

Beretning nr. 209

H. HOLSTENER-JØRGENSEN:

EFTERVIRKNINGEN AF PLANTESKOLE-
PLANTERS ERNÆRINGSTILSTAND
I DET FØRSTE KULTURÅR

(THE EFFECTS OF THE NUTRITIVE CONDITION
OF NURSERY-GROWN PLANTS DURING THEIR
FIRST YEAR AFTER TRANSPLANTATION)

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

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. 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: Årtingsanalyser 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 hugst-forsøg i eg. (A Thinning Experiment in Oak). S. 371. —

**EFTERVIRKNINGEN AF
PLANTESKOLEPLANTERS ERNÆRINGS-
TILSTAND I DET FØRSTE KULTURÅR**

**THE EFFECTS OF THE NUTRITIVE
CONDITION OF NURSERY-GROWN PLANTS
DURING THEIR FIRST YEAR AFTER
TRANSPLANTATION**

AF

H. HOLSTENER-JØRGENSEN

Indledning.

I forsøgsvæsenets planteskole ved Egelund har der i de seneste år pletvis vist sig tilfælde af magnesiummangel. Mangelsymptomer er påvist i bede med rødgranplanter. Planternes yngste skud får gule nålespidser (ca. $\frac{1}{5}$ af nålelængden), som senere bliver brune (jfr. *Jessen*, 1938). I svære tilfælde bliver hele nålen brun i vinterens løb. De iagttagne symptomer optræder som nævnt først på de unge skud. For andre plantearter angives, at symptomerne optræder først på de nedre (ældre) blade, og man antager, at der sker en vandring af magnesium fra ældre til yngre skuddele (*Scheffer og Welte*, 1955). En sådan vandring synes efter en umiddelbar betragtning ikke at foregå hos rødgran.

Jordbundsanalyser i hele planteskolen viste, at der var sammenhæng mellem jordens pH og dens indhold af udbytteligt magnesium, udtrykt ved T_{Mg} (Figur 1).

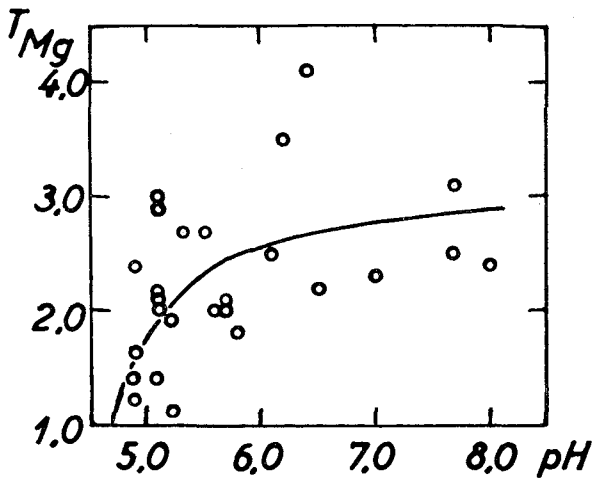


Fig. 1. Sammenhængen mellem jordens indhold af udbytteligt magnesium (T_{Mg}) og dens pH. Jordprøverne er fra Egelund planteskole.
 Fig. 1. The relationship between the content of exchangeable magnesium and the pH in the soil. The samples of soil are from the Egelund nursery.

I efteråret 1956 anlagdes et gødningsforsøg i nogle bede med 2/1 rødgran, som havde kraftige magnesiummangelsymptomer. Forsøget havde oprindeligt kun til formål at demonstrere, at de symptomer, som ansås for at være magnesiummangelsymptomer, virkelig var det. Forsøget blev derfor ikke planlagt med henblik på en statistisk udnyttelse af måleresultaterne. Udslagene blev imidlertid så store, at det dels skønnedes formålstjenligt at foretage en talmæssig opgørelse af forsøget, dels blev det besluttet at følge planterne fra de enkelte bede efter udplantning i regulære blokforsøg på tre lokaliteter. I det følgende gøres der nærmere rede for disse forsøg.

1. *Planteskoleforsøget.*

a. *Forsøgsplan m. m.*

Som nævnt blev forsøget anlagt i et parti 2/1 rødgran med svære magnesiummangelsymptomer. Der udtoges 5 nabobede af ensartet udseende til forsøget. Bedene var 90 m lange og 1 m brede, hver med gennemgående rækker. Bedene var adskilt af en 30 cm bred gang. Bedene blev gødet efter følgende plan:

Bed 1: N + P + Mg
 „ 2: N + P + K
 „ 3: N + P + K + Mg
 „ 4: N + K + Mg
 „ 5: P + K + Mg

hvor N = 500 kg $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ pr. ha udbragt d. 30/4 1957.
 „ P = 1000 kg superfosfat pr. ha „ „ 18/12 1956.
 „ K = 500 kg K_2SO_4 pr. ha „ „ 18/12 1956.
 „ Mg = 1000 kg MgSO_4 pr. ha „ „ 18/12 1956.

b. *Forsøgsresultater.*

Resultaterne af planteskoleforsøget er tidligere publiceret (se *Holstener-Jørgensen*, 1958), men gennemgås her ganske kort af hensyn til relationerne til resultaterne af målingerne på de tre forsøgsarealer, som planterne blev fordelt på i foråret 1958.

