

Forsøgsarkiv

131

Beretning Nr. 131.

CARL MAR: MØLLER OG D. MÜLLER

AANDING I ÆLDRE STAMMER

(DIE ATMUNG IN ALTEN STAMMTEILEN)

(Særtryk af det forslige Forsøgsvæsen i Danmark, XV)

MCMXXXVIII

INDHOLD AF BD. XI—XV, H. 2.

Bd. XI. Nr. 96. C. H. BORNEBUSCH: The Fauna of Forest Soil (Skovbundens Dyreverden), S. 1. — Nr. 98. A. OPPERMANN og C. H. BORNEBUSCH: Nørholm Skov og Hede (La forêt et la lande de Nørholm), S. 257. — Nr. 99. Hedeskovenes Foryngelse I—II (Verjüngung der Heidewälder I—II), S. 361. — Nr. 100. A. OPPERMANN: Lawsoniens Vækst i Danmark (Chamaecyparis Lawsoniana Parl. in Denmark), S. 377. — Nr. 101. A. OPPERMANN: Bøgekvas (Reisholz der Rotbuche), S. 395.

Bd. XII. Nr. 104. A. OPPERMANN: Egens Træformer og Racer (Les configurations et races du chêne).

Bd. XIII, H. 1: Nr. 102. C. H. BORNEBUSCH: Dybtgaaende Jordbundsundersøgelser, Hedeskovenes Foryngelse III (Tiefgehende Bodenuntersuchungen), S. 1. — Nr. 103. A. OPPERMANN: Nordmannsgranens Vækst i Danmark (Abies Nordmanniana in Dänemark), S. 51. **H. 2:** Nr. 105. C. H. BORNEBUSCH: Skovbundsfloraen i Mølleskoven (The flora in »Mølleskoven«), S. 57. — Nr. 106. FR. WEIS: Beplantningsforsøg paa et afføgent Sande (Boisement d'un terrain du sable mouvant éventé), S. 63. — Nr. 107. C. H. BORNEBUSCH: Et Udhugningsforsøg i Rødgran (Ein Durchforstungsversuch in Fichte), S. 117. — Nr. 108. MATH. THOMSEN: Sprøjtemidler til Bekæmpelse af Chermes paa Ædelgran (Spritzmitteln gegen Chermes auf Weisstannen), S. 215. **H. 3:** Nr. 109. C. H. BORNEBUSCH og FOLKE HOLM: Kultur paa trametesinficeret Bund med forskellige Træarter (Replanting of areas infected with Polyporus annosus), S. 225. — Nr. 110. C. MUHLE LARSEN: To gamle fynske Egeprøveflader (Zwei alte Eichenprobeflächen auf Fünen), S. 265. **H. 4:** Nr. 111. E. C. L. LØFTING: Bjergfyrbbevoksninger paa Hedebund og deres Foryngelse, Hedeskovenes Foryngelse IV (Mountain pine plantations in Jutland and their conversion into forests of more valuable tree-species), S. 305. **H. 5:** Nr. 112. C. H. BORNEBUSCH: Proveniensforsøg med Rødgran (Ein Provenienzversuch mit Fichte), S. 325. — Nr. 113. FOLKE HOLM: Abies grandis i Danmark (Abies grandis in Denmark), S. 379. — Nr. 114. C. H. BORNEBUSCH: Forsøgsvæsenets Ordning og Ledelse, IX, S. 409.

Bd. XIV, H. 1: Nr. 115. E. C. LØFTING: Bevaring af stormfældet Gran (Aufbewahrung von sturmgeschlagenem Fichtenholz), S. 1. — Nr. 116. POUL LARSEN: Regenererende Kulsyreassimilation hos Askegrene (Regenerierende Kohlensäureassimi-

AANDING I ÆLDRE STAMMER

AF

CARL MAR: MØLLER OG D. MÜLLER

Indledning.

Kultveilteudskillelsen fra Træstammer skyldes den stadige Produktion af CO_2 ved Aanding i Stammens levende Celler. Da Barkens Korkhud er vanskelig gennemtrængelig for Luftarter, opstaar der i Stammen ret høje CO_2 -Tryk og lave Iltryk (BERGSTRÖM, DESVAUX). Under naturlige Forhold bliver sikkert en stor Del af den dannede Kultveilte med Transpirationsstrømmen ført til Bladene.

Aandingen i Træstammer er tidligere blevet undersøgt med følgende tre Formaal:

1) at bestemme Tørstoftabet ved Aanding i Stammer som et Led i Stofproduktionsligningen, saaledes i Arbejder af BOYSEN JENSEN (1—4), JOHANSSON og MÜLLER, 2) at sammenligne Livsvirksomhederne i Stammen under Vækst og Hvile, Undersøgelser af JOHANSSON, MÜLLER og SIMON samt 3) at undersøge Saarpirringen: Oplysninger herom findes hos MÜLLER og OPITZ, hvor ogsaa den ældre Litteratur er citeret.

Formaalet med nærværende Undersøgelse var at bestemme Størrelsen af Aandingen i forskellige Dele af ældre Stammer — fra Marven udefter til og med Barken. Undersøgelsen har yderligere givet nogle Oplysninger om, hvor Saarpirringen især virker, og om Tørstoftabet ved Aanding i ældre Stammer over 40 Aar.

Undersøgelsen er blevet til paa Initiativ af Carl Mar: Møller, Aandingsbestemmelserne er udført af D. Müller. Vi skylder en hjertelig Tak til kgl. Skovrider JUST HOLTEN og kgl. Skovrider A. HOLTEN, uden hvis Hjælp Undersøgelsen ikke havde kunnet gennemføres.

Carlsbergfondet har ydet Støtte til Undersøgelsen, og vi fremfører vor bedste Tak herfor.

Metodik.

1. Plantematerialet og dets Behandling. Undersøgelserne er udført paa Bøg (*Fagus silvatica L.*), Eg (*Quercus robur L.*), Ask (*Fraxinus excelsior L.*) og Rødgran (*Picea abies (L.) Karst.*).

Træerne fældedes Dagen før Forsøgene, og 0.5—1 m over Rodhalsen afsavedes en 50 cm lang Stammetrille, Diameter 30—45 cm, nogle af Egene lidt større. Der optoges en Beskrivelse af Træet og dets Standplads. Umiddelbart før Forsøgene afsavedes omtrent paa Midten af Stammetrillen en 5.5 cm tyk Skive, der atter savedes og kløvedes itu som vist paa Fig. 1. Derved fik vi til Forsøgene en Række Sæt af fir-kantede Klodser med en Størrelse paa $5.5 \times 2.5 \times 2.5$ cm; hvert Sæt omfattende 4 Klodser, der indbyrdes var omtrent ens, et Sæt indeholdt de ældste Aarringe (f. Eks. 0—7), et andet de næstældste o. s. v. Kun de 4 yderste Stykker, der omfattede de yngste Aarringe, blev lidt større eller mindre. Straks efter bestemtes Klodsernes Friskvægt. Derpaa anbragtes de i en Vakuumeekssikkator, som udpumpedes i 30 Minutter for saa vidt muligt at fjerne den ophobede Kultveilte. Efter BERGSTRØM er der ca. 5% CO₂ i Stammeluften af ældre Naaetræer. 1 Klods af hver 4 dræbtes med Kloroform, hvori den nedsænkedes under Evakueringen¹⁾.

2. Bestemmelse af CO₂-Udskillelsen. Umiddelbart efter Evakueringen foretoges Bestemmelser af CO₂-Udskillelsen i Serie efter ca. 1, 3 og 5 Timers Forløb. Det er her af yderste Vigtighed at faa Sikkerhed for, om den udskilte Kultveilte virkelig skyldes Aanding i levende Celler eller den skyldes andre Iltninger af Stoffer i Cellerne. For at undersøge dette, blev der anvendt to forskellige Fremgangsmaader. Dels blev af hvert Sæt een Klods dræbt ved Behandling med Kloroform, hvad der erfaringsmæssigt bringer Respirationen ned til Nul, dels blev det, da Respirationensintensiteten paavirkes stærkt af Temperaturen, undersøgt, hvilken Virkning lav og høj Temperatur (+2° og +20°) havde paa CO₂-Udskillelsen fra Stammen. Det viste sig, at de to indbyrdes helt forskellige Metoder førte til samme Resultat, saaledes at det er muligt med Sikkerhed at fastslaa, hvor meget af CO₂-Udskillelsen, der skyldes Respiration.

