

Beretning nr. 203

ERIK HOLMSGAARD:

**KVÆLSTOFBINDINGENS STØRRELSE
HOS EL**

**LITTERATURGENNEMGANG OG
EN UNDERSØGELSE AF ET PLANTNINGSFORSØG**

**(AMOUNT OF NITROGEN-FIXATION BY ALDER
REVIEW OF LITERATURE AND
AN INVESTIGATION OF A PLANTING-EXPERIMENT)**

(Særtryk af Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, XXVI, 1960)

Bd. XX, H. 1: Nr. 151. E. C. L. LØFTING: Danmarks skovfyrproblem. (Scots pine problems on the heaths and dunes of Denmark) s. 1. — **H. 2:** Nr. 161. JUST HOLTEN: Kulturmåder i Danmarks gamle skovegne 1950. (Methods of Establishment on Old Woodland Sites in Denmark 1950). S. 111. — **H. 3:** Nr. 162. E. OKSBJERG: Rødgranplantagernes foryngelse i de jyske hedeegne. (Regeneration of Norway spruce plantations on the heaths of Jutland). S. 165. — Nr. 163. H. A. HENRIKSEN: Dimensionsklassefordeling for Bøg. (Allocation to diameter classes for beech). S. 229. — **H. 4:** Nr. 164. J. A. LØVENGREEN: Udhugning i bøg i Danmark siden 1900, statistisk belyst og teoretisk bedømt. (Thinning of beech in Denmark since 1900, illustrated statistically and assessed theoretically). S. 271. — **H. 5:** Nr. 165. J. A. LØVENGREEN: Analyse af en afsluttet prøveflade i rødgran. (Analysis of a completed Sample Plot in Norway Spruce). S. 355. — Nr. 166. H. A. HENRIKSEN: Bemærkninger til udhugningsforsøget i bøg i Århus kommunes skove. (Revision d'une expérience de coupes d'éclaircis de hêtre dans les forêts de la municipalité de Århus). S. 373. — Nr. 167. H. A. HENRIKSEN: Et udhugningsforsøg i ung bøg. (Durchforstungsversuch in jungem Buchen-Bestand). S. 387. — Nr. 168. H. A. HENRIKSEN: Et udhugningsforsøg i sitkagran. (Durchforstungsversuch in einem Bestand von Sitka-Fichten). S. 403.

Bd. XXI, H. 1: Nr. 169. C. H. BORNEBUSCH †: Nørholm Hede. Tredje beretning. (Lande de Nørholm. Troisième rapport). S. 1 — Nr. 170. NIELS HAARLØV og BRODER BEIER PETERSEN: Temperaturmålinger i bark og ved af Sitkagran. (Measurements of temperature in bark and wood of *Picea sitchensis*). S. 43. — **H. 2:** Nr. 171. DAVID FOG and ARNE JENSEN: General volume table for beech in Denmark. (Almindelig masse-tabel for bøg i Danmark). S. 93. — Nr. 172. H. A. HENRIKSEN: Die Holzmasse der Buche. (Bøgens vedmasse). S. 139. — Nr. 173. H. A. HENRIKSEN og ERIK JØRGENSEN: Rodfordærverangreb i relation til udhugningsgrad. En undersøgelse på eksperimentelt grundlag. (Fomes annosus attack in relation to grade of thinning. An investigation on the basis of experiments). S. 215. — **H. 3:** Nr. 174. CARL MAR: MÖLLER, D. MÜLLER & JØRGEN NIELSEN: Loss of branches in European Beech. S. 253. — Nr. 175. CARL MAR: MÖLLER, D. MÜLLER & JØRGEN NIELSEN: Respiration in stem and branches of Beech. S. 273. — Nr. 176. D. MÜLLER: Die Atmung der Buchenblätter. S. 303. — Nr. 177. D. MÜLLER: Die Blätter und Kurztriebe der Buche. S. 319. — Nr. 178. CARL MAR: MÖLLER, D. MÜLLER & JØRGEN NIELSEN: Graphic presentation of dry matter production of European Beech. S. 327. — **H. 4:** Nr. 179. E. C. L. LØFTING: Danmarks ædelgranproblem. (Denmark's Silver Fir Problem). S. 337. — Nr. 180. V. GØHRN, H. A. HENRIKSEN og B. BEIER PETERSEN: Iagttagelser over *Hylesinus* (*Dendroctonus*) *micans*. (Observations of *Hylesinus* (*Dendroctonus*) *micans* Kug.). S. 383. — Nr. 181. BENT SØEGAARD: Fem søskendebestøvninger i europæisk lærk. (Controlled Pollination of Five Sister Trees of European Larch). S. 435. — Nr.

**KVÆLSTOFBINDINGENS STØRRELSE
HOS EL**

**LITTERATURGENNEMGANG OG
EN UNDERSØGELSE AF ET PLANTNINGSFORSØG**

**AMOUNT OF NITROGEN-FIXATION BY ALDER
REVIEW OF LITERATURE AND
AN INVESTIGATION OF A PLANTING-EXPERIMENT**

**AF
ERIK HOLMSGAARD**

Der føres kvælstof til jorden på flere måder. Med regnvandet tilføres der årlig 5—10 kg kvælstof pr. ha (*Aaltonen* 1948). Der sker endvidere binding af atmosfærisk kvælstof af fritlevende bakterier og blågrønne alger. Man må dog antage, at det i forhold til de grønne planters kvælstofbehov drejer sig om binding af temmelig små kvælstofmængder. Af *Azotobacter* er der således kun på 7—8 % af Danmarks jord tale om en årlig kvælstofbinding, der er så stor, at den kan angives i kg pr. ha (*H. L. Jensen*, 1950).

I modsætning til de nævnte former for kvælstofbinding kan den kvælstofbinding, der finder sted hos bælgplanter i symbiose med knoldbakterier, beløbe sig til meget store mængder, — hos en god bælgplantekultur til ca. 100 kg kvælstof årlig pr. ha (*H. L. Jensen*, l. c.). Ved undersøgelse af 16—20-årige bevoksninger af *Robinia pseudoacacia* L., der også er en bælgplante, fandt *Ike* og *Stone* (1958), at der var sket en stigning i jordens kvælstofindhold på ca. 675 kg pr. ha, eller ca. 40 kg årlig pr. ha.

Der sker endvidere binding af atmosfærisk kvælstof i rodknoldene hos pors, havtorn, rødæl, hvidæl m. fl., og det er denne kvælstofbinding hos ellearterne, der i det følgende skal søges belyst ved gennemgang af en del af den foreliggende litteratur suppleret med en lille undersøgelse af et plantningsforsøg i Tolne skov.

a. Eksperimentel påvisning af kvælstofbinding hos ellearterne.

Både røddellen og hviddellen har rodknolde, og man har siden *Hiltners* undersøgelser været klar over, at der bindes atmosfærisk kvælstof i disse knolde.

Hiltner (1896) dyrkede røddelleplanter i kvartssand, der var tilsat næringsstoffer — dog ikke kvælstof. Forsøget viste, at knoldbærende elleplanter voksede betydeligt bedre end ikke knoldbærende. *Hiltner* viste også, at hvis ellene dyrkes i kvælstofrig jord eller næringsvæske, så vokser knoldene ikke — ganske svarende til, at bælgplanters knoldbakterier binder min-

dre kvælstof, jo større jordens indhold af tilgængeligt kvælstof er. — *Hiltner* påviste iøvrigt, at man på 10—20 dage kan få udviklet knolde på knoldfri elleplanter ved at smitte disse med knuste elleknolde.