Den 7/10 1957 opgjordes, hvor mange af planterne der led af magnesiummangel i de enkelte bede. Samtidig målttes skudlængder på 50 tilfældige planter, og der udtoges jordprøver til bestemmelse af:

- 1) pH i vandig opsløsning
- 2) Fosforsyretal (F_t) (Bondorff, 1952)
- 3) Kaliumtal (T_K) (Damsgaard-Sørensen, 1941)
- 4) Magnesiumtal (T_{Mg}) (Jensen og Henriksen, 1954).

I foråret 1958 blev planterne taget op og talt og bundtet for senere at blive fordelt til de tre forsøgsarealer, som omtales nærmere i det følgende. Ved optagningen blev kun døde planter frasorteret. *Tabel 1* giver en oversigt over måleresultaterne fra planteskoleforsøget.

pH-værdierne ligger alle omkring 5.0.

Fosforsyretallet (F_t) er i middel 7.6 ± 0.59 for de fire bede, som har fået superfosfat, mens det er så lavt som 4.0 i bed 4, der ikke har fået superfosfat.

Kaliumtallet (T_K) er i middel 8.3 ± 0.43 for de fire bede, der har fået en tilførsel af kaliumsulfat, mens det kun er 2.9 i bed 1, der ikke har fået kaliumsulfat.

Magnesiumtallet (T_{Mg}) afspejler ikke klart de tilførsler af magnesiumsulfat, som de enkelte bede har fået.

Tabel 1. Oversigt over forsøgsresultater i planteskoleforsøget.
Table 1. A survey of the results of the nursery-experiment.

Bed	Tilført gødning	Reak- tions- tal pH	Fosfor- syretal F_t	Ka- lium- tal T_K	Magne- sium- tal T_{Mg}	T_{Mg}/T_K	% planter med Mg mangel	Samlet plante- antal	Topskuds- længde 1957 cm
Bed	Fertilizers applied	pH	Phos- phoric acid figure	Potas- sium figure	Magne- sium figure		Plants subject to Mg-de- ficiency	Total number of plants	Length of top shoots 1957 cm
1	NPMg	5.0	8.5	2.9	0.8	0.27	6.9	3150	9.9 ± 0.47
2	NPK	4.9	6.1	9.2	0.7	0.08	98.0	3050	7.1 ± 0.48
3	NPKMg	4.9	7.3	8.7	0.6	0.07	31.6	3350	12.9 ± 0.59
4	NKMg	4.9	4.0	8.1	1.9	0.23	14.1	3500	11.4 ± 0.50
5	PKMg	4.8	8.6	7.2	3.2	0.45	6.9	3700	9.6 ± 0.43

Kolonnen % planter med magnesiummangel viser, at magnesiummangelen er størst i bed 2, hvor 98.0 % af planterne har magnesiummangelsymptomer. For de fire bede, som har fået magnesiumsulfat, er middelværdien 14.9 ± 5.83 %. Da kaliumioner og magnesiumioner virker antagonistisk, må man regne med, at bed 2 har særlig mange magnesiummangelsymptomer,

fordi kaliumtilførsel uden samtidig magnesiumtilførsel har forstærket magnesiummangelen.

Der er en tendens til korrelation mellem graden af magnesiummangel og forholdet T_{Mg}/T_K . Korrelationskoefficienten på 0.66 er dog ikke signifikant forskellig fra 0.

Planteantallet pr. bed er mindst i bed 2 (3050), hvor magnesiummangelen er størst. Middeltallet for de øvrige bede er 3425 ± 116 .

I kolonnen *topskudslængde 1957* er anført middeltopskudslængden for de enkelte bede og middelfejlen på disse middelværdier. Kun i et tilfælde er differensen mellem to af de anførte middelværdier ikke signifikant. Det gælder forskellen mellem bed 3 og bed 4, som er 1.5 ± 0.77 cm. Alle de øvrige differenser er signifikant forskellige fra 0 med mere end 99.9 % sandsynlighed. Mangelen på gentagelser af de fem forskellige behandlinger gør, at de sikre forskelle, som findes mellem middeltopskudslængderne i de enkelte bede, ikke uden videre kan tilskrives gødningsvirkning. Det er dog værd at mærke sig, at de *tilsyneladende* gødningsudslag er følgende:

K-udslag ∞ bed 3 — bed 1 = 3.0 ± 0.75 cm med t-værdien 4.00
 Mg-udslag ∞ bed 3 — bed 2 = 5.8 ± 0.76 cm med t-værdien 7.63
 P-udslag ∞ bed 3 — bed 4 = 1.5 ± 0.77 cm med t-værdien 1.95
 N-udslag ∞ bed 3 — bed 5 = 3.3 ± 0.73 cm med t-værdien 4.52

De anførte t-værdier har 98 frihedsgrader. Ved en sandsynlighed på 95 % skal t være større end 1.985 og ved 99.9 % større end 3.40. Man bemærker, at de anførte *tilsyneladende* udslag alle er positive.

For den oprindelige problemstilling, afhjælpning af magnesiummangel, er det af interesse, at middeltopskudslængden for de fire bede, som har fået magnesiumsulfat, er 10.96 ± 0.27 cm. For bed 2 (ingen magnesiumsulfat) er middeltopskudslængden 7.06 ± 0.48 . Differensen mellem disse to middelværdier er 3.90 ± 0.59 cm med en t-værdi på 6.65. Denne t-værdi har 248 frihedsgrader. Ved 99.9 % sandsynlighed viser en tabel over t-værdier $t = 3.33$, det vil sige, at differensen er højt signifikant.

Endelig må det bemærkes, at bed 5 (PKMg) ved opgørelsen havde et tydeligt gulligt præg, som må tilskrives kvælstofmangel.

c. *Sammenfatning*

Efter den foregående gennemgang af planteskoleforsøget *tyder* resultaterne på:

- 1) Ved tilførsel af 1000 kg superfosfat pr. ha er jordens fosforsyretal hævet.
- 2) Tilførsel af 500 kg K_2SO_4 pr. ha har hævet jordens kaliumtal.
- 3) Tilførsel af 1000 kg $MgSO_4$ pr. ha har ikke klart påvirket jordens magnesiumtal. Magnesiumtilførselen har givet færre planter med magnesiummangel. Det bemærkes, at Mg-virkningen ikke helt klart kan skilles fra K-virkningen (antagonisme).
- 4) Stærk magnesiummangel giver færre planter pr. bed og kortere topskud i induktionsåret.
- 5) Alle de øvrige næringsstoffer har ligeledes givet positive udslag (N, P og K). Specielt er bemærket, at det bed, som ikke fik kvælstofgødning, led tydeligt af kvælstofmangel.

2. *Kulturforsøgene*

a. *Forsøgsarealerne.*

Planterne blev som nævnt plantet ud på tre arealer:

1) *Esrum distrikt afd. 198.* Den tidligere bevoksning var 120-årig eg med 65-årig undervækst af ær og bøg. Arealet blev afdrevet i vinteren 1956/57. Jorden er moræneler med svagt bølget overflade.

Fra den 25.—28/4 1958 blev der plantet ved skripning i mølleharvede riller. Forsøget omfatter 9 blokke med hver 5 parceller.

2) *Esrum distrikt afd. 183.* Arealet er en del af en tørvemose, som indtil vinteren 1957/58 var bevokset med birk med en 2'-etage af røn. På det nævnte tidspunkt blev birken afdrevet, mens rønnen bevaredes som skærm. Planterne blev plantet d. 28/4 og 29/4 1958, i gravede huller. Forsøget omfatter 7 blokke med hver 5 parceller.

3) *C. E. Flensborg plantage afd. 20.* Arealet er stærkt græsklædt hedesand, som før tilplantningen blev bearbejdet med stubkultivator. Planterne blev plantet d. 25.—26/4 1958. Terrainet er bølget. Forsøget omfatter 8 blokke med hver 5 parceller. Ved målingen i efteråret 1958 blev der dog kun målt i 5 naboblokke.

Om forsøgsanlægget skal iøvrigt kun meddeles, at de 5 plantepartier er udplantet efter følgende plan: 1 række med planter fra bed 1 (NPMg), derefter en række med planter fra bed 2 (NPK) o. s. v., hvorved hver blok kommer til at bestå af 5 parceller, hver bestående af en række. Parcelordenen er den samme indenfor hver blok, hvilket var nødvendigt for at administrere udplantningen.

b. Forsøgsresultater:

I efteråret 1958 målt top-skud på hver 3. plante i hver parcel — undtagen i C. E. Flensborg-forsøget. Middeltopskudslængden for hver parcel er anvendt ved den statistiske bearbejdning af det indsamlede materiale.

Tabel 2 giver en oversigt over middeltopskudslængderne for alle parceller af samme planteparti fra hvert af forsøgsarealerne.

Tabel 2. Oversigt over middeltopskudslængder i de forskellige plantepartier på de 3 forsøgsarealer.