CO₂-Udskillelsen bestemtes i Præparatglas med flad Bund 4.3 cm Diameter, 10 cm høje, lukkede med paraffinerede Korkpropper. I Glasene affipetteredes 5 ccm 0.05 n Baryumhydroxydopløsning (80 g Ba (OH)₂, 8 aq + 50 g BaCl₂ + 10 ccm 0.5% alkoholisk Opløsning af Kresolfalein + 10 Liter H₂O). I Træklodserne indhamredes 2 Naale, som blev stukket ind i Proppen, hvormed Præparatglasset straks efter Barytpaafyldningen lukkedes. Samtidig monteredes en Del Præparatglas med Barytopopløsning, men uden Stammestykker. Alle Glassene stilledes

¹⁾ Kloroformbehandlingen bevirker i nogle Tilfælde (Tabel 3 og 5, Rødgran og Ask), at det døde Hjærteved udskiller mere CO₂ (eller en anden flygtig Syre?). Vi mente først, at det skyldtes en mindre effektiv Udsugning af ophobet CO₂, men Kontrollforsøg, hvor alle Klodser udsugedes samtidig uden Kloroform, og derpaa nogle behandlede med Kloroform, viste, at Fænomenet ikke skyldtes Mangler ved Kloroformbehandlingen.

i Termostat, BaCO₃-Hinden fjernes ved med Mellemrum at ryste Glassene forsigtigt. Efter Forsøgstidens Udløb titreredes med 0.05 n HCl, 1 ccm heraf = 0.22 mg CO₂.

Beregningseksempel. Rødgran, Aarring 40—51 + Bark, Tørvægt 18.9 g. Henstillet 70 Minutter. Forbrug af HCl efter Forsøg 16.72 ccm, Kontrolglas forbrugte 23.46 ccm HCl, Titreringsdifferens 6.74 ccm $\frac{6.74 \times 0.22 \times 60 \times 1000}{18.9 \times 70} = 67.2$ mg CO₂ pr. kg Tørstof pr. Time.

Iltoptagelsen bestemtes paa nogle af Klodserne med KROGH's Mikrorespirationsapparat.

Efter Forsøgene tørredes Klodserne ved 100° til konstant Vægt. Tørstofprocenterne er samlede for sig i Tabel 10. Middelfejlen paa Gennemsnittet er udregnet af Formlen

$$\pm \sqrt{\frac{\sum D^2}{n(n-1)}}$$

3. Tørstoftabet ved Aanding. For gennem Forsøgene at faa en — omend kun tilnærmet — Forestilling om Aandingen i hele Stammer af saadanne Dimensioner (30—45 cm Diameter), bestemtes i nogle Tilfælde Klodsernes Areal og Arealet af hele den til hver Klods svarende Vedring og heraf Rumfanget. Klods 5 paa Fig. 1 bestemtes f. Eks. til 33.5 ccm = 3.6 % af Vedringens. 924 ccm. Af Tørvægten paa Klods 5 udregnedes derpaa Vedringens Tørvægt.

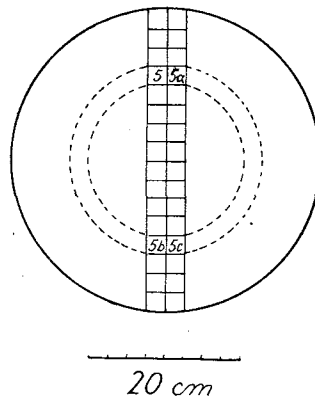


Fig. 1. Billedet viser, hvorledes Parallelklodserne blev udskåret til Forsøg.

Die Figur zeigt, wie die Parallelklötze für die Versuche ausgeschnitten wurden.

CO₂-Udskillelse fra Kærne-, Hjærte- og Splintved, Kambium og Bark.

De fire undersøgte Træarter Bøg, Eg, Ask og Rødgran kan efter Veddets Opbygning og dermed Aandingen i Stammen deles i to Grupper: Paa den ene Side Bøg som Repræsentant for Splintræerne, paa den anden Side de 3 andre, hvis ældre Ved hovedsagelig bestaar af døde Celler. Saadant dødt Ved kaldes i det følgende Hjærteved. Ifølge WHITE, FAUL og Mc. DOUGAL & BROWN indeholder ogsaa Hjærteved nogle levende Celler.

Splint-, Hjærte- og Kærneved: Splintved eller blot Splint er Ved, der indeholder en betydelig Mængde levende Celler, Vedparenkym- og Marvstraaleceller, og hvori Transpirationsstrømmen ude-

lukkende eller hovedsagelig foregaar. De yderste Aarringe er hos alle Træer Splintved. Hos nogle Træarter (Rødgran, Eg og Ask blandt de her undersøgte) omdannes de Aarringe, der er ældre end 2—60 Aar, til Hjærteved. Hos andre, f. Eks. Bøg, omdannes de ældre Aarringe i Regelen ikke til Hjærteved. Den ældre Del af Veddet, som indeholder faa eller ingen levende Celler, kaldes af STRASBURGER (Über d. Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen. 1891) og WARMING (Den almindelige Botanik, Kbhvn. 1900) Kærneved. Da imidlertid Forstmænd i Overensstemmelse med BÜSGEN (Bau und Leben unserer Waldbäume. 3. Aufl. 1927) og O. G. PETERSEN (Forstbotanik, 2. Udg. 1920) med Kærneved betegner Ved, som har en fra Splinten afvigende i Regelen mørkere Farve, anser vi det for praktisk at indføre en Fællesbetegnelse for det fysiologisk set ens, ældre, døde Ved og har dertil valgt Ordet Hjærteved (Engelsk: Heartwood, Norsk: Malmved)¹⁾. Saaledes er alt det ældre Ved hos Rødgran, Eg og Ask Hjærteved. Hvis Hjærteveddet er anderledes farvet end Splinten, kaldes det efter forstlig Sædvane Kærneved. Vi faar da følgende Inddeling af Træerne:

- I. Splinttræer er Træer, som i Regelen mangler Hjærteved, f. Eks. Bøg.
- II. Hjærtevedtræer
 - a) Træer med Hjærteved, men uden Kærneved, f. Eks. Rødgran.
 - b) Træer med Hjærteved, hvoraf en større eller mindre Del kan være Kærneved, f. Eks. Ask.
 - c) Kærnetræer. Alt Hjærteved er Kærneved, f. Eks. Eg.

CO₂-Udskillelse fra Splinttræer: Bøg.

I Tabel 1 er givet en Oversigt over Forsøgene med Bøg, og Fig. 2—4 er en grafisk Illustration af Forholdene. Det ses paa Fig. 2 og 3, at CO₂-Udskillelsen fra det ældre Ved er ret konstant og uafhængig af Veddet's Alder — ved 2^o ca. 2—4 mg og ved 20^o 10—20 mg CO₂ pr. 1 kg Tørstof pr. Time. Da CO₂-Udskillelsen er saa afhængig af Temperaturen, er der ingen Tvivl om, at den er et Maal for Aandingens Størrelse. I Overensstemmelse hermed slaar Kloroformbehandling CO₂-Udskillelsen ned til et Minimum. Det kan fastslaas, at Bøgestammer kan have levende Celler og Respiration i det mindste i 100 Aarringe. Da der ikke foregaar nogen Nydannelse af Celler i det ældre Ved, kan man slutte, at een og samme Celle i Bøgen kan aande og være aktivt livsvirksom i over 100 Aar.

I det yngre Ved, Kambium og Bark er Aandingen større og størst i de yngste Stykker, der omfatter de yngste Aarringe

¹⁾ I mange Henseender var det fristende at erstatte Betegnelserne Splint- og Hjærteved med aktivt og passivt Ved.

Tabel 1. mg CO₂ udskilt pr. kg Tørstof pr. Time.