Figur 1 viser 4-årige elleplanter opvokset i kvælstoffri næringsopløsning. Planten uden knolde har kun kunnet leve så længe, fordi det af og til skete, at der dannedes en knold, som dog hurtigt blev fjernet.

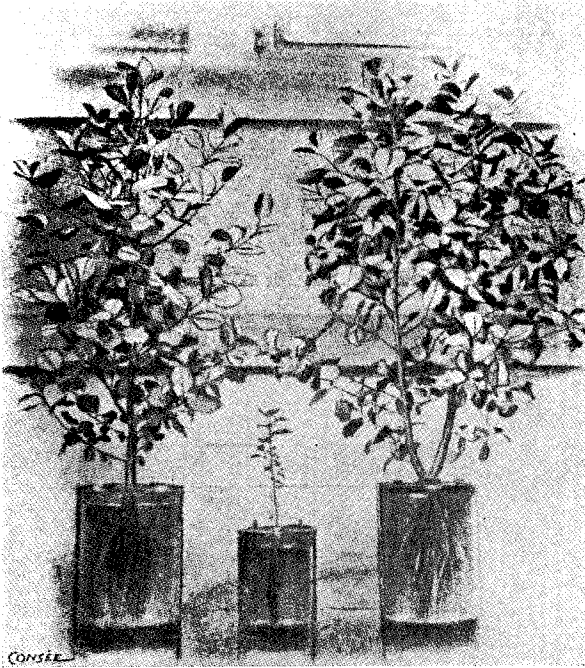
At kvælstofbindingen finder sted i knoldene fremgår dels af, at knoldbærende elleplanter hurtigt viser kvælstofmangelsymptomer, hvis knoldene fjernes (jvf. *Ferguson og Bond*, 1953), dels af, at elleplanter udsat for kortvarig tilgang af N^{15} -mærket luftformigt kvælstof viser sig at have størst koncentration af dette i knoldene (*Bond et al.* 1954, *Bond* 1956).*)

Möller (1912) plantede 15 eenårige rødøl og 15 eenårige hvidøl i sand og dyrkede dem her i 2 år ved tilførsel af næringsvædske uden kvælstof. Han fandt, at begge arter groede godt, og at kvælstofprocenten hos de treårige planter ved forsøgets afslutning var 2,19 % (målt på tørstofindholdet) hos begge arter. Kvælstofoptagelsen pr. plante havde i de 2 år været 0,37 g for rødøl og 0,29 g for hvidøl. *Möller* viste endvidere, at planter, der fik tilført kvælstof med næringsvæsken, ikke groede bedre end de planter, der måtte klare sig med luftens kvælstof. *Roberg* (1934) fandt ved sine dyrkningsforsøg, at elleplanter uden knolde, som fik tilført kvælstof med næringsvæsken, groede lige så godt eller bedre end de selvforsynende, knoldbærende planter (jvf. dog side 257).

En del andre forskere har ved dyrkningsforsøg eftervist, at knoldbærende elleplanter er i stand til at klare sig med luftens kvælstof som eneste kvælstofkilde.

Af særlig interesse er de sandkulturforsøg, som den finske forsker *Virtanen* har udført med rødøl. Således fandt *Virtanen* (1957), at en knoldbærende rødøl og en rødgran, der havde vokset

*) Det kan i denne forbindelse nævnes, at *Ferdinandson og Jørgensen* (1938—39) anfører, at man i en planteskole under Frijsenborg i sommeren 1930 kunne iagttage, at rød- og hvidølplanterne i bedene voksede meget uensartet, idet grønne, kraftigt voksende planter vekslede med svage, gulblege individer, og at det ved opgravning viste sig, at rødøderne på de grønne planter uden undtagelse var forsynet med knolde, medens sådanne bestandig manglede hos de blege. Lignende iagttagelser er gjort af *Rostrup* (1902).



Figur 1.

4-årige planter af rødæl voksende i kvælstof-fri næringsopløsning. Planten i midten uden knolde, de 2 andre planter, der er over 1 meter høje, med knolde. (Efter Nobbe og Hiltner 1904).

*Four years old plants of *Alnus glutinosa* growing in N-free nutrient-solution. The plant in the middle is without rootnodules. The other two plants have nodules and are more than one meter high.*
(From Nobbe and Hiltner 1904).

i samme kar og ikke fået tilført kvælstof, ved 7 års alder indeholdt henholdsvis 19,8 g (heraf bladene 3,6 g) og 0,6 g kvælstof. Elleplanten var da 2,5 m høj og rødgranen 0,5 m. Rødgranen havde fået sit kvælstof fra elleplantens kvælstofudskillelse til jorden, idet ellens blade blev opsamlede straks efter, at de faldt af.*) Bladene fra een elleplante indeholdt tilsammen i de 7 år 14 g kvælstof.

*) Allerede i 1936 berettede *Virtanen* og *Saastamoinen* om afgivelse af kvælstofforbindelser fra elle til unge granplanter i sandkultur. Man kan dog næppe være helt sikker på, om ikke elleplantens naturlige roddød kan være årsag til rødgranens kvælstofforsyning i *Virtanens* (1957) forsøg. *Roberg* (1934) fandt ingen kvælstofudskillelse i sine vandkulturforsøg.

Ifølge *Virtanen* har den 7-årige elleplante assimileret følgende mængde kvælstof:

i stamme, grene og knopper	9,2 g
i blade	14,0 g
i rødder og rodknolde	7,0 g
i kvartssand	0,6 g
Ialt	30,8 g

Virtanen anfører, at hvis der havde været 10.000 planter pr. ha, så ville kvælstofbindingen have beløbet sig til 300 kg kvælstof pr. ha i 7 år. Da ca. $\frac{1}{4}$ af kvælstoffet hidrørende fra bladene er assimileret i det 7. år, kan man skønne, at den årlige kvælstofbinding i en sluttet ellebevoksning (på kvælstoffri jord) må være af en størrelsesorden på omkring ved 50—100 kg kvælstof pr. ha. Det bør måske fremhæves, at *Virtanens* elleplante må antages at have vokset under optimale betingelser for kvælstofbinding: Ingen kvælstof i jorden ved forsøgets start og god forsyning af de øvrige næringsstoffer og vand.

b. Om det symbiotiske forhold.

I 1888 lykkedes det *Beijerinck* at dyrke ærters knoldbakterie i renkultur og ved indpodning at frembringe knolde med denne bakterie. Hvilken mikroorganisme, der lever i knoldene hos el, er endnu ikke klarlagt. Ganske vist opgiver *Plotho* (1941), at det lykkedes både at rendyrke en strålesvamp (*Actinomyces alni*, Peklo) fra knolde af hvidel og ved hjælp af den rendyrkede mikroorganisme at frembringe nye knolde. Da *Plotho* først iagttog knolddannelse over 1 år efter sine reinfektionsforsøg, og flere forskere uden held har søgt at gentage *Plothos* forsøg, (*Quispel* 1954 og 1955, *Taubert* 1956), må man dog stadig betragte ellens knolddannende organisme som ukendt. — En oversigt over de forskellige former for mikroorganismer, som man i tidens løb har anset for at være knoldfrembringende, findes hos *Hawker* og *Fraymouth* (1951), hvilke forfattere selv anser, at der er tale om en slimsvamp.