Table 2. A survey of the mean length of top shoots in the various batches of plants in the 3 experimental areas.

	Middeltopskud cm i planteparti <i>Mean top shoot cm in batch</i>					Middelfejl eft: varians analyse	Middeltopskud for arealet
	NPMg	NPK	NPKMg	NKMg	PKMg	<i>Standard deviation according to analysis of variance</i>	<i>Mean top shoot for the area</i>
Esrum afd. 198	8.53	6.14	8.04	7.41	4.34	± 0.215	6.89 ± 0.096
„ „ 183	7.44	5.56	6.90	6.72	4.94	± 0.328	6.31 ± 0.147
C. E. Flensborg afd. 20	5.76	3.92	5.32	5.36	2.88	± 0.176	4.65 ± 0.079

Talmaterialet er iøvrigt behandlet ved en variansanalyse for hver af de tre forsøgsarealer. Denne gav følgende resultater:

Esrum afd. 198:

	Kvadrat- summer	Friheds- grader	Varians	Varians- kvotient
Mellem blokke	21.11	8	2.64	6.35
Mellem plantepartier	101.84	4	25.46	61.2
Indre variation	13.30	32	0.4156	
Totalvariation	136.25	44		

Der er mere end 99.9 % sandsynlighed for, at der er forskel mellem blokkene og mellem plantepartierne.

Esrum afd. 183:

	Kvadrat- summer	Friheds- grader	Varians	Varians- kvotient
Mellem blokke	1.31	6	0.22	0.29
Mellem plantepartier	29.70	4	7.42	9.86
Indre variation	18.08	24	0.75	
Totalvariation	49.09	34		

Der er ikke signifikant forskel mellem blokkene, men der er mere end 99.9 % sandsynlighed for forskel mellem plantepartierne.

C. E. Flensborg plantage afd. 20:

	Kvadrat- summer	Friheds- grader	Varians	Varians- kvotient
Mellem blokke	4.08	4	1.02	6.61
Mellem plantepartier	29.25	4	7.31	47.34
Indre variation	2.47	16	0.1544	
Totalvariation	35.80	24		

Der er mellem 99 % og 99.9 % sandsynlighed for forskel mellem blokkene, og der er mere end 99.9 % sandsynlighed for forskel mellem plantepartierne.

Table 3. Differenstavle for Esrum afd. 198
Table 3. Table showing differences for Esrum dept. 198

Planteparti Batch of plants	NPK	NPKMg	NKMg	PKMg	
	2.39	0.49	1.12	4.19	NPMg
		-1.90	-1.27	1.80	NPK
			0.63	3.70	NPKMg
				3.07	NKMg

For en sandsynlighed (p) for forskel er differensernes (diff) grænseværdier:

For a probability (p) of difference the limits of the differences (diff) are:

95 % < p < 98 %	0.620 < diff < 0.748
98 % < p < 99 %	0.748 < diff < 0.836
99 % < p < 99.9 %	0.836 < diff < 1.110
99.9 % < p	1.110 < diff

Tabel 4. Differenstavle for Esrum afd. 183
 Table 4. Table showing differences for Esrum dept. 183

Planteparti Batch of plants	NPK	NPKMg	NKMg	PKMg	
	1.88	0.54	0.72	2.50	NPMg
		-1.34	-1.16	0.62	NPK
			0.18	1.96	NPKMg
				1.78	NKMg

For en sandsynlighed (p) for forskel er differensernes (diff) grænseværdier:

For a probability (p) of difference the limits of the differences (diff) are:

95 %	< p	< 98 %	0.956	< diff	< 1.155
98 %	< p	< 99 %	1.155	< diff	< 1.299
99 %	< p	< 99.9 %	1.299	< diff	< 1.740
99.9 %	< p		1.740	< diff	

Tabel 5. Differenstavle for C. E. Flensborg plantage afd. 20
 Table 5. Table showing differences for C. E. Flensborg plantation dept. 20

Planteparti Batch of plants	NPK	NPKMg	NKMg	PKMg	
	1.84	0.44	0.40	2.88	NPMg
		-1.40	-1.44	1.04	NPK
			-0.04	2.44	NPKMg
				2.48	NKMg

For en sandsynlighed (p) for forskel er differensernes (diff) grænseværdier:

For a probability (p) of difference the limits of the differences (diff) are:

95 %	< p	< 98 %	0.528	< diff	< 0.642
98 %	< p	< 99 %	0.642	< diff	< 0.727
99 %	< p	< 99.9 %	0.727	< diff	< 1.001
99.9 %	< p		1.001	< diff	

Tabellerne 3, 4 og 5 viser middeldifferensen mellem topskudslængderne for de enkelte plantepartier i 1958 på de tre forsøgsarealer. Disse differenser angiver, hvor store udslagene har været af gødskningen i planteskolen i året før udplantningen.