Bøg 1. Decbr. Alder 109 Aar. Ingen Rødkærne. Sti- velse i Aarring 77 og ud- effer. Diameter: 42 cm.	Aarringe	0-9	10-16	17-25	26-32	33-42	43-51	52-61	62-76	77-92	93-109 + Bark
	ved 2 ⁰	3.9	2.0	2.4	2.3	1.4	2.1	2.4	4.8	6.6	15.5
	ved 20 ⁰	14.9	11.6	10.4	9.3	10.6	11.2	11.6	21.2	35.4	80.0
<p>Gennemsnit: Aarring 0-61 v. 2⁰ 2.4 mg CO₂ } Q₁₈⁰ = 4,7 v. 20⁰ 1.13 mg CO₂ }</p> <p>Aarring 62-109 + Bark v. 2⁰ 9.0 mg CO₂ } Q₁₈⁰ = 5.0 v. 20⁰ 45.5 mg CO₂ }</p>											
Bøg 2. Juni. Alder 91 Aar. Ingen Rødkærne. Diameter: 40 cm.	Aarringe	0-7	8-16	17-24	25-32	33-39	40-49	50-62	63-77	78-91 + Bark	
	ved 20 ⁰	22.8	18.8	12.6	16.9	11.8	12.6	22.7	33.0	98.5	
	<p>Gennemsnit: Aarring 0-48 15.9 mg CO₂ Aarring 50-91 + Bark 51,4 mg CO₂</p>										
Bøg 3. Juli. Alder 105 Aar. Med Rødkærne fra Aarring 0-28. Diameter: 40 cm.	Aarringe	0-8	9-16	17-23	24-31	32-36	37-48	49-65	66-86	87-105 + Bark	
	ved 25 ⁰	3.1	0.7	1.4	12.6	36.2	45.1	44.8	55.0	124.0	
Bøg 4. August. Alder 62 Aar. Ingen Rødkærne. Diameter: 31 cm.	Aarringe	0-6	7-16	17-24	25-36	37-48	49-62 + Bark				
	ved 2 ⁰	2.6	2.7	3.6	4.4	6.9	12.9				
	ved 15 ⁰	10.0	10.4	9.8	11.6	13.4	50.0				
	ved 20 ⁰	20.9	19.7	20.4	34.5	40.1	106.5				
	ved 20 ⁰ (Kloroformbeh.)	3.7	2.5	2.6	—	1.6	3.8				
<p>g Tørstof i Vedringen 115.5 214.1 287.5 319.2 439.0 717.3 ialt: 1977 g mg CO₂ pr. Time fra Vedringens Masse ved 15⁰ 1.16 2.25 2.83 3.71 5.85 35.6 ialt: 51.51 mg CO₂ Aandingstabet ved 15⁰ = 51.51 mg CO₂ pr. Time pr. 1977 g Tørstof. Aandingstabet ved 15⁰ = 18.8 g CO₂ = 11.5 g Tørstof pr. Maaned pr. 1 kg Tørstof. Procentisk Tørstofftab i August = 1.15%. Herfra skal trækkes ca. 10% i Henhold til Kloroformforsøg: 1.0%.</p>											
Bøg 5. Oktober. Alder 97 Aar. Med Rødkærne fra Aarring 0-45. Diameter: 42 cm.	Aarringe	0-11	12-21	22-33	34-45	46-59	60-75	76-88	89-97 + Bark		
	ved 2 ⁰	1.6	1.4	2.7	5.0	4.8	5.5	4.4	8.7		
	ved 20 ⁰	1.4	1.2	2.6	2.7	41.1	26.4	25.3	88.1		
	ved 20 ⁰ (Kloroformbeh.)	3.6	—	3.8	3.3	7.5	4.0	3.3	20.1		

+ Kambium og Bark. Af Tabel 2 ses Aandingsintensiteten Aarring for Aarring i det yngre Ved og Barken. Det er især i yngste Aarring + Kambium og i Bark + Kambium, at vi finder den intensive Aanding. Ogsaa cytologiske Undersøgelser (FRITZSCHE) viser, at Antallet af levende Celler aftager med Splintens Alder. Dog er den respiratoriske Aktivitet i det ældre Splintved, over 30—50 Aar gammelt, uafhængig af Alderen,

Tabel 2.

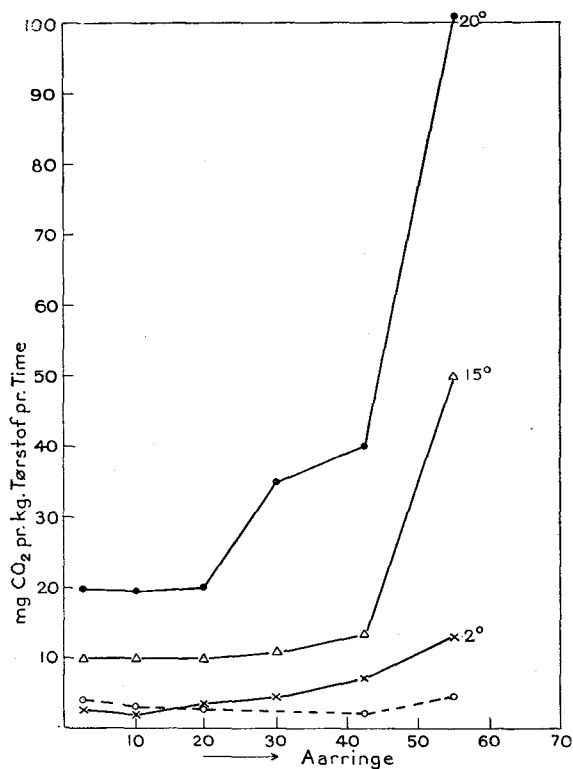
	mg CO ₂ dannet ved Aanding pr. kg Tør- stof pr. Time ved 20 ^o
Bøg, 91 Aar. Juni.	
Aarring 78—80	36
» 81—83	41
» 83—86	43
» 87—89	51
» 90—91 + Kambium	149
Bark + Kambium	269
Ask, 55 Aar. Juli.	
Aarring 39—42	68
» 43—48	80
» 49—51	122
» 52—55 + Kambium	314
Bark + Kambium	209
Rødgran, 53 Aar. Juli.	
Aarring 44—45	12
» 48—50	43
» 51—53 + Bark	334

hvilket kunde tyde paa, at Antallet af levende Celler synker til et vist lavt, men konstant Tal.

Bøg med Rødkærne (Tabel 1, Bøg 3 og 5, Fig. 4). CO₂-Udskillelsen fra Rødkærnen er ganske lav, paavirkes ikke af Temperaturen og Kloroformering og skyldes derfor ikke Aanding, men samme Aarsager som omtalt under CO₂-Udskillelse fra Hjærteved. Fysiologisk er Bøgens Rødkærne Hjærteved, og da det er mørktfarvet Hjærteved, er der al mulig Grund til at kalde Bøgens Rødkærne for Kærneved, selvom Optræden af Rødkærne muligvis ofte er patologisk betinget.

CO₂-Udskillelse fra Hjærtevedtrær: Rødgran,
Eg og Ask.

I Tabel 3—5 er givet en Oversigt over Forsøgene med Rødgran, Eg og Ask. Fig. 5 viser CO₂-Udskillelsen fra Rødgran.



○ --- ○ --- ○ kloroformerede Stykker ved 20°.
(chloroformiert, Versuchsp. 20°)

Optrukne Linier: Ikke kloroformerede Stykker ved 2°, 15° og 20°.
(Aufgezogene Linien: Nicht chloroformierte Stücke bei 2°, 15° und 20°)

Fig. 2. Bøg 4. August. 62 Aar gl. Uden Rødkærne. Værdierne paa Aarring 55 gælder Aarring 49—62 + Bark.
(Buche. 62 Jahre alt, ohne »falschen Kern«. Die Werte von Jahresring 55 sind für Jahresring 49—62 + Baumrinde gültig).

Lignende Billeder vilde Tallene for Eg og Ask give, kun den store Forskel i Tørstofprocent paa Hjærte- og Splintved er særegen for Rødgran.

Det ses, at CO₂-Udskillelsen fra Hjærteveddet er ret uafhængig af Temperaturen og ikke slaas ned ved Kloroformbehandling. Man maa heraf slutte, at CO₂-Udskillelsen ikke skyldes

Aandingsprocesser i Hjærteveddet, og at dette altsaa er dødt. Man kunde tænke sig, at CO_2 -Udskillelsen alene hidrørte fra CO_2 ophobet i det døde Væv. Herpaa tyder ogsaa, at CO_2 -Udskillelsen fra Hjærteved er noget aftagende under Forsøget, som Tallene i Tabel 6 viser. Af denne ses yderligere, at en Evakuerings-tid længere end 30 Minutter ikke er nødvendig — og endnu

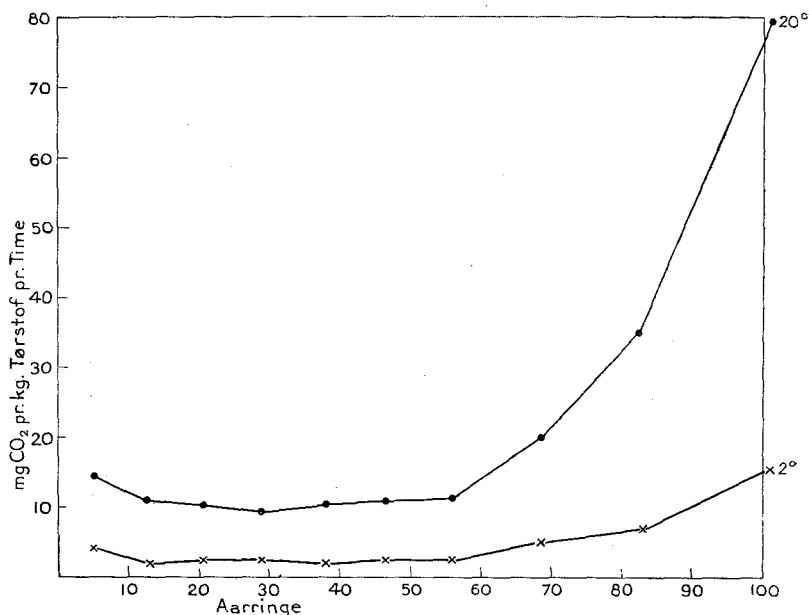


Fig. 3. Bøg 1. December. 109 Aar gl. Uden Rødkærne. Værdierne paa Aarring 101 gælder Aarring 93—109 + Bark.

