. Brintionkoncentration, Kbh. 1921, S. 84—88.

derfor have dette Næringsstof tilgængeligt i andre Former (Ammoniak?). Nogen Lyng havde i de ikke helt sluttede *a*-Parceller afløst den dér tidligere forekommende urteagtige Bundvegetation. Men i alle de øvrige 16 Parceller forekom megen Lyng, der udgjorde en normal Hedevegetation; kun i *Ie* var der endnu ikke noget fuldt sluttet Lyngtæppe.

I det hele taget viser alle Forhold i *e*-Parcellerne en meget paafaldende Forbedring af Tilstanden sammenlignet med Parcellerne *b*, *c*, *d* (se Tabellen). Farven vidner vel endnu ogsaa her om mangelfuld Kvælstofassimilation, men Klorosen er dog mindre udpræget end i de fleste Parceller *b*, *c*, *d*; der findes ingen døde Toppe i *e*-Parcellerne, og Højdevæksten er gennemgaaende bedre, hvortil der næppe fandtes nogen Antydning i 1911. Man er fristet til at slutte, at Belægningen med et Lag Bjærgfyrrenaale, der anden Steds i Hederne ifølge Paavisning af JOHS. HELMS har gjort god Virkning paa Granernes Udvikling¹⁾, har foranlediget denne Formindskelse af den almindelige Tilbagegang, hvor ikke en holdbar Leguminosvegetation har skaffet tilstrækkelig Kvælstofnæring.

Den fuldt sluttede og sunde Parcel *Ia*, der i alle Henseender gør et frodigt Indtryk, viser dog kun en 10aarig gennemsnitlig Højdetilvækst af 101 cm. Ved en Undersøgelse af disse beskedne Vækstforhold i den nu 20-aarige Bevoksning findes følgende at bemærke: det højeste Træ havde en Højde af 350 cm²⁾, det laveste af 150 cm, og en Deling af de maalte Træer i Højdeklasser med 50 cm Intervaller viser følgende Antal i hver Klasse: Højde 300—350 20 pCt., 250—300 36 pCt., 200—250 28 pCt. og 150—200 16 pCt. De lavere Højdeklassers Individuer findes dog ikke regelmæssigt fordelt mellem de dominerende Individuer, men forekommer til Dels i Grupper, og det skønnes ikke, at Bevoksningen endnu er moden til ordinær Udhugning. Uregelmæssigheden i Højdeklassernes Fordeling er dog ikke større, end at de højere Klasser med Tiden vil blive overalt dominerende, og en nærmere Betragtning af disse herskende Klasser leder til den Slutning, at deres gennemsnitlige

¹⁾ JOHS. HELMS: Nogle Gødningsforsøg i sygnende Grankultur paa Hedejord, S. 83 (Tidsskr. f. Skovvæsen, Bd. 28 B, 1911).

²⁾ I en to Aar kortere Periode er naaet samme Maksimumshøjde i Parcel *IVa* i Sevelforsøget (Forstl. Forsøgsv. Bd. VI, S. 112).

Tilvækst i de forløbne 10 Aar har grupperet sig om 150 cm. Det er derfor sandsynligvis denne Højdetilvækst i Parcel *Ia*, som foruden mineralsk Gødning har faaet Kvælstofgødning, der skal sammenlignes med Tilvæksten i samme Rækkes øvrige Parceller, som intet Kvælstoftilskud har faaet, og som endnu ikke er sluttet; Tilvækstens gennemsnitlige Størrelse er i disse kun 42 Centimeter.

At *IVa* i Gludsted i Udvikling er tilbage for *Ia*, medens det omvendte er Tilfældet i Sevel, maa formentlig tilskrives de mineralske Gødningers forskellige Virkninger paa de to Lokaliteters Jordbund, af hvilke Sevels er mindre fattig paa Plante-næring, og Hededannelsen formentlig langt yngre end i Gludsted. Forsøget i denne Plantage har allerede fra de første Aar vist, at Række *IV* ikke havde den samme Væksthastighed som Række *I*, men ogsaa kun havde faaet det halve af Fosforsyre- og Kaligødning som denne, paa hvilket det maa antages, at Forskellen i de to Parcellers Udvikling heroer.