Det skal understreges, at man slæber de forsøgstekniske mangler ved planteskeleforsøget (ingen gentagelser) med efter udplantningen. Kulturforsøgene kan uden videre give svar på, hvilke udslag man får ved at anvende udplantningsplanter af forskellig vækstlighed på de tre forsøgsarealer. Man kan derimod

T a b e l 6. Oversigt over de tilsyneladende udslag i cm for de enkelte næringsstoffer

T a b l e 6. A survey of the apparent effects in cm for the individual nutrients

Forsøgsareal: <i>Experimental area:</i>	Gødningsstof <i>Fertilizer</i>			
	N	P	K	Mg
Esrum afd. 198	3.70 ± 0.30***)	0.63 ± 0.30*)	— 0.49 ± 0.30	1.90 ± 0.30***)
Esrum afd. 183	1.96 ± 0.46**)	0.18 ± 0.46	— 0.54 ± 0.46	1.34 ± 0.46**)
C. E. Flensborg plantage, afd. 20	2.44 ± 0.25***)	— 0.04 ± 0.25	— 0.44 ± 0.25	1.40 ± 0.25***)

*) angiver mere end 95 % sandsynlighed,

*) *indicates more than 95 % probability*

***) mere end 99 % sandsynlighed og

***) *indicates more than 99 % probability and*

****) mere end 99.9 % sandsynlighed for forskel fra 0.

****) *indicates more than 99.9 % probability for difference from 0.*

ikke få et fuldgyldigt svar på, hvad eftervirkningen af de enkelte næringsstoffer har været på de tre forsøgsarealer.

Tabel 6 giver en oversigt over de tilsyneladende udslag af enkelt næringsstofferne. Den tilsyneladende kvælstofvirkning er i alle tilfælde positiv og signifikant. Det udslag, som tilsyneladende kan tilskrives fosfortilførselen, er positivt på begge Esrum-arealerne og signifikant på det ene, mens det er negativt og ikke signifikant i C. E. Flensborgs plantage. Udslagene, som kan skyldes kaliumtilførselen, er alle negative, men i intet tilfælde signifikante. Det tilsyneladende magnesiumudslag er positivt i alle tilfælde, og udslagene er signifikante på alle arealerne.

Der ser altså ud til at være forskel i udslagene på de tre arealer. Det fremgår af tabel 2, at der ligeledes var forskelle i middeltopskudslængderne på de tre arealer.

Forskellene i udslag på de tre arealer kan belyses nærmere ved et par grafiske afbildninger med tilhørende regressionsanalyser.

I figur 2 er sammenhørende værdier af middeltopskudslængder for hver af de 5 plantepartier lagt op grafisk for de to arealer på Esrum distrikt. I figur 3 er der gjort det samme for C. E. Flensborgs plantage afd. 20 og Esrum distrikt afd. 198, og i figur 4 for C. E. Flensborgs plantage afd. 20 og Esrum afd. 183.

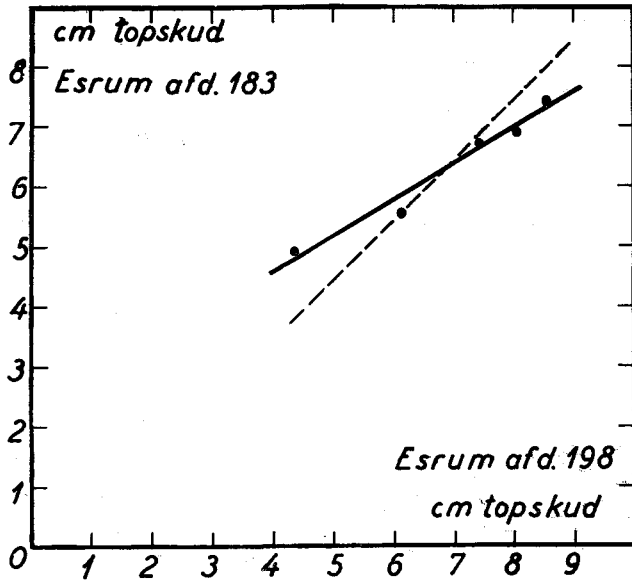


Fig. 2. Middeltopskudslængder for samme planteparti på arealet i Esrum afd. 198 og arealet i Esrum afd. 183.

Fig. 2. The mean length of top shoots for the same batch of plants in the area in Esrum dept. 198 and the area in Esrum dept. 183.