Man ved, at infektionen finder sted ved, at mikroorganismen trænger ind gennem rodhårene. Knolddannelsens forløb er nærmere beskrevet hos *Taubert* (l. c.).

Som tidligere nævnt, er tilstedeværelse af rodknolde absolut ikke nogen livsbetingelse for ellene. Hvis ellene forsynes rigeligt med uorganisk kvælstof, kan de opnå en udmærket vækst uden knolddannelse, og knoldene udvikles kun i ubetydelig grad eller slet ikke, såfremt der er meget uorganisk kvælstof.

Björkman (1942) har eksperimentelt vist, at knolddannelse hos elleplanter (dyrket i sand + humus fra en fyrreskov) aftager gradvis med stigende koncentration af ammoniumnitrat, uden at planternes størrelse påvirkes synderligt. Knolddannelsen og ellenes størrelse tiltager derimod stærkt med stigende H_3PO_4 -tilsætning, selv om planterne blev dyrket i temmelig fosforholdig jord. Hvis man samtidig tilsatte stigende doser af såvel kvælstof som fosfor, udvikledes elleplanterne endnu bedre — bedst ved de største tilsatte doser, hvor der slet ikke var nogen knoldudvikling. At rigelig fosfortilgang er af betydning for ellens udnyttelse af kvælstofkilderne, er også vist ved et gødningsforsøg af *Carl Mar: Møller* og *L. Nielsen* (1957).

Kun i vand med rigeligt iltindhold kan elle trives i vandkulturforsøg. At vandets iltindhold (og ikke dets kvælstofindhold) er af afgørende betydning er vist af *Virtanen* og *Saastamoinen* (1936). De modstridende resultater af sammenligninger af væksten af knoldbærende elle i kvælstoffri substrat med elle, der dyrkes i kvælstofholdig næringsvæske, mener *Virtanen* og *Saastamoinen* skyldes, at de knoldbærende planters næringsvæske i en del tilfælde ikke er blevet tilstrækkelig godt gennemluftet. Også *Ferguson* og *Bond* (1953) har vist, at rigelig lufttilførsel til knoldene er afgørende for disses virksomhed. Disse forf. viser, at knoldbærende elle gror bedst ved pH 5,4 eller mindre. *Bond* og medarbejdere (1954) anfører optimal vækst for knoldbærende planter i intervallet pH = 4,2—5,4, medens infektionen formentlig lettere finder sted ved et noget højere pH.

c. *Kvælstofbindingens omfang i naturen.*

At ellearterne indtager en særstilling blandt træerne ved at kunne vokse på ren mineraljord er et forhold, som man lejlighedsvis kan iagttage i naturen. Hvis man rejser i Norge eller Sverige, vil man se, at det er ellene, der først af alle træer indfinder sig og danner bevoksning på nylig aflejrede sandarealer i elvlejerne. Ligeledes koloniserer ellearterne i Finland de nye arealer, der fremkommer ved den Botniske Bugt som følge af

landhævningen. Også humusfri arealer fremkommet ved jordskred koloniseres af hvidellen, der skyder rask i vejret og bliver den eneherkende træart. Et særlig kendt eksempel på hvidellens kolonisering på humusfri bund er Verdalskredet i Nord-Trøndelag. Dette meget store skred fandt sted i 1893, og der blev herved ødelagt mange gårde og dræbt mange mennesker. Hvor den helt golde lerjord blev bevokset med hvidel, dannedes i løbet af 50 år et ca. 10 cm tykt muldrag (Wisth 1945). Hvidellen har på denne jord opnået en form og en massetilvækst, som man sjældent finder magen til, og en forudgående bevoksning med el er en forudsætning for, at granen og fyrren kan opnå en god udvikling på skredet. Granen sår sig villigt ind under hvidellene. Nogen undersøgelse over, hvor meget kvælstof der bindes af el i naturen, findes dog mig bekendt ikke fra Skandinavien.

Crocker og Major (1955) har undersøgt, i hvilken rækkefølge planterne indvandrer, når en gletscher trækker sig tilbage. Undersøgelsen er udført i det sydlige Alaska (59° n. Br.) på lokaliteter, hvor man har sikre oplysninger om afsmeltningens historie tilbage til 1880.

Når isen har trukket sig tilbage og efterladt den nøgne moræne, indfinder der sig først en vegetation bestående af mosser, rypelyng og forskellige pilearter. Efterhånden får ellen (*Alnus crispa*) fodfæste og bliver dominerende i kratvegetationen, således at der i løbet af en 30—40 år efter isens bortgang dannes et homogent ellekrat. Sluttelig fortrænger sitkagranen kratvegetationen, idet der først dannes rene sitkabevoksninger — senere med indblanding af *Tsuga heterophylla* og *T. mertensiana*.

Crocker og Major har udført jordbundsanalyser under en række ellebevoksninger, hvis alder varierede fra ca. 10 til 50 år. Analyserne viste, at der i løbet af 40—50 år opbygges et 6—7 cm tykt humuslag. Den årlige kulstof- og kvælstofophobning er praktisk taget konstant fra det tidspunkt, hvor ellekrattet slutter sig, og livet ud. Ved ellekrattets 50-års alder er der ophobet ca. 0,3 kg kvælstof pr. m², hvilket svarer til 3000 kg kvælstof pr. ha. Heraf befinder godt halvdelen sig i det overfladiske humuslag, resten i mineraljorden. Der er ikke i de foranstående tal inkluderet det kvælstof, som er bundet i den levende vegetation. *Crocker og Major's* undersøgelser viser, at den sluttede ellevegetation tilfører jorden ca. 60—70 kg kvælstof årlig pr. ha, hvilket stemmer godt med de tal, man kommer til ved hjælp af Virta-

nens tidligere omtalte undersøgelse. Ophobningen af organisk stof synes at fortsætte, efter at ellene afløses af sitkagranen. Derimod synes jordens kvælstofindhold at aftage, når ellene forsvinder.

Der har i det foregående været tale om, hvor meget kvælstof ellene kan binde i de tilfælde, hvor der praktisk taget ikke er kvælstof i jorden. Man må antage, at kvælstofbindingen er mindre, når jorden indeholder tilgængeligt kvælstof. Som nævnt forholder bælplanterne sig på denne måde, og adskillige undersøgelser viser, at ellene udmærket kan optage kvælstof fra jorden (jvf. *Björkmans* (1942) tidligere omtalte undersøgelse).

Desværre foreligger der mig bekendt kun et par ikke særlig omfattende undersøgelser, der kan oplyse noget om, hvordan det går på kvælstofholdig mineraljord.