(Buche. Dec. 109 Jahre alt, ohne »falschen Kern«. Die Werte von Jahresring 101 sind für Jahresring 93—109 + Baumrinde gültig.)

en vigtig Ting: Det er ikke muligt at bringe CO_2 -Udskillelsen til Ophør i Løbet af 24—48 Timer hos Eg. Askens Hjærteved forholder sig som Egens, medens CO_2 -Udskillelsen fra Rødgranens Hjærteved undertiden er 0.

I nogle Forsøg sammenlignedes CO_2 -Udskillelsen fra Egens Kærneved med Iltoptagelsen paa Paralleklodser i KROGH's Mikro-respirationsapparat med følgende Resultat: Kærneved af Eg ved 25° havde pr. kg Tørstof pr. Time en CO_2 -Udskillelse paa 9.3 ccm og 8.5 ccm, og tilsvarende Stykker havde en Iltabsorption paa 5.9—6.8 ccm og 6.0—6.5 ccm, $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$ mellem 1.3—1.6.

Tabel 3. mg CO₂ udskilt pr. kg Tørstof pr. Time.

[9]

Rødgran 1. Decbr. Alder 59 Aar. Hjærteved fra Aarring 0—44. Diameter: 35 cm.	Aarringe	0—5	6—12	13—18	19—23	24—28	29—33	34—38	39—44	45—51	52—59 + Bark
	ved 2 ^o	0	0	0	0	0	0	0	0.7	4.1	13.2
	ved 20 ^o	0	0	0	0	0	0	0	3.5	38.7	82.1
Rødgran 2. Jan. Alder 54 Aar. Hjærteved fra Aarring 0—22. Diameter: 32 cm.	Aarringe	0—6	7—11	12—16	17—22	23—30	31—39	40—48	49—54 + Bark		
	ved 2 ^o	0.2	0.1	0.2	0.4	2.0	2.0	2.0	9.4		
	ved 20 ^o	0.2	0.1	0.2	1.4	12.9	12.3	15.1	52.2		
Rødgran 3. Aug. Alder 42 Aar. Hjærteved fra Aarring 0—30. Diameter: 31 cm.	Aarringe	0—5	6—11	12—17	18—25	26—34	35—42 + Bark				
	ved 2 ^o	0.4	0.6	0.5	0.7	1.4	10.0				
	ved 15 ^o	1.0	1.2	1.3	1.3	9.4	62.9				
	ved 20 ^o	2.4	1.6	1.4	5.4	12.5	107.0				
	ved 20 ^o (Kloroformbehandlet)		5.3	5.8	6.3	6.9	14.4				
g Tørstof i Vedringen		97	132	198	287	366	454	ialt: 1534 g			
mg CO ₂ pr. Time fra Vedringens Masse ved 15 ^o —		—	—	—	—	3,5	28,8	ialt: 32.3 mg CO ₂ .			
Aandingstab ved 15 ^o = 32.3 mg pr. Time pr. 1534 g Tørstof.											
» » 15 ^o = 15.2 g CO ₂ = 9.3 g Tørstof pr. Maaned pr. kg Tørstof.											
Procentisk Tørstoffab i August 0.93%. Herfra skal trækkes ca. 10% i Henhold til Kloroformforsøg = 0.84%.											

121

Tabel 4. mg CO₂ udskilt pr. kg Tørstof pr. Time.

Eg 1. Decbr. Alder 74 Aar. Diameter 50 cm. Kærneved fra Aarring 0—56. Diameter: 49 cm.	Aarringe	0—6	7—14	15—21	22—29	30—37	38—46	47—56	57—67	68—74 + Bark
	ved 2 ^o	2.4	2.4	2.7	2.6	3.2	3.2	2.3	5.0	12.4
	ved 20 ^o	7.3	6.4	5.9	5.6	5.7	6.1	6.7	31.6	91.0
	Gennemsnit: Aarring 0—56 v. 2 ^o 2,7 mg CO ₂ } Q ₁₈ ^o = 2,3 v. 20 ^o 6.2 mg CO ₂ }									
	Aarring 57—74 v. 2 ^o 8.8 mg CO ₂ } Q ₁₈ ^o = 7.0 + Bark v. 20 ^o 61.3 mg CO ₂ }									
Eg 2. Aug. Alder 70 Aar. Diameter 36—40 cm. Kærneved fra Aarring 0—54. Diameter: 38 cm.	Aarringe	0—6	7—15	16—26	27—38	39—54	55—65	66—70 + Bark		
	ved 2 ^o	4.6	4.0	4.2	3.9	4.5	5.0	31.0		
	ved 15 ^o	6.6	6.5	6.3	6.1	5.9	16.6	114.1		
	ved 20 ^o	7.0	7.0	5.6	5.9	6.1	34.5	172.0		
	ved 20 ^o (Kloroformbehandlet)	8.1	6.9	6.5	6.8	6.9	11.8	14.6		
g Tørstof i Vedringen		150	250	415	544	636	629	810	ialt: 3433 g	
mg CO ₂ pr. Time fra Vedringens Masse ved 15 ^o		—	—	—	—	—	10.4	92.0	ialt: 102.4 mg CO ₂	
Aandingstabet ved 15 ^o = 102.4 mg CO ₂ pr. Time pr. 3433 g Tørstof.										
» » 15 ^o = 21.5 g CO ₂ = 13.2 g Tørstof pr. Maaned pr. 1 kg Tørstof.										
Procentisk Tørstofftab i August 1.32%. Herfra skal trækkes ca. 10% i Henhold til Kloroformforsøgene: 1.2%.										

Disse Forsøg kunde tyde paa, at der ved Luftens Iltryk dannes nogen CO_2 , eventuelt andre flygtige Syrer, ved Iltninger i de døde Celler. Noget lignende er iagttaget af BECQUEREL, der fandt, at døde Frø — dels dræbte Hvedekorn, dels selvdøde Frø af

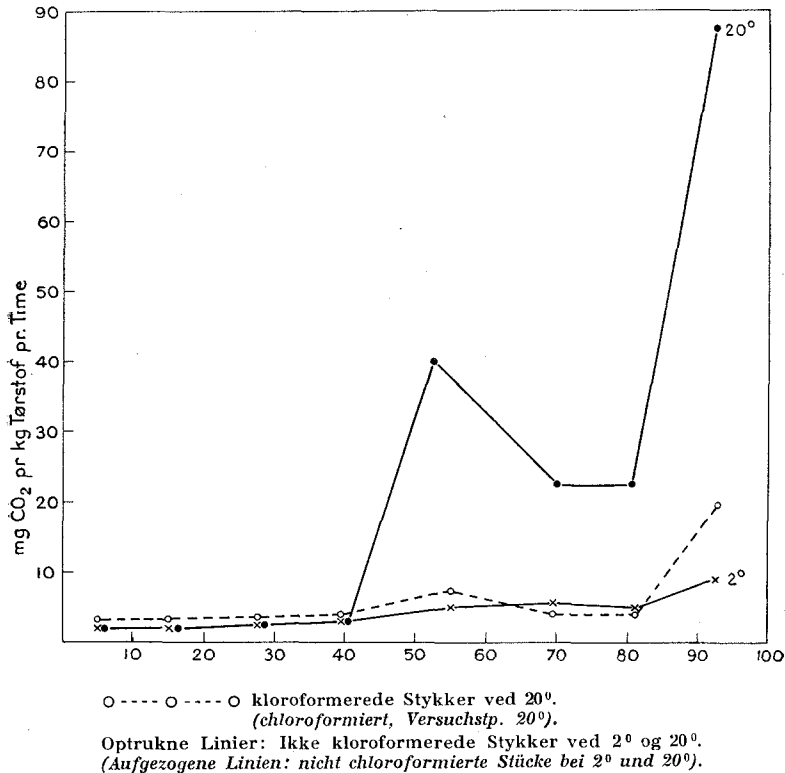


Fig. 4. Bøg 5. Oktober. 97 Aar gl. Med Rødkærne til Aarring 45. Værdierne paa Aarring 93 gælder Aarring 89—97 + Bark.

(Buche. Okt. 97 Jahre alt, mit »falschen Kern« bis Jahresring 45. Die Werte von Jahresring 93 sind für Jahresring 89—97 + Baumrinde gültig.)

Ricinus — stadig optager Ilt og afgiver CO_2 , Kvotienten $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 1.02-0.18$.

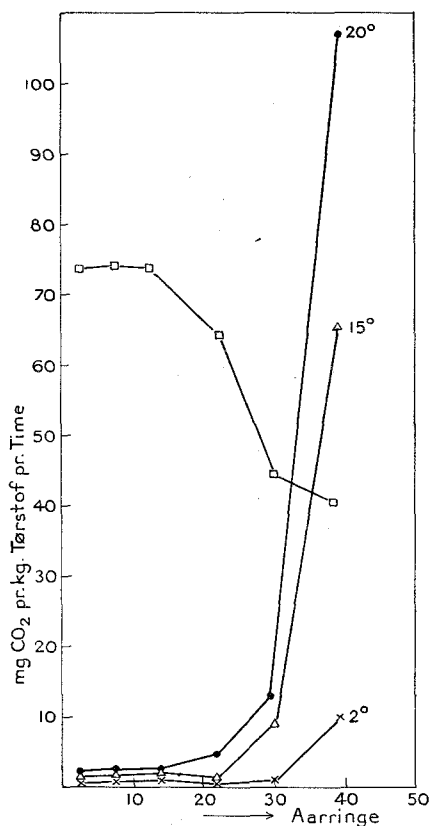
Hjærtevedtræernes Splint, Kambium og Bark forholder sig som hos Splintræet Bøg: Der er en stor Aanding, størst i de Stykker, der omfatter de yngste Aarringe, Kambium og Bark. I Tabel 2 er Aandingen fulgt Aarring for Aarring i det yngste Ved og Barken.