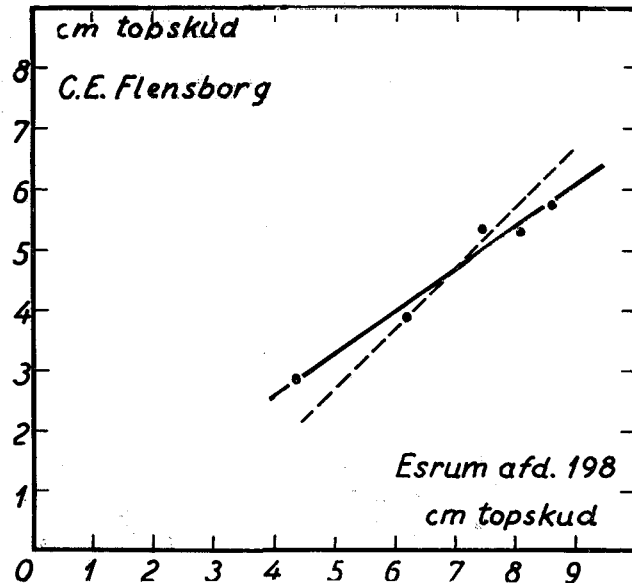


Fig. 3. Middeltopskudslængder for samme planteparti på arealet i Esrum afd. 198 og arealet i C. E. Flensborgs plantage afd. 20.

Fig. 3. The mean length of top shoots for the same batch of plants in the area in Esrum dept. 198 and the area in C. E. Flensborg's plantation dept. 20.

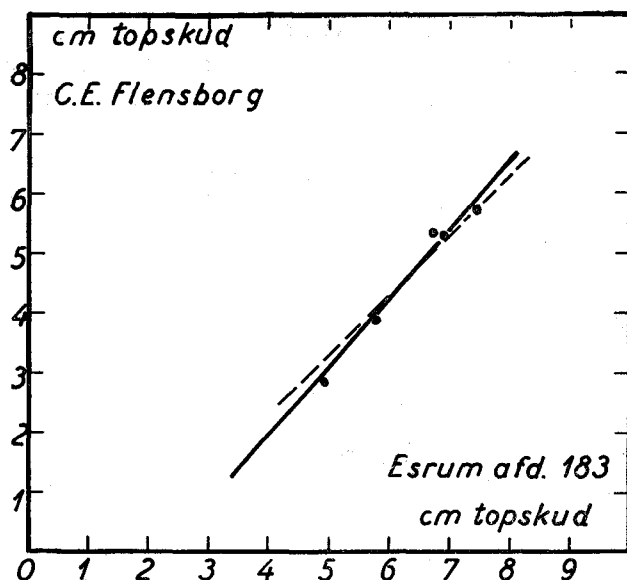


Fig. 4. Middeltopskudslængder for samme planteparti på arealet i Esrum afd. 183 og arealet i C. E. Flensborgs plantage afd. 20.

Fig. 4. The mean length of top shoots for the same batch of plants in the area in Esrum dept. 183 and the area in C. E. Flensborg's plantation dept. 20.

Punkterne i figur 2 er korrelerede med korrelationskoefficienten 0.98, som med mere end 99 % sandsynlighed er forskellig fra 0. Regressionslinien har ligningen (abscisserne uafhængige variable):

$$y = 2.18 + 0.60 x$$

Regressionskoefficienten, $b = 0.60$, er med mere end 99 % sandsynlighed større end 0. Den er endvidere med mere end 99 % sandsynlighed mindre end 1.00.

Vi må følgelig antage, at de absolutte udslag er forskellige på de to arealer.

Ligningens anden konstant, $a = 2.18$, er med mere end 99.9 % sandsynlighed større end 0, hvorefter vi må slutte, at de relative udslag er forskellige på de to arealer.

For figur 3 er korrelationskoefficienten ligeledes 0.98. Regressionsliniens ligning er:

$$y = -0.22 + 0.71 x$$

De absolutte udslag er forskellige på de to arealer, idet regressionskoefficienten med mere end 99 % sandsynlighed er større end 0 og med mellem 95 % og 98 % sandsynlighed mindre end 1.00.

De relative udslag må vi antage er lige store på de to arealer, da ligningens anden konstant, $a = -0.22$, ikke er signifikant forskellig fra 0.

I figur 4 er punkterne korrelerede med korrelationskoefficienten 0.98, der med mere end 99 % sandsynlighed er forskellig fra 0. Linien har ligningen:

$$y = -2.67 + 1.16 x$$

Regressionskoefficienten, $b = 1.16$ er med mere end 99 % sandsynlighed forskellig fra 0. Den er ikke signifikant forskellig fra 1.00, og vi må derfor antage, at de absolutte udslag er lige store på de to arealer.

Konstanten, $a = 2.67$, er med mere end 99 % sandsynlighed mindre end 0, hvorfor vi må antage, at de relative udslag er forskellige på de to arealer.

Ved opgørelsen viste det sig endelig, at nye skud hos alle planterne nu havde samme udseende. Det vil sige, at såvidt det kan bedømmes ud fra nålefarve, havde forskelle i næringsniveau udjævnet sig.