Stassen og *Behrisch* (1925) har foretaget analyser af jord under ca. 30-årig hvidel og østrigsk fyr plantet på „Kalködland“ ved Göttingen. Der er stor spredning på analysetallene (dobbelanalyser), men ellene havde i alle tilfælde det største kvælstofindhold i de 2 undersøgte dybder (0—5 cm og 5—20 cm). I midtetal var kvælstofprocenten beregnet på lufttør jord:

	Kvælstofprocent i dybden	
	0-5 cm	5-20 cm
»Kalködland« (1 jordprøve)	0,103	0,037
Østrigsk fyr (2 jordprøver)	0,149 (0.131-0.167)	0,081 (0.070-0.092)
Hvidel (4 jordprøver)	0,300 (0.256-0.345)	0,127 (0.091-0.178)

Antager man, at jordens tørrumvægt er ca. 1, vil det sige, at hvidellen (i sammenligning med den østrigske fyr) i løbet af 30 år har beriget jorden i indtil 20 cm's dybde med 14—1500 kg kvælstof pr. ha eller ca. 50 kg kvælstof pr. ha årlig, hvoraf godt og vel halvdelen i de øverste 5 cm. Det må dog bemærkes, at kvælstofindholdet i den østrigske fyrs nålestrø ikke er taget med i regning.

Ovington (1953, 1954, 1955 og 1956 a) har undersøgt, hvorledes jordens kemiske og fysiske forhold har udviklet sig på nogle forsøgsarealer, hvor der er plantet forskellige træarter i små, rene parceller. På et sådant areal i West Tofts (Norfolk) støder der en plantning af hvidel op til en plantning af dunbirk, og på

grundlag af analysetallene fra disse 2 plantninger kan man danne sig et skøn over, hvor meget kvælstof ellene har samlet.

Det pågældende forsøgsareal er fladt og ensartet. Jorden er sandet, men i ca. 70 cm's dybde går den over i kalkholdig ler, som kun få rødder trænger ned i. Før tilplantningen i 1930 lå arealet hen som kaninbidt græshede. I 1951 var ellene 12,5 m høje og birkene 7,8 m. (*Ovington*, 1953).

Analyse af strø-laget (forest floor) giver en ovntør vægt på 5390 kg/ha hos el, 4720 kg/ha hos birk. Det totale kvælstofindhold i dette lag var 65 kg hos el og 47 kg hos birk. (Forsøgets nåletræparceller har 3—4 gange så tunge humuslag og også betydelig større kvælstofmængder koncentreret i humuslaget end el og birk.)

Fra grænsen af strø-laget og til 70 cm's dybde har jorden under ellene et ca. dobbelt så stort kvælstofindhold som jorden under birkene.

Det *totale* kvælstofindhold i humuslag og mineraljord indtil 70 cm's dybde fandt *Ovington* (1956) androg:

hvidel	2,5 t/ha	} naboparceller
dunbirk	1,3 t/ha	
douglasgran	1,8 t/ha	} fjernere liggende parceller
østrigsk fyr	1,6 t/ha	
jap. lærk	2,1 t/ha	
(utilplantet	1,7 t/ha)*	

Da birkeparcellen ligger op til elleparcellen, må man nok tillægge birkeparcellen størst vægt ved overslag over ellenes indflydelse på jordens kvælstofindhold, og det ses da, at ellebevoksningen har forøget jordens kvælstofindhold med ca. 1000 kg pr. ha på 21 år — eller ca. 50 kg/ha årlig.

Ellene selv indeholder ifølge *Ovington* (1957) 677 kg kvælstof pr. ha, medens birkene kun indeholder 240 kg pr. ha. (Elleblade indeholder 2,65 % kvælstof, birkeblade kun 1,44 % kvælstof (*Ovington* 1956 b)). Også vegetationen i ellebevoksningen indeholder mere kvælstof end i de andre bevoksninger. Der er om-

*) Den utilplantede parcel er lidet egnet til sammenligning, fordi gyvelen på denne parcel har bredt sig, efter at tilplantningen har fundet sted.

trent lige store tørstofmængder i skovbundsfloraen i elle- og birkebevoksningerne (2,2 t/ha), men floraen i ellebevoksningen, der indeholder mange nælder, har et kvælstofindhold på 50 kg/ha, medens det tilsvarende tal i birkebevoksningen er 24 kg/ha (*Ovington* 1955).

Hovedsagen er imidlertid, at *ellene* har tilført jorden ca. 50 kg kvælstof pr. ha årlig over en periode af 21 år, — og da der er gået nogle år, inden bevoksningen har sluttet sig, ses det, at kvælstofbindingen på det pågældende areal har været af omtrentlig samme størrelse (godt og vel 50 kg/ha) som fundet af *Virtanen* ved sandkulturforsøg, af *Crocker* og *Major* på kvælstoffri jord i Alaska og af *Stassen* og *Behrisch* på „Kalködland“ i Tyskland.

Kan man nu antage, at en kvælstofbinding af lignende størrelse som fundet ved *Stassen* og *Behrisch's* og *Ovingtons* undersøgelser i almindelighed finder sted hos el under danske forhold?

Weis (1932) anslår det totale kvælstofindhold i indtil 30 cm's dybde på hedejorder til ca. 15—20 ton pr. ha. I *Tovborg Jensens* forelæsningsreferater (1940) angives, at der i muldlaget på en almindelig god agerjord findes 2—3 tons organisk bundet kvælstof, og kvælstofindholdet i en god bøgemuld er ifølge *Bornebusch* (1930) af lignende størrelsesorden.

Den ikke skovbevoksede jord, som *Stassen* og *Behrisch* undersøgte, havde et kvælstofindhold på ca. 1,5 ton pr. ha i de øverste 20 cm, og *Ovingtons* undersøgelser blev udført på jord, der inden tilplantningen havde et kvælstofindhold på mellem 1 og 2 ton pr. ha i de øverste 70 cm. I begge tilfælde er der således tale om ret kvælstoffattige jorder i sammenligning med de jorder, hvor vi ofte planter el som forkultur. Man kan derfor ikke uden videre gå ud fra, at der bindes tilsvarende store kvælstofmængder i vore elleplantninger som fundet ved de refererede udenlandske undersøgelser.

d. *Kvælstofbinding i en ædelgrankultur med ammetræer af el.*

Skovrider *Sven Larsen* anlagde i foråret 1946 et plantningsforsøg på agerjord i afdeling 76 i Tolne skov i Vendsyssel. Jorden havde, så vidt det vides, kun været dyrket som agermark i en kortere årrække (dog formentlig mere end 10 år) og var før

opdyrkningen lynghede. Plantningen blev udført i pløjede ren-
der, og arealet tilplantedes med 4-årige ædelgran, idet der lige
ved siden af hver ædelgranplante blev plantet en plante af en af
arterne: Banksfyr, japansk lærk, rødæl, birk eller skovfyr. Plante-
afstanden var ca. 1.25×1.25 m.

Formålet med denne såkaldte kappeplantningsmetode er, at
de sidstnævnte hurtigt voksende træarter skal beskytte de sarte
ædelgranplanter mod frost og vildtbid. Metoden, der i en årrække
har været anvendt ved Det danske Hedeselskab, har ofte vist sig
at fungere tilfredsstillende. Den omtalte forsøgsplantning ud-
førtes for at undersøge, hvilken af hjælpetræarterne, der har
den gunstigste indflydelse på ædelgranerne.