Tabel 5. mg CO₂ udskilt pr. kg Tørstof pr. Time.

Ask 1. Jan. Alder 77 Aar. Kærne fra Aarring 0—21. Diameter: 32 cm.	Aarringe	0—5	6—10	11—15	16—21	22—28	29—40	41—54	55—67	68—77 + Bark			
	ved 2 ^o	0.8	0.5	0.9	1.2	1.0	0.5	0.5	1.0	2.4			
	ved 20 ^o	2.0	1.2	1.1	1.5	6.9	4.7	4.7	5.9	28.3			
	Gennemsnit: Aarring 0—21 v. 2 ^o 0.9 mg CO ₂ } Q ₁₈ ^o = 1.7 v. 20 ^o 1.5 mg CO ₂ }												
	Aarring 22—77 v. 2 ^o 1.1 mg CO ₂ } Q ₁₈ ^o = 9.2 + Bark v. 20 ^o 10.1 mg CO ₂ }												
Ask 2. Juni. Alder 83 Aar. Stivelse fra Aarring 46—83. Diameter: 53 cm.	Aarringe	0—6	7—12	13—16	17—18	19—24	25—32	33—40	41—44	45—47	48—54	55—65	66—83 + Bark
	ved 20 ^o	7.9	3.0	3.4	2.6	3.9	4.3	5.2	4.7	8.2	19.1	38.9	91.8
Ask 3. Aug. Alder 49 Aar. Hjærteved fra Aarring 0—30. Diameter: 34 cm.	Aarringe	0—5	6—9	10—13	14—19	20—30	31—49 + Bark						
	ved 2 ^o	4.5	4.3	0.7	0.9	1.8	16.7						
	ved 15 ^o	5.5	5.3	2.9	1.9	3.3	38.5						
	ved 20 ^o	6.8	4.9	2.9	2.9	4.3	118.2						
	ved 20 ^o (Kloroformbehandlet)	8.0	7.7	—	6.7	4.2	16.2						
g Tørstof i Vedringen		134				206	329	480	628	810	ialt: 2587 g		
mg CO ₂ pr. Time fra Vedringens Masse ved 15 ^o		—				—	—	—	—	31.5	mg		
Aandingstab ved 15 ^o = 31.5 mg pr. Time pr. 2587 g Tørstof.													
» » 15 ^o = 8.8 g CO ₂ = 5.4 g Tørstof pr. Maaned pr. kg Tørstof.													
Procentisk Tørstofftab i August 0.54%. Herfra skal trækkes ca. 10% i Henhold til Kloroformforsøg: 0.49%.													

Om Aandingens Afhængighed af Temperaturen.

Aanding er afhængig af Temperaturen. Mellem Minimum og Optimum stiger Intensiteten til det 2—3-dobbelte for hver 10° Temperaturen stiger, hvilket udtrykkes ved at skrive $Q_{10^{\circ}} =$



□—□—□ Tørstofprocent (Trockenstoffprozent).
De andre Kurver angiver CO₂-Udskillelsen ved 2°, 15° og 20°.
(Die übrigen Kurven zeigen die CO₂-Ausscheidung bei 2°, 15° und 20°).

Fig. 5. Rødgran 3. August. 42 Aar gl. Hjærteved til Aarring 30.
Værdierne paa Aarring 39 gælder Aarring 35—42 + Bark.
(Fichte. August. 42 Jahre alt. Reifholz bis 30. Jahresring. Die Werte
von Jahresring 39 sind für Jahresring 35—42 + Baumrinde gültig.)

2—3. Ved Temperaturer i Nærheden af Minimum er Stigningen større. For spirende Ærter fandt KUYPER $Q_{20-20^{\circ}} = 5.8$. $Q_{20-20^{\circ}}$ kan beregnes af Tabellerne. For Splintved af Bøg findes 4.7, 5.0, 7.3 og 7.7; for Splintved af Rødgran 6.0 og 6.9; for Splintved af Eg 5.7 og 7.0 og for Splintved af Ask 7.1 og 9.2. Nogle af

disse Værdier er større end Kuypers for Ærter. Men Tallene viser med absolut Sikkerhed, at CO_2 -Udskillelsen skyldes Aanding. I de Tilfælde, hvor CO_2 -Udskillelsen foregaar fra dødt Hjærteved, er $Q_{20-20} = 2$ eller mindre.

Saarpirring.

Grene er det Planteobjekt, paa hvilket man først har iagttaget en Stigning i Aandingen som Følge af Saaring, en Saarpirring (BOEHM, se MÜLLER). Aandingen kan i Løbet af 2—flere Døgn stige til det 4-dobbelte af Aandingen straks ved Afskæ-

Tabel 6.

Kærneved af Eg evakueret før Forsøg i	mg CO_2 udskilt pr. kg Tørstof pr. Time ved 25°. Juli. Tid efter Evakueringen			
	Straks	5 Timer	24 Timer	48 Timer
15 Minutter.....	4,1	3,1	1,8	2,0
30 »	3,8	2,8	2,0	2,0
60 »	3,1	3,4	3,0	

ringen. Stigningen sætter ind ved Afskæringen, men Virkningen naar først Maximum i Løbet af 2—flere Dage efter Saaringen, langsomst ved lav Temperatur. Da Saarpirringen kun er virksom ved Ilttilgang og maaske til Dels, men ikke udelukkende, hænger sammen med den rigeligere Ilttilgang, er Virkningen størst, naar Grenene sønderdeles stærkt (MÜLLER, OPITZ). Vi har netop ved disse Forsøg arbejdet med stærkt sønderdelte Stykker og har paa den Maade faaet visse Oplysninger om, hvor i Stammen Saarpirring er virksom.

I det ældre Splintved af Bøg er den absolutte Stigning i Aandingen kun ringe, i hvert Fald i de første 5—6 Timer efter Ituskæringen. I det yngre Splintved hos alle undersøgte Træarter kan der ved 15°—20° paavises Forøgelse i Aandingen i de første Timer efter Afskæring, saaledes som det fremgaar af Tabel 7. Saarpirringen synes stærkest paa de Klodser, der foruden de yngste Aarringe omfatter Kambium og Bark, procentisk er Stigningen dog omtrent den samme. Saarpirringen sætter ind straks, Tallene for Aandingen er derfor for høje; men vi mener dog, at de i Tabellerne 1, 3, 4 og 5 angivne Tal for

Aanding i det mindste er af den rigtige Størrelsesorden og har i det følgende Afsnit benyttet nogle til Beregning af Tørstofabet ved Aanding.

Vi har overvejet, om man ved Ekstrapolering ud fra Bestemmelser efter 1, 3 og 5 Timers Forløb kunde komme til rigtigere

Tabel 7.

	mg CO ₂ udskilt pr. kg Tørstof pr. Time v. 20°. Timer efter Evakuering			
	0—2	2—5	5—8	8—10
Eg (123 Aar) Splint. Juni.				
Aarring 108—115	42	50	70	
» 116—123 + Kambium + Bark	132	170	239	
Eg (74 Aar) Splint. December.				
Aarring 57—67	32	44	—	
Aarring 68—74 + Kambium + Bark .	91	125	132	
Ask (55 Aar) Splint. Juli.				
Aarring 20—34	36	32	40	
» 35—55 + Kambium + Bark .	107	120	144	
Bøg (91 Aar) Juni. Ingen Rødkærne.				
Aarring 17—24	11	13	14	
» 40—49	11	13	14	
» 63—77	33	32	34	
» 78—91 + Kambium + Bark ..	98	103	—	
Bøg (105 Aar) Juli. Ingen Rødkærne.				
Aarring 66—86	52	55	61	
» 87—105 + Kambium + Bark .	114	124	145	186
Rødgran (53 Aar) Juli.				
Aarring 45—53 + Kambium + Bark ..	46	53	63	
Rødgran (59 Aar) December.				
Aarring 45—51	29	—	39	
» 52 + Kambium + Bark	64	—	82	

Begyndelsesværdier. Det kan formentlig gøres ved en større gennemført Analyse, men i det foreliggende Arbejde har vi nøjedes med at benytte Værdierne: mg CO₂ udskilt 3—5 Timer efter Evakueringen.

