

22 A-4117  
8-21. -21

mu nr 280 A-4117

Tartu Ülikooli Metsaosakonna toimetused nr. 21  
Mitteilungen der Forstwissenschaftlichen Abteilung der  
Universität Tartu Nr. 21.

# UURIMUSI MUSTLEPA (*Alnus glutinosa* Gaertn.) KASVUKÄIGUST

## UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN WACHS- TUMSGANG DER SCHWARZERLE (*Alnus glutinosa* Gaertn.)



BERNHARD HALLER

TARTU 1932

ÜLIKOOLI ÕPPE- JA KATSEMETSKONNA KIRJASTUS

Tartu Riikliku Ülikooli Meesakadeemia toimetus nr. 21  
Mittlügen der Fortwiesenschaftlichen Abteilung der  
Universität Tartu Nr. 21.

LURIMUSI  
MUSTLEPA (Ainus glutinosus Gaertn.)  
KASVUKÄIGUST

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN WACHS-  
TUMSGANG DER SCHWARZELE  
(Ainus glutinosus Gaertn.)



2

Tartu Riikliku Ülikooli  
Raamatukogu

122763

## Eessõna.

Mustlepa kasvukäigu uurimusi leidub metsanduslikus kirjanduses vähe, mis on tingitud mitmesuguseist asjaoludest. Peapõhjuseks võiks pidada mustlepa levimist ainult vähemal aladel ja needki alad on sagedasti raskesti ligipääsetavad. Teiseks põhjuseks on asjaolu, et varemalt peeti mustleppa väheväärtuslikuks, ainult küttekõlvuliseks puuks, mis lisaks sellele pidi veel vähe produtseerima massi. Nii nimetab Vargas de Bedemar<sup>1)</sup> mustleppa ainult mööda minnes ja ütleb, et «kui arvesse võtta eriliste omadustega muldasid, millel mustlepp suudab hästi areneda, siis seesugused mullad esinevad aga ainult harva, mistõttu lepa kasvuala on väga piiratud; kui arvesse võtta mustlepa väikest massiproduktiooni (Vargas de Bedemar leidis paremais lepuuistikes ainult 5000—6000 kuupjalga, s. o. 140—170 m<sup>3</sup> tagavara) ja sellegi puidu vähest väärtust sagedasti esineva punamäda tõttu, siis tuleb mainitust järeldada, et mustlepal on metsamajanduses väga väike tähtsus ja ta väärib tähelepanu ainult küttepuuna lühikese raideringi juures aladel, kus ta uueneb loomulikult.»

Ka Krüdener ei anna oma tabelleis<sup>2)</sup> mustlepale ruumi, vaid käsitleb teda koos haavaga; õigemini öelda, haava tabelleite järgi võib tarbekorral mustleppagi käsitleda.

Davidov'i uurimused<sup>3)</sup>, mis 1926. a. ilmusid, on koostatud õige piiratud materjali põhjal ja käsitlevad ainult paremat

1) Vargas de Bedemar — Forst-Ertrags- und Zuwachs-Untersuchungen . . . lk. 89.

2) Крюденеръ — Таблицы массы сбѣга и др. С.-Петербургъ 1915.

3) Давидов — Производительность черноольховых насаждений южн. районов С. С. С. Р. Лесн. Хоз., Лесопромышл. и Топливо. No 4—6, 1926 г.

boniteeti Voroneži kubermangus, omades seega täiesti kohalise ilme.

Saksamaal on mustlepp siiski juba varemal ajal tunnustamist leidnud. Nii näeme Pfeil-Schneider'i tabelleis <sup>1)</sup> mustlepa jaoks 10 eraldatud boniteeti, millede kohta Schwappach ütleb <sup>2)</sup>, et nii suur boniteetide arv ei ole millegagi õigustatud. 1902. aastal ilmus prof. dr. Schwappach'i sulest põhjalikum töö: «Untersuchungen über Zuwachs und Form der Schwarzerle», mis hiljem on tunduvalt ümber töötatud ja laseb paista nimeetatud puuliiki hoopis teises valguses kui vanemad tööd. Schwappach leiab kokkuvõttes, et mustlepp suudab oma erilisel kasvukohal, mis ühelegi teisele puuliigile kohane ei ole, otstarbekohase hooldamise juures anda nii suurt massi, et ta suudab julgesti pöögi ja männiga massiproduktiooni suhtes võistelda, mida aga harilikult alahinnatakse.

Eesöeldust selgub, et põhjalikumaid uurimusi mustlepa kohta on tehtud ainult Saksamaal, kuna Venemaal — eriti Peterburi kubermangu kohta, mis meie oludele kõige enam sarnaneb — on uurimised väga puudulikud. Meie kodumaal ei ole aga mingisuguseid uurimisi mustlepa kasvukäigu kohta tehtud, kui mitte arvestada üksikute puude analüüsi ja üksikute proovitükkide mõõtmisi.

Mustlepp esineb meie kodumaa metsades võrdlemisi sagedasti, olgugi, et harilikult ainult vähemal aladel, kuid oma erinevate kasvutingimuste ja sagedase esinemise tõttu tohiks mustlepp teiste lehtpuude seas olla niivõrt tähtis tegur, et tema kasvukäiku lähema uurimise alla võtta. Teiseks on meil praegu maksvad mustlepa normaalkasvu tabelid, mis koostatud prof. Schwappach'i tabelite andmeil; tähtis oleks teada, kuivõrt nimeetatud tabelid meie oludele vastavad. Viimased asjaolud olid tõukeks selle töö algatamisele.