Da der indgår rødæl i plantningsforsøget, og røddelleplanterne
er plantet lige ved siden af ædelgranplanterne, ses det, at for-
holdene i denne parcel minder meget om *Virtanens* (1957) for-
søg, hvor han havde en el og en rødgran voksende i samme potte.

Selv om plantningsforsøget som nævnt blev anlagt i 1946, og
derfor ikke er særligt gammelt endnu, synes det dog at kunne
være af nogen interesse at undersøge, om ellene under de pågæl-
dende forhold er i stand til at binde betragtelige mængder kvæl-
stof. I slutningen af juli 1957 blev der derfor foretaget en under-
søgelse af forsøget.

Et jordbundshul midt i birkeparcellen viste, at det gamle
pløjelag ligger over et 37 cm tykt, stenet, brunt lag med lommer
af gult sand. Herunder følger lagdelt, stenfrit, lyst sand med
flere under hinanden liggende, nogenlunde horisontalt forløben-
de, ca. 3 mm tykke mørke lag.

Da kvælstofindholdet er af særlig interesse for den pågæl-
dende undersøgelse, udførtes der totalkvælstofanalyser, der gav
følgende resultat:

	% N		
	1	2	middel
10 cm's dybde	0.07	0.09	0.08
20 cm's dybde	0.05	0.07	0.06
30 cm's dybde	0.04	0.04	0.04
40 cm's dybde	0.03	0.03	0.03

Ved hjælp af rumvægtene og analyserne af de øverste 5 cm
(tabel 2) finder man, at det totale kvælstofindhold i jorden i
birkeparcellen er 3020 kg per ha til en dybde af 45 cm.

Regnet fra nord mod syd forekommer parcellerne betegnet ved deres ammetræ-art i denne rækkefølge: Banksfyr, japansk lærk, rødæl, birk og skovfyr. Kun den vestlige halvdel af hver parcel blev målt (afgrænset ved 2 spor), og målingerne udførtes i 2 øst-vest gående bæltter i hver parcel, således at der måltes 1 ædelgranplante i hver række som målebæltet passerede.

Der udførtes følgende målinger:

På 41—48 ædelgranplanter i hver parcel måltes højde, topskud i 1957 og lysstyrke ved ædelgranens topknop i % af fuldt dagslys.

På hver af disse ædelgraner udtoges 2 sideskud efter følgende system: I alle tilfælde, hvor øverste grenkrans bestod af 3 eller flere sidegrene, blev 2 af disse udtaget; på træer, hvor dette ikke kunne opnås, blev der suppleret med endeskud af næstsidste grenkrans. På nålene fra disse skud blev der udført kvælstofanalyser.

Kvælstofindholdet i de øverste 5 cm af jorden (inklusive førna) blev undersøgt for hver parcel på basis af en blandingsprøve udtaget ved 15 stik med stålringe, hver indeholdende 100 cm³ jord.

Af tabel 1 fremgår, at ædelgranplanterne er blevet lige høje under rødæl, birk og skovfyr. Ædelgranerne under birkene og rødelene har på opgørelsestidspunktet et betydeligt større topskud end på de øvrige parceller. Topskuddene på birkeparcellen er lidt større end på rødelparcellen, men forskellen er dog ikke statistisk sikker. Da ellene giver den lyseste skærm, kunne man måske vente, at ædelgranerne ville gro bedre under ellene end under birkene. *Boysen Jensen* (1910) har dog vist, at topskudslængden hos 5—10 årige ædelgran opnår sin maksimale størrelse allerede ved ret lave lysstyrker, *Boysen Jensen* angiver ved ca. 20 % af det fulde dagslys.

Ædelgranplanterne i rødelparcellen ser kraftigere og sundere ud end i de andre parceller. Sammenligner man med birkeparcellen, som har haft praktisk taget samme højdetilvækst som rødelparcellen, viser det sig da også, at de i birkeparcellen tilfældigt udtagne sideskud til nåleanalyserne kun vejede 78 % af, hvad skuddene fra elleparcellen vejede. (Sideskuddene fra lærke-, skovfyr- og *P. banksiana*-parcellerne vejede kun 37, 35 og 22 % af rødel-parcellens skud).

Da ædelgranplanterne med rødel-ammerne imidlertid har mest lys, kan man ikke af den kraftigere benåling og det bedre forstlige udseende slutte noget om, hvorvidt dette skyldes bedre kvælstofnæring, bedre lysforhold eller måske endog andre for-

Tabel 1.

Ammetræernes højde, ædelgranernes højde og højdetilvækst samt lysstyrken ved ædelgranernes topknop den 25. juli 1957. Middeltal og middelfejl på middeltal.

Height of nursetrees, height and height increment of Abies alba and light conditions for Abies alba plants.

	Banksfyr (<i>Pinus banksiana</i>)	Jap. lærk (<i>Larix lep.</i>)	Rødel (<i>Alnus glutinosa</i>)	Birk (<i>Betula sp.</i>)	Skovfyr (<i>Pinus sylvestris</i>)
Højde af ammetræer, cm <i>Height of nursetrees, centimetres</i>	450	520	310	350	370
Højde af ædelgran, cm <i>Height of Abies alba, centimetres</i>	55±5	86±5	106±6	109±6	106±6
Topskud 1957 på ædelgran, cm <i>Length of leader 1957, centimetres</i>	3.9±0.6	7.0±0.7	14.2±1.2	15.8±1.5	6.2±0.7
Lysstyrke på ædelgranernes topknold i % af fuldt dagslys <i>Amount of light in percent of full light above the topbud of Abies alba</i>	31.0	9.5	36.1	26.6	14.7

Vegetation:

- Pinus Banksiana* — Bunden er græsklædt (hyppigst er alm. hvene, rød svingel og kvik sp.). Ca. $\frac{1}{5}$ af arealet er lyngklædt; håret høgeurt, sølvpotentil, vikke sp., scabiosa. Parcellen er ret hullet. Hvor den er helt sluttet, er der kun en meget tynd vegetation.
- Japansk lærk — Det meste af parcellen er uden vegetation eller med ganske tynd vegetation af ikke-fruktificerende græsser; kun ganske få lyngplanter.
- Rødel — En del græs (samme arter som i parcel 1) og nogle lyngpletter. Håret høgeurt, sølvpotentil, vikke m. fl.
- Birk — Temmelig meget lyng og græs, vikke, rundbælg, kællingetand, harekløver, blåmunke m. fl.
- Skovfyr — Ganske tynd græsvegetation.

Tabel 2.
N-indhold i „overjorden“ (5 cm's dybde incl. strø).
Nitrogen content in the uppermost 5 centimetres of soil including litter.

Parcel <i>Plot</i>	‰ N			Rumvægt*) g/100 cm ³	kgN/ha til 5 cm's dybde <i>kilogrammes of nitrogen per hectare to a depth of 5 centimetres</i>	
	1	2	middel mean			
Rødel <i>Alnus glutinosa</i>	0.133	0.135	0.134	± 0.006	107	717
Birk <i>Betula sp.</i>	0.125	0.099	0.112		104	582
Jap. lærk <i>Larix leptolepis</i>	0.111	0.114	0.113		91	514
Skovfyr <i>Pinus sylvestris</i>	0.112	0.110	0.111		81	450
Banksfyr <i>Pinus banksiana</i>	0.102	0.114	0.108		83	448

*) De lave rumvægte for nåletræparcellerne skyldes en begyndende mordannelse.