PRINTZ, som nylig har undersøgt Aanding i Kviste, Grene og Stammer (Diameter indtil 9 cm, Alder indtil 25 Aar) bl. a. paa Ask, mener, at den af MÜLLER og OPITZ omtalte Saarpirring ikke skyldes Saaring, men en Temperaturstimulus. PRINTZ sammenligner denne Temperaturpirring med det fra Grene, Kartoffler o. a. kendte Fænomen, at Aandingen i Organer, der har været opbevaret nogen Tid ved lav Temperatur, er højere ved f. Eks. 20° end i Organer, som hele Tiden har været opbevaret ved 20°. Den forøgede Aanding efter Kuldebehandling skyldes sikkert Sukkerophobning og er sidst undersøgt af BARKER.

Da PRINTZ har undersøgt Grenene, først ved Temperaturer under 0° og derpaa ved +15°, er det sandsynligt, at en Del

Tabel 8.

		Tørstofftab ved Aanding i % af Tørstof	
		I August v. 15°	pr. Aar ved Maanedernes Middeltemperatur
Eg	70-aarige Stammestykker	1,2 %	6,0 %
Bøg	62- » »	1,0 %	5,0 %
Ask	49- » »	0,5 %	2,5 %
Rødgran	42- » »	0,8 %	4,0 %

af den fundne Stigning i Aanding skyldes en saadan Temperaturvirkning. Imidlertid sammenlignedes ved MÜLLER's Forsøg altid Grenstykker paa 20 cm med Grenstykker paa 9 cm. De korte Grenstykker havde altid den største Stigning i Aandingsintensitet, selvom Snitfladerne var dækkede med Kakaosmør. Desuden var Grenene, Vinterforsøgene undtaget, ikke udsat for Temperaturer, der kunde foraarsage Sukkerophobning. Vi mener derfor, at det ved MÜLLER's Forsøg hovedsagelig har drejet sig om en Saarpirring og ikke en Temperaturpirring.

Om Tørstoffabet ved Aanding.

BOYSEN JENSEN (1—3) har gjort opmærksom paa, at Aandingstabet i Stamme og Grene er en væsentlig Faktor i Stofproduktionsligningen eller Tilvækstligningen, som Skovbrugere

kalder den: Tørstofproduktion ved Kulsyreassimilation (Bruttoproduktion) \div Tørstofftab ved Aanding, Blad-, Gren- og Rodtab = Stofproduktion (Nettoproduktion eller Tilvækst).¹⁾

Det er imidlertid slet ingen let Opgave at bestemme Tørstofftabet ved Aanding i Stamme og Grene, især af følgende Grunde: For det første fordi Saaringen af Stammedele forøger Aandingen, dernæst fordi en Del af Aandingskultveiltten under naturlige Forhold vilde genassimileres i de unge Grenes grøn-

Tabel 9. Tørstofftab pr. Aar ved Aanding i Stamme og Grene i % af Tørstof.

<i>Picea abies</i>	Grene 4—12 Aar gl.	11,3 %	D. MÜLLER
» »	Helt Træ, 14 Aar gl.	8,5 %	BOYSEN JENSEN (1)
» »	» » 20 » »	7,4 %	—
» »	Stammestykke, 42 Aar gl.	4 %	
<i>Fagus sylvatica</i> ...	Grene 4—12 gl.	8,4 %	D. MÜLLER
» » ...	Hele Træer 22—24 Aar gl.:		
	Klasse I	10,0—10,7 %	BOYSEN JENSEN
	» II	10,3 %	& MÜLLER
	» III	4,4—4,8 %	—
» » ...	Stammestykke, 62 Aar gl.		
	uden Rødkærne	5 %	
<i>Quercus robur</i>	Stammestykke, 70 Aar gl.	6 %	
<i>Fraxinus excelsior</i>	Grene, 4—12 Aar gl.	19,2 %	D. MÜLLER
» »	Hele Træer, 12—14 Aar gl.:		
	Klasse I	12,7—13,1 %	BOYSEN JENSEN
	» II	10,3—12,7 %	& MÜLLER
	» III	6,4—8,8 %	—
» »	34 Aar gl. Træ	2,8 %	BOYSEN JENSEN (1)
» »	Stammestykke, 49 Aar gl. .	2,5 %	

kornførende Celler, og endelig fordi en Del af Kultveiltten udskilles fra døde Stammedele.

Saaringens Indflydelse formindskes til et Minimum, naar man ved Aandingsbestemmelserne benytter lange Gren- og Stammestykker som i BOYSEN JENSEN'S Forsøg. LARSEN (1) har nøjere undersøgt den besparende (regenererende) Kulsyreassi-

¹⁾ Den saaledes bestemte Tilvækst er dog, som det vil ses, ikke identisk med den Tilvækst, Skovbrugerne i Almindelighed taler om. Den er større, idet den ogsaa indbefatter Rodens Tilvækst.

milation i unge Askegrene og fundet, at Aandingstabet i Askebevoksninger paa 12—15 Aar herved nedsættes 20—25% under de af BOYSEN JENSEN fundne Værdier.

Endelig kan man undgaa at medregne som Tab den i Veddet ophobede CO_2 ved den her benyttede Metode: Sammenligning mellem CO_2 -Udskillelse fra Ved ubehandlet og behandlet med Kloroform.

Af Tabellerne 1 og 3—5 fremgaar, hvor stort Tørstoftabet ved Aandingen er, og hvorledes det er beregnet. Her skal blot tilføjes et Par Bemærkninger til yderligere Forklaring. I Kolonnen kaldt: mg CO_2 pr. Time fra Vedringens Masse... er kun angivet Aandingstabet. F. Eks. i Tabel 4, Eg 2 er CO_2 -Udskillelsen fra Kærneved (Aarring 0—54) omtrent den samme ved 2°, 15° og 20° samt i de kloroformbehandlede Stykker. Denne CO_2 -Udskillelse har derfor intet med Aanding at gøre, Aandingstabet er lig Nul. I Splint og Splint + Bark (Aarring 55—70 + Bark) afhænger CO_2 -Udskillelsen af Temperaturen og formindskes stærkt ved Kloroformering, en Del af CO_2 -Udskillelsen skyldes derfor Aanding, og Aandingstabet ved 15° i Vedringens Tørstof er beregnet. Heraf udregnes Aandingstabet pr. kg Tørstof i August ved 15° og g CO_2 omsættes til g Tørstof ved Multiplikation med $\frac{1.62}{2.64}^1$). Af det procentiske Tørstoftab 1.2% i August har vi beregnet Tørstoftabet pr. Aar til 6.0%, idet BOYSEN JENSEN og MÜLLERS Forsøg viser, at Tørstoftabet ved Aanding i August er ca. 20% af Tørstoftabet pr. Aar. Tallene er sammenstillede i Tabel 8. Disse Tal gør naturligvis kun Krav paa at vise, af hvilken Størrelsesorden Aandingstabet i ældre Stammer hos Splint- og Hjærtevedtræer er. Nøjagtigere Tal kan vi først faa ved flere Gentagelser især om Sommeren — Aandingstabet i de kolde Vintermaaneder kan man næsten se bort fra. Man kan indvende, at den anvendte Metode giver særlig stor Saarpirring — derom vil vi henviser til det foregaaende Afsnit. Til Gengæld tillader den valgte Metodik at kunne skelne mellem CO_2 hidrørende fra ophobet CO_2 i Vævene og virkelig ved Aandingen dannet CO_2 . Alene denne sidste, og hele denne sidste, bør bogføres som Stoftab.

I Tabel 9 er givet en Oversigt over Aandingstabet i Stam-

¹⁾ 1 Molekyle Stivelse, $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$, med Molekylvægt 162 iltes til Vand og 6 Molekyler CO_2 med Molekylvægt 6×44 .

mer og Grene, saaledes som det fremgaar af ældre og foreliggende Undersøgelser. Det ses, at Aandingstabet er størst i unge Træer og Grene, hvor det udgør 8—15% aarlig, medens det i ældre Stammestykker dog endnu udgør 2,5—6% af Tørstoffet.

Aandingstabet maa altsaa ogsaa i Højskov være af Betydning for Tilvæksten. Vi mener derfor, det kunde være af Betydning at skaffe mere indgaaende Oplysning om dets Størrelse i ældre Stammedele. Som nævnt kunde det gøres ved at gentage Maalingerne flere Gange i Løbet af Sommermaanederne.

Sammenfatning.