Uagtet alle Parceller med Undtagelse af *Ia* og *IVa* maa siges endnu at være i Vækststandsning, synes dog Tilstanden at være noget forbedret sammenlignet med den for 1911 skildrede, idet Antallet af Planter med udgaaet Topskud var mindre i 1921 end i 1911, og Granernes Reaktion for Tilskud af Kainit og Thomasfosfat i Almindelighed er større i førstnævnte Aar end 10 Aar forud. Mærkelig er dog den fortsat slette Tilstand, i hvilken Række *II*, der alene havde faaet Tilskud af Kalk, fremdeles befinder sig paa begge Forsøgslokaliteter, idet dens Parceller i Hovedsagen viser samme Udvikling som Parcellerne i Række *III*, der ingen mineralsk Gødning havde faaet¹⁾.

Det maa vel antages, at Granerne ikke har reageret for Kalkningen, fordi et andet nødvendigt Næringsstof som Kvæstoffet — muligvis ogsaa Fosforsyren — har manglet i assimilabel Form, og de dyrkede Træers Udvikling er blevet begrænset ved denne Mangel. Men Opmærksomheden skal dog til Sammenligning med vore Forsøgsresultater henledes paa Erfaringerne i de omfattende Forsøgsarbejder, der har haft det preussiske Forstakademi, Eberswalde, til Centrum, og som er blevet gennemførte netop i samme Tidsrum som vore jydsk Forsøg

¹⁾ Jfr. Forstl. Forsøgsv. Bd. III, S. 335—336.

paa en Jordbund af tilsvarende geologisk Dannelse og i Hovedsagen af samme pedologiske Beskaffenhed. De er afsluttede i 1921 efter at have givet Anledning til en Række Publikationer¹⁾. Vi skal paa dette Sted ikke komme nærmere ind paa disse stort anlagte Undersøgelser, men indskrænke os til at anføre en af de Sætninger, som særligt angaar Kalkens Betydning for Skovdyrkningen paa Nordvesttysklands kalkfattige Sandjorder, og som lyder saaledes: »Ob eine Zugabe von Kalk die düngende Wirkung des Humus steigern kann, soll hier nicht erörtert werden (für Kiefer und Fichte ist das nach den hier ausgeführten, aber noch nicht abgeschlossenen Versuchen, also für märkischen Sandboden und märkisches Klima, bestimmt zu verneinen. MÖLLER); sicher ist nach dem Ergebnis zwanzigjähriger Versuchsarbeit und zahlreichen Berichten der Regierungen aus allen Provinzen, dass auch ohne Zugabe von Kalk, der Rohhumus des Waldbodens als denkbar bester Stickstoffdünger für unsere Holzpflanzen wirken kann.«²⁾.

Uagtet det jydsk, med »Rohhumus« blandede Hedesand heller ikke har tilladt Granerne at reagere for Kalken, synes det dog højst betænkeligt at blive staaende ved denne Lære; dertil strider den for meget saavel mod praktisk Erfaring som mod solide Undersøgelser i vort Skovbrug og mod den nyere Forsknings Oplysning om Kalkens kemiske og biokemiske Virkninger i den vegetationsbærende Bund. Hvad der fra forskellig Side foreligger af Iagttagelser om Kalkens Betydning for vore Skovplanter, viser kun, at dette er et ikke tilstrækkeligt undersøgt Emne, der kræver fornyet og indgaaende Forskning.

Som Resumé af foregaaende Meddelelse kan anføres følgende:

Af den første Beretning (1912) om de her omhandlede Forsøgs kulturer med Gran efter en 8aarig Vegetationstid fremgik det, at den hos rene Grankulturer i de jydsk Heder overalt optrædende Sygelighed og Vækststandsning lod sig forhindre ved at skaffe Jordbunden et Tilskud af assimilabelt Kvælstof gennem en knoldbærende Bevoksning af Bælplanter

¹⁾ Se navnlig A. MÖLLER u. R. ALBERT: Über Stickstoffdüngung junger Holzpflanzen (Zeitschr. f. Forst- und Jagdw. 1916) S. 463—479 og A. MÖLLER u. HAUSENDORF, Humusstudien (Ibid. 1921) S. 789—839.

²⁾ l. c. 1921, S. 792.

mellem Granerne, medens Tilskud af Kalk, Kali og Fosforsyre uden samtidigt Tilskud af assimilabelt Kvælstof forblev virningsløs.