3. Sammenfatning og diskussion

Forsøgsresultaterne fra de tre kulturforsøg ligger i det store og hele på linie med resultaterne af planteskoleforsøget. Den største afvigelse finder man imellem de tilsyneladende udslag af kaliumtilførsel. I planteskoleforsøget er der en signifikant forskel i topskudslængden mellem det fuldgødede bed 3 og bed 1, som ikke havde fået kalium. Udslaget, som eventuelt kan være en kaliumvirkning, er positivt. I kulturforsøgene er det samme udslag (eftervirkning) negativt, men ikke signifikant. De forsøgstekniske mangler ved planteskoleforsøget gør, at vi må nøjes med at konstatere, at forholdet mellem vækstligheden hos de to plantepartier er blevet forskudt. Der er ikke i den fremlagte undersøgelse holdepunkter for en antagelse om, at førsteårsvirkningen af kalium har været positiv, mens eftervirkningen har været negativ (antagonisme).

Man antager normalt, at gødskning af næringsmanglende rødgran først giver sig udslag i topskudslængden det følgende år. I det foreliggende tilfælde er virkningen kommet allerede i det første år (planteskoleforsøget) og har som ventet holdt sig i det følgende år. Resultaterne af kulturforsøgene viser dog klart, at eftervirkningen er afhængig af kulturstedet, idet der er signifikante forskelle såvel i middeltopskudslængder som mellem differenserne mellem planteparterne på de tre forsøgsarealer. Denne forskel i eftervirkning støtter planteskoleforsøget (reaktion i det første år på gødskning), idet den tyder på, at planterne reagerer på kulturstedets næringsniveau i det første år efter udplantningen.

Eftervirkningen er af interesse for praksis. *Tabel 2* viser, at på arealet i Esrum afd. 198 har de NPMg-gødgede planter i middel topskud på 8.53 ± 0.22 cm, medens de PKMg-gødgede planter i middel har topskud på 4.34 ± 0.22 cm. Det bedste planteparti har altså næsten dobbelt så store topskud som det dårligste. Det er nærliggende at antage, at når en plante sætter et godt topskud i det første år efter udplantningen, så har den så store assimilationsoverskud, at den også udvikler et godt rodsystem. Hvis denne nærliggende antagelse er rigtig, vil det sige, at en vækstlig plante hurtigere heler skaderne ved en omplantning og omstiller sig til det nye voksested. Købere af udplantningsplanter må derfor foretrække vel ernærede planter.

Ved lave pH-værdier bliver jordens indhold af udbytligt magnesium (T_{Mg}) efter *figur 1* kritisk lavt. Det må derfor antages, at det vil være rigtigt at holde pH på en passende høj værdi (f. eks. 6.0) ved kalkning i planteskolen.

Kgl. skovrider *I. Jelnes* har beredvilligt stillet arealerne på Esrum distrikt til rådighed, og forstfuldmægtig *K. Brandt* har stillet areal til rådighed i C. E. Flensborgs plantage. Forstfuldmægtig *Brandt* har endvidere forestået forsøgsanlægget på sit distrikt. Jeg er begge d'herrer megen tak skyldig for deres hjælp.

SUMMARY

In the nursery of the Danish Forest Experiment Station Mg-deficiency occurs in Norway spruce plants when the Mg-content of the soil (T_{Mg}) is low. *Fig. 1* shows that T_{Mg} falls with a falling pH. The symptoms of the Mg-deficiency are the same as those described by *Jessen* (1938): Yellow needle-tips, which in severe cases turn brown

during late summer. The symptoms observed first occur in the young shoots. According to *Scheffer* and *Welte* (1955) the symptoms of Mg-deficiency first appear in the lower (older) leaves, and it is presumed that there is a progressive motion from the older to the younger parts of the shoots. On a superficial view no such motion seems to take place in Norway spruce. A fertilizer trial was established in 5 adjoining beds with heavy Mg-deficiency.

The doses were —

N	= 500 kg Ca(NO ₃) ₂ /ha,	applied on March 30, 1957
P	= 1000 kg superphosphate/ha,	„ „ December 18, 1956
K	= 500 kg K ₂ SO ₄ /ha,	„ „ „ „ „
Mg	= 1000 kg MgSO ₄ /ha,	„ „ „ „ „

The results of measurements after one growing season (*Table 1*) seem to indicate —

- (1) By the application of 1000 kg superphosphate per hectare the phosphoric acid ratio in the soil (F₁) was raised.
- (2) An application of 500 kg K₂SO₄ per hectare has raised the potassium ratio in the soil (T_K).
- (3) An application of 1000 kg MgSO₄ per hectare has not clearly influenced the magnesium ratio in the soil (T_{Mg}) but has reduced the Mg-deficiency.
- (4) Heavy Mg-deficiency gives fewer plants per bed and a shorter top shoot in the year of induction.
- (5) All the other nutrients have also shown a positive reaction (N, P and K). The bed without nitrogen suffered perceptibly from nitrogen deficiency.