The low figures for the conifer-plots are due to a beginning formation of mor.

hold som f. eks. rodkonkurrence, — og vi vil derfor vende os til problemer af simple karakter:

- 1) Er jorden blevet beriget med kvælstof i rødelcellen.
- 2) Har ædelgranerne under ellene en bedre kvælstofforsyning end under de andre ammetræer.

Jordens kvælstofindhold er som tidligere nævnt undersøgt for de øverste 5 cm, som må være mest påvirket af ellene, såfremt der er tale om nogen påvirkning. Resultatet af analyserne fremgår af *tabel 2*, hvoraf det ses, at jorden på elleparcellen indeholder ca. 135 kg mere kvælstof per ha end sin ene nabo-parcel (birkene) og 203 kg mere end sin anden naboparcel (de japanske lærk). Dette tyder på, at ellene har beriget jorden med mindst 135 kg kvælstof per ha*) i løbet af de 11 vækstsæsoner, de har været på arealet. Selv om der er statistisk sikker forskel mellem analysetallene for kvælstofprocent i elleparcellen og de

*) 135 kg kvælstof svarer til ca. 850 kg kalksalpeter.

Tabel 3.

Kvælstofindhold i ædelgrannåle — udtaget den 25. juli 1957. Bestemt ved Kjeldahlanalyse. (Foraskning med kviksølv-katalysator.)

Nitrogen-content in needles of Abies alba, sampled on the 25th of July, 1957. Kjeldahl analysis with mercury-catalyst.

Ammetræ <i>Nurse tree</i>	Procent kvælstof			Percent nitrogen	
	1	2	3	4	middel (mean)
Rødel	1.09	1.15	1.14	1.14	1.13
<i>Alnus glutinosa</i>					
Birk	1.04	1.09	1.00	0.95	1.02
<i>Betula sp.</i>					
Jap. lærk	1.09	0.95	1.04	1.00	1.02
<i>Larix leptolepis</i>					
Skovfyr	0.97	0.92	0.95	1.00	0.96
<i>Pinus sylvestris</i>					
Banksfyr	0.83	0.81	0.81	0.81	0.82
<i>Pinus banksiana</i>					

± 0.02

øvrige parceller, må det dog bemærkes, at da der ikke forekommer nogen gentagelsesparceller, så kan det ikke helt udelukkes, at en del af forskellen kan skyldes tilfældige jordbundsvariationer.

For at undersøge, om der er forskelle i ædelgranernes kvælstofforsyning under de forskellige ammetræer, blev der udført nåleanalyser af de foran omtalte nåleprøver. Af tabel 3 fremgår det, at ædelgrannålene fra rødelleparcellen indeholder ca. 10 % mere kvælstof end nåle fra de parceller, der følger nærmest efter i rækken. Mangelen på fællesparceller bevirker dog, at man må tage et lignende forbehold som vedrørende tydningen af jordbundsanalyserne. Det forekommer dog lidet sandsynligt, at denne mangel er af så alvorlig karakter, at vi ikke kan slutte med at tyde undersøgelsen således:

Der kan næppe være nogen tvivl om, at rødellen på den pågældende jord (som har et totalt kvælstofindhold på 3 ton pr. ha) binder kvælstof, som er kommet ædelgranerne tilgode, selv om vi — måske på grund af variationer i andre vækstfaktorer — ikke er i stand til at fastslå noget tilvækstudslag i plantningsforsøget. De udførte analyser tyder på, at elleskærmen i 11. år efter dens plantning har beriget de øverste 5 cm af jorden med mindst 135 kg kvælstof pr. ha. De ædelgraner, der vokser sam-

men med ellene, har en kvælstofprocent i nålene på 1,13 %, medens kvælstofindholdet i nålene på naboparcellerne kun er 1,02 %. Hvor sikre disse talmæssige resultater er, lader sig imidlertid ikke bedømme, da der ikke er fællesparceller i forsøget.

Til slut vil jeg gerne takke skovrider Sven Larsen for tilladelsen til at undersøge plantningsforsøget i Tolne.

SUMMARY.

The following is a short review of literature concerning experiments showing nitrogen fixation in alders. Although there are many papers showing that nitrogen fixation takes place in alders and concerning the systematics of the endophyte etc., studies dealing with the amount of nitrogen fixation on an area basis are few.

1. *Virtanen* (1957) has shown that an alder (*Alnus glutinosa*) and a Norway-spruce plant growing in sand in the same pot and given nutrient solution without nitrogen, grew well. The accumulation of nitrogen amounted in 7 years to 30.8 g. *Virtanen* calculated that with 10,000 plants per hectare, the nitrogen fixation would have been 300 kg. per hectare. The greater part of the nitrogen is fixed in the later part of the life of the alder, and it can be estimated on the basis of *Virtanen's* experiments that a closed stand of alder would bind 50—100 kg. nitrogen per hectare per year.

2. *Crocker and Mayor* (1955), on the basis of analyses of alder thickets (*Alnus crispa*) of different ages occurring after retreat of a glacier in Alaska, have found a nitrogen accumulation in the soil in 50 years of about 3000 kg. nitrogen per hectare or about 60 kg. nitrogen per hectare a year (not taking nitrogen bound in living vegetation into consideration).

Virtanen's and *Crocker and Mayor's* investigations were made under circumstances which were especially favourable for nitrogen fixation, i. e. there was little nitrogen in the soil. — It is well known that the alder does not need to have root nodules. If there is plenty of available nitrogen, alder does not have root nodules (*Hiltner* 1896, *Roberg* 1934). *Björkman* (1942) has shown that the formation of root nodules gradually decreases with increasing available nitrogen, and he produced the best plants by heavy application of nitrogen and phosphorous. Under these conditions no root nodules were formed. Therefore it can not be concluded that a nitrogen fixation as large as the one found by *Virtanen* and *Crocker and Mayor* will normally be found in the many cases where alder is used as a nurse crop in forestry.

3. *Stassen and Behrisch* (1925) have made soil analyses in stands about 30 years old of *Alnus incana* and *Pinus nigra* growing on "Kalködland" near Göttingen. The amount of nitrogen in the soil (to

a depth of 20 cm) seems to be about 1500 kg. higher per hectare under alder than under pine, indicative of a nitrogen fixation of about 50 kg. per hectare per year. The amount of nitrogen on the uncultivated land was about 1500 kg. per hectare in the upper 20 cm.

4. *Ovington* (1953, 1954, 1955 and 1956 a) has made very intensive studies in 21 years old plantations of different tree species in West Tofts (Norfolk) among which species was *Alnus incana*. The total amount of nitrogen in the soil (to a depth of 70 cm) was about 1000 kg. higher per hectare in the alder plot than in the other plots, and thus *Ovington's* investigations show a nitrogen increase under alder of about 50 kg. per hectare per year. The nitrogen content in the soil was approximately 1000 to 2000 kg. per hectare before planting.