Den efter 18 Aars Vegetationstid foretagne Revision af disse Forsøgskulturer har vist, at samme Tilstand i Kulturerne, som foran nævnt, i Hovedsagen har været fortsat siden, selv efter at den i de første 8 Aar virksomme Leguminosflora i Løbet af det sidste Decennium efterhaanden er forsvunden, saa at Granerne i den, i nogen Tid holdbare, Vegetation af Bælgplanter har bevaret den, sunde og jævne Udvikling med kraftig grøn Farve af Løvet og en i Forhold til den magre Sandjords øvrige Beskaffenhed ordinær Højdevækst. Heraf maa formentlig slutes, at den ved de knoldbærende Leguminoser forbedrede Vegetation i Trækulturen ikke udgør en kortvarig og forbigaaende Beskaffenhed af Jordbunden, men har frembragt en Tilstand, der virker ud over Varigheden af Kvælstofkilden og altsaa maa have forandret Hedebunden paa en for Skovvæksten gunstig Maade.

De Forsøgspareller, der ikke har været under Indflydelse af den nævnte Kvælstofkilde, var efter de 18 Vegetationsaar ikke komne ud over Sygdomsstadiet, men viser dog nu nogen Vækstforbedring ved Tilskud af Kali og Fosforsyre, og især ved Jordbundens Belægning med døde Bjærgfyrrenaale i Stedet for Leguminosvegetation. Kalkgødning har derimod fremdeles vist sig lige saa uvirksom som i den første Vegetationsperiode.

REVISION DER VERSUCHSKULTUREN MIT FICHTE IN DER GLUDSTED-PLANTAGE.

Die bekannte Krankheitserscheinung mit langedauernder Stockung des Wachstums und teilweise Absterben der Pflanzen, welche die Fichtenkulturen in Heidesand mit starker Podsolbildung unter Rohhumus für gewöhnlich aufweisen, tritt bei den Aufforstungen auf den Heiden Jütlands bekanntlich ganz allgemein auf. Beim Studium dieser Erscheinung lag es nahe, zu untersuchen, ob dieselbe etwa auf das Fehlen irgend eines Nährstoffes im Erdboden zurückzuführen sei, welcher durch Verwendung von Kunstdünger herbeigebracht werden könnte, und ob man vielleicht durch Versuche mit Düngungsmitteln im Stande wäre, zum Verständnis der Natur des Uebels zu gelangen und einen Weg zur Abstellung desselben aufzufinden.

Derartige Versuche wurden zu Anfang dieses Jahrhunderts in zwei der staatlichen Heidereviere angelegt, und die aus diesen Versuchskulturen hervorgegangenen kleinen Bestände haben jetzt ein Alter von c. 20 Jahren erreicht. Im Jahre 1912 wurde eine Beschreibung der Versuchsanlagen veröffentlicht und die aus deren Entwicklung zu ziehenden Schlussfolgerungen näher erwähnt¹⁾; nachdem jetzt weitere zehn Jahre verflossen sind, hat man beim Ausgang des Vegetationsjahres 1921 eine Revision des Zustandes dieser Versuchskulturen in den beiden Revieren vorgenommen. Ein summarisches Referat dieser neuen Besichtigung wurde bezüglich des einen der beiden Versuchsareale (die Sevel-Plantage) in den vorliegenden Band dieser Zeitschrift aufgenommen²⁾; hier soll nun ein kurzes Referat der Revision des Parallelversuches in der Gludsted-Plantage gegeben werden, welchem ein gedrängtes Resümee der Hauptpunkte unserer Beschreibung der Versuchsanordnung und des Zustandes der Kulturen im Jahre 1912 vorausgehen wird.

Die bei diesen Versuchen zu beantwortende Frage war die folgende: Lässt es sich nachweisen, dass im Heideboden irgend ein der Fichte unentbehrlicher Nährstoff fehlt, dessen Abwesenheit oder jedenfalls dessen unzureichendes Vorhandensein in assimilierbarer Form als Hauptursache der vorliegenden Krankheitserscheinung der jungen Fichtenkulturen anzusprechen wäre?

¹⁾ P. E. MÜLLER u. JOHS. HELMS: Forsøg med Kunstgødning til Gran-kulturer i midtjydsk Hedebund (Versuche mit Kunstdünger bei Fichtenkulturen auf mitteljütländischem Heideboden. Det forstl. Forsøgsvæsen i Danmark, Bd. III), 1912.