In spring 1958 the five batches of plants were transplanted in block-experiments in three areas for the purpose of studying the effects of the different states of nutrition. The three areas were —

- ① a clear-cutting (oak and beech, Esum dept. 198) on moraine clay,
- ② a boggy area with a shelter of *Sorbus aucuparia* L. (Esum dept. 183),
- ③ a grass-grown moorland (C. E. Flensburg, dept. 20).

Each block consisted of one row of plants from each of the five batches, i.e. five plots. In autumn 1958 the lengths of the top shoots were measured on a representative number of plants (*Table 2*).

Analyses of variance (see pp. 378—379) show that in area ① there are significant differences between the blocks and between the plants from the various batches, in area ② between the plants from the various batches, and in area ③ between the blocks and between the plants from the various batches.

Tables 3, 4 and 5 show the mean differences between the lengths of the top shoots for each batch of plants in the three experimental areas. Table 6 gives a survey of the *apparent* effects of each individual nutrient. In the case of nitrogen the effect is positive and significant in all instances, whereas the P-effect is positive in both Esrum areas and significant in one of them. The P-effect is negative and not significant in the C. E. Flensborg area. The K-effect is in all instances negative but not significant (positive in the nursery-experiment!).

Figs. 2, 3 and 4 show coherent values of the mean lengths of the top shoots for the areas two and two. The correlation coefficients are in all instances high (Fig. 2: $r = 0.98$; Fig. 3: $r = 0.98$; Fig. 4: $r = 0.987$) and significant.

An analysis of the regression constants shows that in the case of Fig. 2 there are significant differences both in the absolute and in the relative effects. In the case of Fig. 3 there are significant differences in the absolute effects, and in the case of Fig. 4 in the relative effects.

It is generally presumed that fertilization of Norway spruce has no effect upon the lengths of the top shoots until the following year. The experiments show that effect is obtained both in the first year (the nursery-experiment) and in the second year (the planting-experiment).

The second year-effects further show that foresters must be interested in well-nourished nursery-plants, which must be considered better suited for transplantation. Table 2 shows that the NPMg-fertilized plants have a mean top shoot of 8.53 ± 0.22 cm, whereas the PKMg-fertilized plants have a mean top shoot of 4.34 ± 0.22 cm. Thus, the top shoots in the best batch of plants are nearly double the length of those in the poorest batch.

ANVENDT LITTERATUR

- Bondorff, K. A., 1952: Studier over jordens fosforsyreindhold VI. Jordfosforsyrens opløselighed i fortyndet svovlsyre. Tidsskrift for planteavl, København, 55.
- Damsgaard-Sørensen, P., 1941: Kationsombytning i Jorden. Tidsskrift for planteavl. København, 46.
- Holstener-Jørgensen, H., 1958: Magnesiummangel hos rødgran i en planteskole. Dansk Skovforenings Tidsskrift, 43.
- Jensen, H. L. and Henriksen, Aa., 1954: Microbiological and chemical determination of magnesium in the soil. Acta Agr. Skand., 5.
- Jessen, W., 1938: Kalium- und Magnesiummangelerscheinungen und Wirkung einer Düngung mit Kaliumchlorid und Kalimagnesia auf das Wachstum verschiedener Holzarten. Ernährung der Pflanze, 35, Berlin.
- Scheffer, F. und Welte, E., 1955: Lehrbuch der Agriculturchemie und Bodenkunde II: Pflanzenernährung. Stuttgart.

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 rødgranracers 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 jordbehandlingens indflydelse på rødgranbevoksningers 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) Qué.) (Buttrot in Norway Spruce caused by the Honey Fungus (*Armillaria mellea* (Vahl) Qué.). S. 79. — **H. 2:** Nr. 198. H. HOLSTENER-JØRGENSEN: Jordbunds fysiske 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. — H. 3: Nr. 208. ERIK HOLMSGAARD og H. C. OLSEN: Vejrets indflydelse på bøgens frugtsætning. (The Influence of Weather on Beech Mast). S. 345. — Nr. 209. H. HOLSTENER-JØRGENSEN: Eftervirkningen af planteskoleplanters ernæringstilstand i det første kulturår. (The Effects of the Nutritive Condition of Nursery-Grown Plants during their first Year after Transplantation). S. 371. — Nr. 210. H. HOLSTENER-JØRGENSEN: Indfygning af jord i en plantages vestrand. (Drift of Soil into the Western Edge of a Plantation). S. 389.

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.