5. The author has investigated an 11 year old planting experiment of *Abies alba* made in Tolne in North Jutland on old farm land (originally *Calluna heath*). The spacing was 1.25×1.25 m. In each planting hole was planted one *Abies alba* and one nurse tree. There was one plot for each of the following species as nurse tree: *Pinus banksiana*, *Larix leptolepis*, *Alnus glutinosa*, *Betula sp.*, and *Pinus sylvestris*.

It was thought that with this planting method the nurse trees would protect the *Abies* plants against frost-damage and browsing.

Investigations of the effect of alder in the experiment show the following (comparisons should preferably be drawn with neighbour plots (*Betula sp.* and *Larix leptolepis*)):

- a) The general appearance of the *Abies* plants was better in the alder plot than in the other plots, as the plants were darker green and had more needles under the alder. But there was no difference in height growth of *Abies alba* between the two best plots, the birch and the alder plot, which may be due to differences in rootcompetition from nurse species etc. (Table 1).
- b) The amount of nitrogen in the uppermost 5 cm of the soil was 135 kg. higher per hectare in the alder plot than in the birch plot, which has the next highest nitrogen-content. (Table 2).
- c) The content of nitrogen in the needles of the *Abies* plants was 10 per-cent higher beneath the alder than beneath any other species. (Table 3).

Although there were no replications in the experiment (which was also the case in the reviewed investigations 3 and 4), there seem to be little doubt that the alder has increased the nitrogen supply on the investigated locality, which before planting had a nitrogen content of about 3000 kg. per hectare to a depth of 45 cm, (vide pg. 362).

LITTERATUR.

- Aaltonen, V. T.*, 1948: Boden und Wald, Berlin.
- Björkman, E.*, 1942: Über die Bedingungen der Mykorrhizabildung bei Kiefer und Fichte. *Symb. Botan. Upsalienses*, 6.
- Bond, G.*, 1956: Evidence for Fixation of Nitrogen by Root Nodules of Alder (*Alnus*) under Field Conditions. *New Phytologist*, 55.
- Bond, G., W. W. Fletcher and T. P. Ferguson*, 1954: The Development and Function of the Root Nodules of *Alnus*, *Myrica* and *Hippophaë*. *Plant and Soil*, 5.
- Bornebusch, C. H.*, 1930: The Fauna of Forest Soil. *Forstl. Forsøgsv. Danm.*, 11.
- Boysen Jensen, P.*, 1910: Studier over Skovtræernes Forhold til Lyset. *Tidsskr. f. Skovvæsen*, 22.
- Crocker, R. L. and J. Major*, 1955: Soil Development in Relation to Vegetation and Surface Age at Glacier Bay, Alaska, *Journ. of Ecology*, 43.
- Ferdinandsen, C. og C. A. Jørgensen*, 1938—39: Skovtræernes Sygdomme. København.
- Ferguson, T. P. and G. Bond*, 1953: Observations on the Formation and Function of the Root Nodules of *Alnus glutinosa*, Gaertn. *Annals of Botany, N. S.*, 17.
- Hawker, L. E. and Fraymouth, J.*, 1951: A Re-investigation of the Root-Nodules of Species of *Elaeagnus*, *Hippophae*, *Alnus* and *Myrica*, with Special Reference to the Morphology and Life Histories of the Causative Organisms. *Journ. General Microbiology*, 5.
- Hiltner, L.*, 1896: Über die Bedeutung der Wurzelknöllchen von *Alnus glutinosa* für die Stickstoffernährung dieser Pflanze. *Die landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen*, 46.
- Ike jr., A. F. and E. L. Stone*, 1958: Soil Nitrogen Accumulation Under Black Locust. *Proceed. Soil Sci. Soc. of America*, 22.
- Jensen, H. L.*, 1950: A Survey of Biological Nitrogen Fixation in Relation to the World Supply of Nitrogen. *Trans. 4. Int. Cong. Soil Sci.*, 1.
- Möller, A.*, 1912: Ein neues Vegetationshaus und seine praktische Erprobung. *Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen*, 44.
- Møller, Carl Mar: og L. Nielsen*, 1957: Et gødningsforsøg med kali og fosforsyre i en blandingskultur af ask og rødel. *Dansk Skovforen. Tidsskr.* 42.
- Nobbe, F. und L. Hiltner*, 1904: Über das Stickstoffsammelungsvermögen der Erlen und Elaeagnaceen. *Naturwiss. Zeitschr. f. Land- und Forstwirtschaft.*, 2.

- Ovington, J. D.*, 1953: Studies of the Development of Woodland Conditions under different Trees. I. Journ. of Ecology, 41.
- , 1954: " II. " " " 42.
- , 1955: " III. " " " 43.
- , 1956 a: " IV. " " " 44.
- , 1956 b: The Composition of Tree Leaves. Forestry, 29.
- , 1957: The Volatile Matter, Organic Carbon and Nitrogen Contents of Tree Species Grown in Close Stands. New Phytologist, 56.
- Plotho, O. von*, 1941: Die Synthese der Knöllchen an den Wurzeln der Erle. Arch. Mikrobiologie, 12.
- Quispel, A.*, 1954: Symbiotic Nitrogen-Fixation in Non-Leguminous Plants, I and II. Acta Botanica Neerlandica, 3.
- , 1955: " " " , III. Ibidem, 4.
- Roberg, M.*, 1934: Weitere Untersuchungen über die Stickstoffernährung der Erle. Ber. deutsh. bot. Ges., 52.
- Rostrup, E.*, 1902: Plantepatologi. København.
- Stassen und Behrisch*, 1925: Über Aufforstungen von Kalködland, insbesondere in Bezug auf die Weiserle und Schwarzkiefer in der Klosteroberförsterei Göttingen. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen, 57.
- Taubert, H.*, 1956: Über der Infektionsvorgang und die Entwicklung der Knöllchen bei *Alnus glutinosa* Gaertn. Planta, 48.
- Touborg Jensen, S.*, 1940: Referat af Forelæsninger over Jordbundslære. København. (Stensileret).
- Virtanen, A. I.*, 1957: Investigations on Nitrogen Fixation by the Alder. II. Associated Culture of Spruce and Inoculated Alder without combined Nitrogen. Physiologia Plantarum, 10.
- und *S. Saastamoinen*, 1936: Untersuchungen über die Stickstoffbindung bei der Erle. Biochem. Zeitschr. 284.
- Weis, F.*, 1932: Fortsatte fysiske og kemiske Undersøgelser over danske Hedejorder og andre Podsoldannelser. Kgl. danske Videnskaberne Selsk. Biol. Medd., 10.
- Wisth, O. M.*, 1945: Noen forstlige betraktninger omkring Verdals-skredet. Tidsskr. Skogbr., 53.

182. K. BRANDT: Proveniensenforsøg med skovfyr m. v. i Jørgensens plantage, Djursland. (Provenance Experiments with Scots Pine etc. in Jørgensen's Plantation, Djursland). S. 449.

Bd. XXII, H. 1: Nr. 183. ERIK HOLMSGAARD: Åringsanalyser af danske skovtræer. (Tree-Ring Analyses of Danish Forest Trees). S. 1. — **H. 2:** Nr. 184. H. HOLSTENER-JØRGENSEN: Floraundersøgelser i Mølleskoven. 3. beretning. (The Flora in Mølleskoven Forest. Third Report). S. 247. — Nr. 185. BRODER BEIER PETERSEN: Bladhvepsen *Lygaeonematus abietinus* Christ som skadedyr på rødgran i Sønderjylland. (*Lygaeonematus abietinus* Christ as a Pest on Norway Spruce in South Jutland). S. 275.