²⁾ JOHS. HELMS: Die Fichtenkulturen in den Borbjerg- und Sevel-Plantagen. (Det forstl. Forsøgsvæsen i Danmark, Bd. VI, S. 110—112).

Betreffs der Anlage der Versuche in der Gludsted-Plantage mag Folgendes angeführt werden:

Standort. Flaches, fast horizontales Heideareal in Mitteljütland, Höhe 86 m. über dem Meere. *Calluna*-Vegetation mit *Empetrum*, *Arctostaphylos* u. a., ferner *Polytrichum juniperinum*, *Cladonia rangiferina*, *Cornicularia aculeata* u. mehrere. Boden: dürrtiger¹⁾, mittelgrober, fluvioglacialer Sand mit 8 cm dicker Rohhumusschicht über ziemlich stark humosem Bleichsand und sehr dichtem, zähem bis hartem Humusortstein. Bodenoberfläche 9 m. über dem Grundwasser.

Bodenbearbeitung total. Im Jahre 1900 wurde das Areal gepflügt, i. J. 1901 zweimal geegget, 1902 wieder gepflügt, 1903 (im Monat März) geegget, im August tiefgepflügt mit Aufbrechen der Ortsteinschicht, im Herbst der Mineraldünger daraufgebracht und leicht niedergeegget. 1904 im Frühjahr Pflanzung der Fichte, Aussaat von Leguminosen, Impferde und Nadelwaldstreu.

Düngung. Ein rechtwinkliges Areal, 16540 m² gross, wurde in 4 Streifen von gleicher Breite geteilt, welche folgendermassen gedüngt wurden:

- I. pr. ha 724.8 kg Kainit + 362.4 kg Thomasphosphat,
- II. » » 1812 » pulverisierter kohlenaurer Kalk,
- III. Kein Mineraldünger,
- IV. pr. ha 362.4 kg Kainit + 181.2 kg Thomasphosphat + 906 kg pulverisierter kohlenaurer Kalk.

Jeder von diesen vier Hauptabschnitten wurde dann durch parallele Linien der Quere nach in 5 gleich grosse Teile (je 827 m²): *a*, *b*, *c*, *d* und *e*, geteilt, so dass im ganzen 20 Parzellen in 5 Querbändern quer über die 4 Hauptabschnitte hervorkamen. Die Querbänder wurden mit je einer Stickstoffquelle versehen, indem *a*, *b* und *c* mit verschiedenen Leguminosen besät, *d* mit Laubholzmull als Impferde und *e* mit Nadelholzstreu belegt wurde.

Die Entwicklung des Versuches nach 8 Vegetationsjahren. Im Querband *a*, welches mit *Sarothamnus scoparius* und *Ulex europæus* besät war, gelangten diese Hülsenpflanzen zur üppigen Entwicklung in den Streifen *I* und *IV*, die mit Kainit und Thomasphosphat gedüngt waren; im Streifen *II*, welcher ausschliesslich Kalk bekommen, und im Streifen *III*, der überhaupt keinen mineralischen Düngerschutz empfangen hatte, gediehen die Pflanzen weniger gut, und die Entwicklung derselben war der Knöllchenbildung der Leguminosenwurzeln vollkommen entsprechend; letztere wurde auf einem angrenzenden, in gleicher Weise behandelten Gebiete untersucht. Die übrigen Leguminosen in den Querbändern *b* und *c* waren sämtlich nur spärlich aufgegangen und verschwanden bald wieder, so dass sie keinen nennenswerten Einfluss auf den Nährwert des Bodens haben ausüben können. Beim Schluss der ersten 8-jährigen Wachstumsperiode hatten sich die Fichten in den Parzellen *Ia* und *IVa* kräftig

¹⁾ Bodenanalysen im Forstl. Forsøgsvæsen, Bd. III, S. 275—278.

entwickelt; es war keine Stockung des Wachstums wahrnehmbar, und die jungen Bäume hatten gute Gipfeltriebe und frisch-grüne Nadeln gebildet. In *II a* und *III a* zeigten nur die von kleinen Gruppen von *Sarothamnus* und *Ulex* umgebenen Fichten eine gesunde Farbe; ausserhalb dieser Gruppen von Hülsenpflanzen war der Wachstum der Fichten in Stockung geraten und die Nadeln gelb. In den übrigen 16 Parzellen waren die Fichten gelb; es waren vielfach abgestorbene Gipfeltriebe bemerkbar, und die Stockung des Wachstums war überall hin verbreitet.