- 1) Ældre Træstammer — over 40 Aar gamle — af Rødgran, Bøg, Eg og Ask er undersøgt for Aanding og CO₂-Udskillelse.
- 2) Den fra Veddet udskilte CO₂ kan enten have været absorberet — i saa Fald kan Udskillelsen næsten ikke paavirkes af Temperatur og Kloroformbehandling; eller den kan være dannet ved Iltning af organisk Stof i døde Celler — i dette Tilfælde paavirkes Udskillelsen ikke af Kloroformbehandling; eller endelig kan CO₂ stamme fra Aanding i levende Celler — kun i sidstnævnte Tilfælde paavirkes CO₂-Udskillelsen stærkt af Temperaturen og hæmmes af Kloroformbehandling. Det er herved muligt at beregne, hvor meget af den udskilte CO₂, der skyldes Aanding i levende Celler.
- 3) Hos Splintræer, f. Eks. Bøg, kan der findes levende Celler og Respiration i alle Træets Aarringe helt op til 100 Aar gamle Aarringe. Hos Hjærtevedtræer stammer den fra Hjærteveddet udskilte CO₂ fra døde Celler. Levende Celler og Respiration findes kun i Splinten, Kambium og Bark. Bøgens Rødkærne forholder sig som Hjærteved.
- 4) I Tabel 8 er angivet Tørstoffabet ved Aanding i % af Tørstof for ældre Stammestykker. Da Tallene kun er udregnet ud fra enkelte Analyser, gør de kun Krav paa at angive Størrelsesordenen af det aarlige Tørstoffab ved Aanding i ældre Stammedele, som værende omkring 2,5—6% baade hos Splint- og Hjærtevedtræer.

Tabel 10. Tørstofprocenter.

Eg. Gennemsnit af Kærneved = 54.8% \pm 0.27% (34 Bestemmelser)										
» » Splint + Bark = 55.0% \pm 0.52% (12 Bestemmelser)										
Eg 1 Januar Kærneved 0—55	Aarringe	0—6	7—14	15—21	22—29	30—37	38—46	47—56	57—67	68—74 + Bark
	Tørstofpct.	56.5 55.6	56.1 54.5	58.5 54.0	53.2 53.0	52.2 54.6	51.9 52.3	52.3 52.0	52.8 53.4	53.0 52.7
Eg 2 August Kærneved 0—54	Aarringe	0—6	7—15	16—26	27—38	39—54	55—65	66—70 + Bark		
	Tørstofpct.	54.0 55.9	54.2 54.8	55.6 54.6	56.8 56.7	54.0 54.3	55.7 56.8	53.7 54.4		
		56.7 55.1	56.7 55.0	55.3 54.1	56.1 55.8	54.4 54.6	57.8 56.6	56.4 56.2		

Tabel 10. Tørstofprocenter.

[21]

Ask. Gennemsnit af Hjærteved = 64.0% \pm 0.77% (29 Bestemmelser) » » Splint + Bark = 65.7% \pm 0.35% (25 Bestemmelser)											
Ask 1 Januar Hjærteved 0-21	Aarringe	0-5	6-10	11-15	16-21	22-28	29-40	41-54	55-67	68-77 + Bark	
	Tørstofpct.	60.0 62.4	62.5 62.0	60.7 61.8	57.8 58.2	65.5 64.6	66.7 66.7	67.3 67.4	66.2 67.4	62.8 62.5	
Ask 2 Juni.	Aarringe	0-6	7-12	13-16	17-18	19-24	25-32	33-40	41-44	45-47	48-54
	Tørstofpct.	67.5	67.0	66.3	65.0	66.0	66.3	68.0	65.4	66.2	66.7
	Aarringe	55-65	66-83 + Bark								
	Tørstofpct.	67.8	63.7								
Ask 3 Aug. Hjærteved 0-30	Aarringe	0-5	6-9	10-13	14-18	19-30	31-49 + Bark				
	Tørstofpct.	58.1 56.8	61.9 59.9	67.3 65.7	68.2 69.0	67.8 69.1	62.5 64.5				
		58.2 59.0	61.7	66.8 68.0	68.5 69.1	68.1 69.3	62.1				
						67.7 67.3					

Tabel 10. Tørstofprocenter.

Bøg. Gennemsnit af Kærneved = 61.0% \pm 0.49% (12 Bestemmelser)											
» » Splint+Bark = 58.0% \pm 0.49% (65 Bestemmelser)											
Bøg 1 Dec.	Aarringe	0—9	10—16	17—25	26—32	33—42	43—51	52—61	62—76	77—92	93—109 + Bark
	Tørstofpct.	62.5 65.0	63.3 63.8	63.7 63.0	64.0 63.3	63.0	62.4 63.1	63.8 63.0	64.1 64.7	54.0 64.5	58.1 60.2
Bøg 2 Juni.	Aarringe	0—7	8—16	17—24	25—32	33—39	40—49	50—62	63—77	78—91 + Bark	
	Tørstofpct.	57.0	55.3	58.4	54.4	56.3	53.8	50.0	53.6	56.9	
Bøg 3 Juli. Kærneved 0—28	Aarringe	0—8	9—16	17—23	24—31	32—36	37—48	49—65	66—86	87—105 + Bark	
	Tørstofpct.	60.5	59.7	59.8	59.4	62.2	59.3	59.4	60.3	55.2	
Bøg 4 Aug.	Aarringe	0—6	7—16	17—24	25—36	37—48	49—62 + Bark				
	Tørstofpct.	60.2 59.1 59.7 59.5	57.2 55.3 56.5 55.7	54.9 54.7 55.5 55.3	55.1 55.5 55.4 55.1	55.1 56.4 55.6 56.2	55.1 56.5 55.1 55.6				
Bøg 5 Okt. Kærneved 0—45	Aarringe	0—11	12—21	22—33	34—45	46—59	60—75	76—88	77—97 + Bark		
	Tørstofpct.	61.6 62.8	61.8 64.3	61.8 60.7	60.0 60.4	60.4 59.0	55.4 54.2	53.1 50.3	53.6 52.9		

Tabel 10. Tørstofprocenter.

Rødgran. Gennemsnit af Hjærteved = 72.4% ± 0.62% (55 Bestemmelser)											
» » Splint + Bark = 41.1% ± 1.15% (30 Bestemmelser)											
Rødgran 1 Dec. Hjærteved 0—44	Aarringe	0—5	6—12	13—18	19—23	24—28	29—33	34—38	39—44	45—51	52—59 + Bark
	Tørstofpct.	73.4 78.4	66.9 70.3	69.6 68.9	68.6 73.2	74.2 74.0	72.1 69.8	76.0 73.8	63.0 72.5	35.3 39.9	40.1 38.7
Rødgran 2 Januar Hjærteved 0—22	Aarringe	0—6	7—11	12—16	17—22	23—30	31—39	40—48	49—54 + Bark		
	Tørstofpct.	76.0 75.5	69.7 60.6	70.2 67.7	65.8 64.2	53.7 54.4	33.7 21.8	30.7 30.6	37.5 37.8		
Rødgran 3 Aug. Hjærteved 0—30	Aarringe	0—5	6—11	12—17	18—25	26—34	35—42 + Bark				
	Tørstofpct.	74.0 74.5	73.0 74.5	73.6 75.9	64.8 71.0	46.3 47.1	42.2 40.8				
		74.5 77.3	75.6 77.8	74.6 72.5	61.5	42.7 42.0	40.6 39.9				
Rødgran Dec. Hjærteved 0—30	Aarringe	0—5	6—12	13—19	20—24	25—30	31—35	36—40	41—46 + Bark		
	Tørstofpct.	72.9 74.8	75.0 76.4	75.4 76.0	75.8 75.7	73.3 74.3	42.7 41.5	33.2 35.8	40.8 42.9		
Rødgran Sept. Hjærteved 0—23	Aarringe	0—5	6—11	12—23	24—38	39—48 + Bark					
	Tørstofpct.	76.8 77.9	75.3 75.1	68.3 66.9	51.2 52.1	43.4 44.2					

DIE ATMUNG IN ALTEN STAMMTEILEN

ZUSAMMENFASSUNG

Die Atmung in 40—100-jährigen Stammteilen von *Picea abies* (Rødgran), *Fagus sylvatica* (Bøg) *Quercus robur* (Eg) und *Fraxinus excelsior* (Ask) wurde untersucht. Aus 0,5 m langen Stammstücken wurde eine 5,5 cm dicke Scheibe ausgesägt und wie Fig. 1 zeigt in $2,5 \times 2,5 \times 5,5$ cm grosse Klötze zerteilt. Die Klötze sind 4 und 4 einigermassen vergleichbar. Von den 4 Parallelklötzen wurde einer bei 2°, einer bei 15°, einer bei 20° und einer nach Chloroformbehandlung untersucht. Die Klötze wurden in Präparatgläsern ($10 \times 4,3$ cm) mit Baryumhydroxydlösung beschickt aufgehängt. Nach 1 Stunde wurde mit 0,05 n HCl titriert, gleich wieder mit Baryt beschickt und sodann weiter nach ungefähr 3,5 und mit unter mehreren Stunden. Kernholz von *Quercus* und *Fagus* (»falscher Kern«), Reifholz von *Fraxinus* und *Picea* geben CO_2 ab. Es war möglich zu zeigen, dass diese CO_2 -Ausscheidung nicht von Atmung herrührt, indem sie mit und ohne Chloroformbehandlung und bei 2° und 20° ungefähr dieselbe war.