Bd. XXIII, H. 1: Nr. 186. V. GØHRN: Proveniensenforsøg med lærk. (Provenance Experiments with Larch). S. 1. — **H. 2:** Nr. 187. E. OKSBJERG: Rødgranens og nogle andre nåletræers jordbundsdannelse på fattig jord. (Soil Formation by Norway Spruce in Plantations on Heath, with Comments on Soil Formation by other Tree Species on poor Soil). S. 125. — **H. 3:** Nr. 188. H. A. HENRIKSEN: Forsøgsvæsenets prøveflader i *Abies*-arter. (Sample Plots of *Abies* Species). S. 281 — Nr. 189. J. LUNDBERG: Proveniensenforsøg med douglasgran. (Provenance Experiments with Douglas Fir). S. 345. — Nr. 190. H. BRYNDUM: Et hugstforsøg i eg. (A Thinning Experiment in Oak). S. 371. —

Bd. XXIV, H. 1: Nr. 191. H. A. HENRIKSEN: Sitkagranens vækst og sundhedstilstand i Danmark. (The Increment and Health Condition of Sitka Spruce in Denmark). S. 1.

Bd. XXV, H. 1: Nr. 192. C. TRESCHOW: Forsøg med rødgranraces resistens overfor angreb af *Fomes annosus* (Fr.) Cke. (Experiments for Determining the Resistance of Norway Spruce Races to *Fomes annosus* Attack). S. 1. — Nr. 193. C. TRESCHOW: Forsøg over jordbehandlings indflydelse på rødgranbevokningers resistens overfor angreb af *Fomes annosus*. (Investigation of the Effect of Soil Cultivation on the Resistance of Norway Spruce Stands to Attack of *Fomes annosus*). S. 25. — Nr. 194. B. BEIER PETERSEN and B. SØEGAARD: Studies on Resistance to Attacks of *Chermes Cooleyi* (Gill.) on *Pseudotsuga Taxifolia* (Poir.) Britt. (Undersøgelser over resistens mod angreb af *Chermes cooleyi* (Gill.) hos *Pseudotsuga taxifolia* (Poir.) Britt.). S. 35. — Nr. 195. BRODER BEIER PETERSEN: Bladhvepsen *Lygaeonematus abietinus* Christ. 2. Fortsatte bekæmpelsesforsøg og disses indvirkning på parasiteringen af larvestadiet. (The Saw-fly *Lygaeonematus abietinus* Christ. 2. Continued Control Experiments and their Effect on the Parasitism of the Laval Stage). S. 47. — Nr. 196. FR. PALUDAN og JOHS. RAFN: P. E. Müllers gødningsforsøg i rødgran i Gludsted plantage. Tilvækstforhold og trametesangreb. (P. E. Müllers Experiments with Fertilizers applied to Norway Spruce (*Picea abies*) in Gludsted plantation. Increment and *Fomes annosus* Attack). S. 63. — Nr. 197. A. YDE-ANDERSEN: Kærneråd i rødgran forårsaget af honningsvampen (*Armillaria mellea* (Vahl) Quél.) (Buttrot in Norway Spruce caused by the Honey Fungus (*Armillaria mellea* (Vahl) Quél)). S. 79. — **H. 2:** Nr. 198. H. HOLSTENER-JØR-

GENSEN: Jordbundsfysiske undersøgelser i danske bøgebevoksninger. (Physical Soil-Investigations in Danish Beech-Stands). S. 93. — **H. 3:** Nr. 199. H. HOLSTENER-JØRGENSEN: Undersøgelser af rodsystemer hos eg, bøg og rødgran på grundvandpåvirket morænejord med et bidrag til belysning af bevoksningernes vandforbrug. (Investigations of Root Systems of Oak, Beech and Norway Spruce on Groundwater-Affected Moraine Soils with a Contribution to Elucidation of Evapotranspiration of Stands). S. 225. — Nr. 200. H. HOLSTENER-JØRGENSEN: Skærmstillings og renafdrifts indflydelse på grundvandstanden på leret moræne. (Influence of Shelterwood-Cutting and Clear-Cutting on Groundwater-Table on a Fine-Textured Moraine Soil). S. 291. — **H. 4:** Nr. 201. M. SCHAFFALITZKY DE MUCKADELL: Investigations on Aging of Apical Meristems in Woody Plants and its Importance in Silviculture. (Undersøgelser over aldersforandringer i vedplanternes apikale meristemer og deres betydning for skovdyrkingen.) S. 307.

Bd. XXVI, H. 1: Nr. 202. E. C. L. LØFTING: Danmarks ædelgranproblem, 2. del. (Denmark's Silver Fir Problem, Part II). Dyrkningsbetingelserne for *Abies alba* (Mill.) og *Abies Nordmanniana* (Spach.) i Danmark. S. 1. — **H. 2:** Nr. 203. ERIK HOLMSGAARD: Kvælstofbindingens størrelse hos el. Litteraturregennemgang og en underøgelse af et plantningsforsøg. (Amount of Nitrogen-Fixation by Alder. Review of Literature and an Investigation of a Planting-Experiment). S. 251. — Nr. 204. JØRGEN DAHL og B. BEIER PETERSEN: Om virkningen af kemisk skadedyrbekæmpelse på insekter og spindler i en granskov. (On the Influence of Chemical Control on the Arthropod Fauna of a Spruce Forest). S. 271. — Nr. 205. K. NÆSS-SCHMIDT og BENT SØEGAARD: Podehøjdens indflydelse på podekvistens vækstrytme og form. (The Influence of the Grafting Height on the Development of the Scion). S. 313. — Nr. 206. H. C. OLSEN, JOHS. RAFN og E. SCHEURER: Revision af et gødningsforsøg i en stagnerende rødgrankultur i fængselsvæsenets plantage ved Sdr. Omme. (Revision of a Fertilizing Experiment on a Stagnating Norway-Spruce Stand on a Heath in Central Jutland). S. 325. — Nr. 207. H. HOLSTENER-JØRGENSEN: A Method for Sand Culture Experiments. S. 339. —

DET FORSTLIGE FORSØGSVÆSEN I DANMARK

udgives ved den forstlige forsøgskommission under redaktion af forstanderen, i hæfter sædvanlig på 5—10 ark, der udsendes fra Statens forstlige Forsøgsvæsen, Møllevangen, Springforbi. Ca. 25 ark (400 sider) udgør et bind. Prisen pr. bind er 10 kr., for skovbrugsstuderende dog 5 kr., der tages ved postgiro samtidig med udsendelsen af 1ste hæfte.

Fortegnelse over indholdet af bd. I—X, 1905—1930, beretninger nr. 1—95 og nr. 97, findes i slutningen af 10de bind og af bind XI—XX, 1930—1951, beretninger nr. 96 og 98—168, i slutningen af 20de bind. Disse fortegnelser tilsendes gratis ved henvendelse til forsøgsvæsenet.

Fortegnelse over indholdet af bd. XX—XXVI er anført på omslaget.