Der Hauptsache nach zeigt der Parallelversuch in der Sevel-Plantage eben dasselbe Bild.

Beim Schluss der ersten 8 Jahre hatte es sich also herausgestellt, dass ein alleiniger Zuschuss von Kalk, Kali und Phosphorsäure nicht im Stande gewesen war, die Stockung des Wachstums zu verhindern, und dass die Krankheitserscheinung nur in denjenigen Parzellen ausgeblieben war, wo Leguminosen in kräftiger Entwicklung, die sich als von der Knöllchenbildung abhängig erwiesen hatte, begriffen waren.

Die Beschaffenheit des Stickstoffgehaltes des Bodens wurde in den drei letzten Jahren dieser Versuchsperiode untersucht. Die Menge des Gesamtstickstoffes war in den vier Streifen wenig schwankend; sie betrug von 2.24 bis 2.32 pCt. der organischen Substanz. Es wurde aber in den untersuchten Parzellen, in denen die Fichten sich gut entwickelt hatten, — neben einer geringen und wenig schwankenden Menge von Ammoniakstickstoff, die auch in den anderen Parzellen nachgewiesen wurde — eine lebhaftere Nitrifikation wahrgenommen, wogegen dort, wo die Krankheit herrschte, nur eine äusserst geringe und langsame Nitrifikation stattgefunden hatte. Ferner hatte sich in denjenigen Parzellen, wo *Sarothamnus* und *Ulex* zugegen waren und die Fichten sich kräftig entwickelten, eine üppig blühende Vegetation von *Epilobium angustifolium* und einzelnen anderen nitrophilen Pflanzen eingestellt, welche jedoch später verschwunden sind.

Es wurde aus diesen Beobachtungen der Schluss gezogen, dass das Missraten der Fichtenkulturen auf den betreffenden Heidelokalitäten auf Mangel an assimilierbarem Stickstoff zurückzuführen ist, und dass die Waldbäume diesem Mangel durch die im natürlichen Heideboden sich abspielenden biologischen Vorgänge abzuhelpen nicht fähig gewesen sind.

Die nach 18-jähriger Vegetationsdauer vorgenommene Revision dieser Versuchskulturen hat dargetan, dass der nämliche Zustand wie der für die Periode bis 1912 beschriebene auch bei der weiteren Entwicklung fortgedauert hat, selbst nachdem die während der ersten 8 Jahre wirksam gewesene Leguminosenflora im Laufe des letzten Jahrzehnts zu Grunde gegangen ist. In diesen Parzellen hatten die Fichten immer noch die gesunde Farbe behalten, und zeigten eine im Verhältnis zu der sonstigen Beschaffenheit der mageren Sandböden befriedigenden Höhenwuchs. Es lässt sich wohl hieraus folgern, dass die durch die knöllchentragenden Leguminosen erhöhte Wachstumsenergie der Baumkultur nicht auf

eine kurzdauernde und vorübergehende Beschaffenheit des Erdbodens zurückzuführen ist, sondern das Resultat eines Zustandes ist, der die Dauer der Stickstoffquelle überlebt, und dessen Urheber (die Leguminosenvegetation) somit den Heideboden in einer dem Fichtenbestande günstigen Weise umgewandelt hat. Diejenigen Versuchspartzen, welche dem Einfluss der erwähnten Stickstoffquelle nicht ausgesetzt waren, hatten nach Ablauf der 18 Vegetationsjahre das Stadium der Krankheit noch nicht überstanden (siehe Tabelle S. 341); immerhin zeigen sie doch jetzt eine durch den Zuschuss von Kali und Phosphorsäure und besonders durch das Belegen des Bodens mit Nadelwaldstreu als Stickstoffquelle herbeigeführte Besserung des Wachstums. Der Kalkdünger dagegen hat sich auch während der letzten Jahre ebenso wie in der ersten Vegetationsperiode unfähig erwiesen, die Umwandlung des gebundenen Stickstoffes zu begünstigen; jedoch lässt sich dieses Resultat nach den in unserer Forstwirtschaft gewonnenen praktischen Erfahrungen und ausgeführten Versuchen nicht verallgemeinern¹⁾.

¹⁾ Vgl. A. MÖLLER u. HAUSENDORF: Humusstudien (Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 1921, S. 792).