Die vom Splintholz, Kambium und Baumrinde ausgeschiedenen CO_2 -Mengen rühren indessen wesentlich von Atmung her. Dies wird dadurch bewiesen, dass die CO_2 -Ausscheidung bei 20° zwischen 5 und 9 mal so gross ist wie bei 2° und dass die CO_2 -Ausscheidung nach Chloroformbehandlung auf ein Minimum herabsinkt. In Buchen ohne Kernholz wurde in dieser Weise mit Sicherheit Atmung in 100 Jahren altem Holz nachgewiesen (Tabelle 1, Bøg 1 und 2).

In einigen Versuchen wurde das Gewicht der einzelnen Versuchsklötze in Prozent des angehörigen Stammringes ermittelt. Daraus liess sich dann die Atmung in dem entsprechenden Stammring berechnen und durch Addition wurde die Atmung in der ganzen Stammscheibe gefunden (Tabelle 1, Bøg 4, Tabelle 3, Rødgran 3, Tabelle 4, Eg 2 und Tabelle 5, Ask 3). Der Verlust an Trockensubstanz im Monat August bei 15° (Mitteltemperatur vom August in Dänemark) wurde hieraus errechnet. Nach den Versuchen von BOYSEN JENSEN u. MÜLLER ist der Atmungsverlust im August 20% von dem jährlichen Atmungsverlust (Buche und Esche). Auf dieser Grundlage wurde der jährliche Atmungsverlust in 50—70-jährigen Stammstücken ermittelt und mit den in der Literatur zu findenden Werten in Tabelle 9 zusammengestellt. Die gefundenen Zahlen sind von derselben Grössenordnung wie die früher mit anderer Methodik gefundenen.

LITTERATUR

- BARKER, J.: The effect of temperature-history on the respiration/sugar relation. Proc. Roy. Soc. London B. 112, 316, 1936.
- BECQUEREL, P.: Recherches sur la vie latente des graines. Ann. sci. nat. bot. 9. ser. Bd. 5, 193, 1907.
- BERGSTRÖM, H.: Sågspåns och hacks förändring vid lagring. Kolsyra i ved från växande träd. Svenska Skogsvårdsfören. Tidskr. 21, 359, 1923.
- BOYSEN JENSEN, P.: Studier over Stofproduktionen i Skov. Dansk Skovforen. Tidsskr. p. 306, 1921.
- Undersøgelser over Stofproduktionen i yngre Bevoksninger af Ask og Bøg II. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 10, 365, 1930.
 - Respiration i Stamme og Grene af Træer. Svenska Skogsvårdsfören. Tidskr. 31, 239, 1933.
 - og D. MÜLLER: Undersøgelser over Stofproduktionen i yngre Bevoksninger af Ask og Bøg. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 9, 221, 1927.
- DESVAUX, H.: Asphyxie spontane et production d'alcool dans les tissus profonds des tiges poussant dans les conditions naturelles. C. R. 128, 1346, 1899.
- FAUL, J.: Living cells in heartwood. Science 67, 296, 1928.
- FRITZSCHE, A.: Untersuch. üb. d. Lebensdauer u. d. Absterben. d. Elemente des Holzkörpers. Dissert. Leipzig 1910.
- JOHANSSON, N.: Sambandet mellan vedstammens andning och dess tillväxt. Svenska Skogsvårdsfören. Tidskr. 31, 53, 1933.
- Om förvedade stammars andning, dess fastställande och betydelse. Svenska Skogsvårdsfören. Tidskr. 31, 342, 1933.
- KROGH, A.: Über Mikrorespirometri. Abderhaldens Hdb. biochem. Arbeitsmeth. 8, 519, 1915.
- KUYPER, J.: Über den Einfluss der Temperatur auf die Atmung der höheren Pflanzen. Rec. trav. bot. Neerl. 9, 1, 1910.
- LARSEN, P.: Regenererende Kulsyreassimilation hos Askegrene. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark. 14, 13, 1936.
- Om falsk, rød Kærne (»Rødmarrv«) hos Bøg. Dansk Skovforen. Tidsskr. p. 321 og 389, 1937.
- MC. DOUGAL & J. BROWN: Living cells two and a half centuries old. Science N. S. 67, 447, 1928.
- MÜLLER, D.: Studies on traumatic stimulus and loss of dry matter by respiration in branches from danish forest-trees. Dansk Botan. Arkiv. 4, Nr. 6, 1924.
- OPITZ, F.: Beitrag z. Kenntnis der Holzatmung. Dissert. Techn. Hochschule, Dresden 1931. Botan. Arch. 32, 209, 1931.

- PRINTZ, H.: Om stammeåendingen under vinterhvilen og betydningen av den termiske stimulus. Norsk Videnskabs-Akad. I Mat.-Nat. Kl. Nr. 10. 1937.
- SIMON, S.: Untersuchungen über d. Verhalten einiger Wachstumsfunktionen sowie d. Atmungstätigkeit d. Laubhölzer während d. Ruheperiode. Jahrb. wiss. Bot. 43, 1, 1906.
- WHITE, J.: On the biology of *fomes applanatus* (Pers.) Wallr. Transact. Roy. Canad. Instit. 12, 133, 1919.
-

lation bei Eschenästen), S. 13. — Nr. 117. C. H. BORNEBUSCH: Thuja som dansk Skovtræ (Thuja plicata as a Danish Forest Tree), S. 53. H. 2: Nr. 118. C. H. BORNEBUSCH: Sommerplantning af Naaletræer (Sommerpflanzung von Nadelhölzern), S. 97. — Nr. 119. E. C. L. LØFTING: Rodfordærverangrebenes Betydning for Sitkagrans Anvendelighed i Klitter og Heder, Hedeskovenes Foryngelse V (The significance of the attacks of Polyporus annosus to the suitability of the Sitka spruce for Dunes and Heaths), S. 133. — Nr. 120. C. H. BORNEBUSCH: Stormskaden paa Udhugningsforsøget i Hastrup Plantage (Sturmschaden in dem Hastruper Durchforstungsversuch), S. 161. — Nr. 121. C. H. BORNEBUSCH: Iagttagelser over Rødgranens Naalefald (Chute d'aiguilles naturelle d'épicea), S. 173. — Nr. 122. W. O. HISEY: Cellulose af europæisk Bøg (Pulping Characteristics of European Beech), S. 177. — Nr. 123. FOLKE HOLM: Bøgeracer (Races de hêtre), S. 193. H. 3: Nr. 124. P. L. KRAMP: Forsøg over forskellige Træsarters Modstandsdygtighed overfor Angreb af Pæleorm og Pælekrebs (Experiment on the Power of Resistance of various kinds of Wood against Attack of Ship-Worm and Gribble), S. 265. H. 4: Nr. 129. AXEL S. SABROE: Rødgranens Form og Formtal (Form und Formzahl bei Fichte), S. 281 (er under Trykning).

Bd. XV, H. 1: Nr. 125. FOLKE HOLM: Bøgebrænde (Buchenbrennholz), S. 1. — Nr. 126. CECIL TRESCHOW: Undersøgelser over Brintjonkoncentrationens Indflydelse paa Væksten af Svampen Polyporus annosus (Untersuchungen über den Einfluss des Wasserstoffionenkoncentration auf das Wachstum von Polyporus annosus.), S. 17. — Nr. 127. C. H. BORNEBUSCH: Nørholm Hede, Anden Beretning (La Lande de Nørholm, Deuxième Rapport), S. 33. — Nr. 128. KJELD LADEFOGED: Floraundersøgelser i Mølleskoven, Anden Beretning (Florauntersuchungen im »Mølleskoven«, Zweiter Bericht), S. 81. H. 2: Nr. 130. KJELD LADEFOGED: Frostringsdannelser i Vaarveddet hos unge Douglasgraner, Sitkagraner og Lærketræer (Formations of Frost Rings in the spring-wood of young Douglas Fir, Sitka Spruce and Larch), S. 97. — Nr. 131. CARL MAR: MØLLER og D. MÜLLER: Aanding i ældre Stammer (Die Atmung in alten Stammteilen), S. 113. — Nr. 132. C. H. BORNEBUSCH: Egekulturforsøg paa Vallø Stifts Skovdistrikt (Eichenkultur-Versuche) S. 139.

DET FORSTLIGE FORSØGSVÆSEN I DANMARK

THE DANISH FOREST EXPERIMENT STATION
STATION DE RECHERCHES FORESTIÈRES DE DANEMARK
DAS FORSTLICHE VERSUCHSWESEN IN DÄNEMARK

udgives ved den forstlige Forsøgskommission under Redaktion af Dr. phil. C. H. BORNEBUSCH, i Hæfter sædvanlig paa 5—10 Ark, der udsendes fra Statens forstlige Forsøgsvæsen, Møllevangen pr. Springforbi. Cirka 25 Ark (400 Sider) udgør et Bind. Prisen pr. Bind er 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 tilsendes gratis ved Henvendelse til Forsøgsvæsenet.

Fortegnelse over Indholdet af Bd. XI—XV, H. 2, begynder paa Omslagets indvendige Sider.