Käesolev töö käsitleb ainult Ülikooli Öppe- ja Katsemetskonnas, Kastre-Peravallas, esinevaid mustlepa puistuid, mis

1) Pfeil-Schneider, Erlen-Ertragstafeln. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1899; lk. 696. Laspeyres'i poolt ümber arvutatud.

2) Schwappach — Untersuchungen über Zuwachs und Form der Schwarzerle. Neudamm, 1902; lk. 15.

tõttu see omab kohalise ilme. Peravalla kohta saadud andmeid võrreldakse ühtlasi ka Schwappach'i andmetega, kuigi viimane asjaolu seotud on mõnesuguste raskustega, nagu seda pärast näeme.

Materjali kogumisele oli võimalik asuda 1930. a. suvel Öppe- ja Katsemetskonna juhataja prof. dr. A. Mathiesen'i lahkkel vastutulekul, kes lubas teha tarvilikke raiumisi ja mõõtmisi, selleks juhatusi ja tööjõudu andes. Kogutud materjali põhjal valmis töö esialgsel kujul 1931. a. kevadeks. Sama aasta suvel oli võimalus endist materjali kontrollida ja täiendada, mille tulemusena valmis käesolev töö. Mul on õnnelik juhatus siinkohal avaldada oma väga lugupeetavale õpetajale ja juhatajale prof. dr. A. Mathiesen'ile alalise vastutulelikkuse ja juhatusete eest sügavamat tänu.

Tartus, 15. jaanuaril 1932.

B. Haller.

	16
	19
	21
	23
	24
	26
	28
	27
	27
	32
	32
	34
	48
	48
	46
	49
	31
	36



## Sisukord.

	Lk.
Eessõna . . . . .	3
Sisukord . . . . .	7
Üldine kirjeldus . . . . .	9
Põhimaterjal . . . . .	12
Proovitükkide tabel . . . . .	15
Normaalkasvukäigu tabelite koostamine . . . . .	16
Mullastik . . . . .	19
Mulla analüüsi tabel . . . . .	21
"    mehaanilise analüüsi tabel . . . . .	23
Püsiv puistu . . . . .	24
Eraldub puistu . . . . .	26
Normaalkasvukäigu tabelid . . . . .	28
Kasvukäik . . . . .	27
Püsiv puistu <sup>a</sup> . . . . .	27
Eraldub puistu . . . . .	33
Üldproduktioon . . . . .	33
Võrdlus prof. Schwappach'i tabelitega . . . . .	34
Mustlepa võrdlus kasega . . . . .	43
Mustlepa ja kase võrdlustabel . . . . .	45
Keskmistel kõrgustel põhjenevad normaalkasvukäigu tabelid . . . . .	46
Kokkuvõte . . . . .	49
Untersuchungen über den Wachstumsgang der Schwarzerle — Zusammenfassung . . . . .	51
Kirjandus — Literatur . . . . .	58

Selle põlvkonna on üldiselt rõhuv enamis mustlepa kasvukäigu võrdlusele vegetatsioonilise ajal liigvõrre põhjendatud. Suurema langusega moidorgudes vaheldub veel peate suuremaid sademaid järele mõne päeva jooksul eraldunud mõõda ära, sest niisugune on hõõne põhjuslik ja põhjaveel langeb kolval ajal kuni 1 m sügavusse. Laiemata moidorgudes, mis on harilikult väikese



## Üldine kirjeldus.

Mustlepa puistuid on Öppe- ja Katsemetskonnas kokku 180 ha<sup>1)</sup> ehk ligikaudu 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub> % kogu metsapinnast. Nimetatud puistud asuvad kas kitsaste vöödena vähemais läbivoolava veega moldorgudes või laiemate vöödena ülemineku ja madal-soo servadel, kus maapinna langus on sagedasti väga väike, kuid kus vesi siiski liigub. Viimati mainitud alad on sügiseti ja kevadeti üle ujutatud, ning isegi suvel katab vesi kestvamate vihmasadude järele metsaalust vahel põlvkõrguseni.

Muld on sügavpõhjaline mudamuld, mis kitsamais moldorgudes sisaldab rohkesti mineraalainest. Nõlvakuil on mudamulla kiht õhem, vahest ainult paarikümne sm paksune, mis oru keskkoha poole muutub paksemaks. Laiemais orgudes, eriti metskonna põhjapoolsemas osas, on mudamulla kiht paksem ja ulatab kohati üle 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> m, kus ka mineraalainese sisaldus on vähem. Mudamulla kihi all asub metskonna lõunapoolsemas osas harilikult saviliiv, harvemini liivsavi ja üksikuil juhtudel isegi kerge savi. Põhjapoolsemas osas laiemais orgudes on aluskihina domineeriv vesiliiv, kuna saviliiv esineb harvemini. Esineb jämedamatki liiva, kohati kruusa seguga.

Põhjavee seisu reguleerib laiaulatustlik kraavidevõrk, mille kavakindla kaevamisega tehti algust juba 1884. a. Selle tulemusena on nüüd rõhuv enamus mustlepa kasvualasid vähemalt vegetatsiooni ajal liigveest vabastatud. Suurema langusega moldorgudes valgub vesi peale suuremaid sadusid juba mõne päeva jooksul kraavisid mööda ära, sest maapind on hästi dröneeritud ja põhjavesi langeb kuival ajal kuni 1 m sügavuseni. Laiemais moldorgudes, mis on harilikult väikese

1) Mathiesen, A. — Ülikooli Öppemetskond. Metsaos. toim. nr. 11. Tartu, 1927; lk. 32.

langusega, püsib põhjavesi nädalate kestel peale suuremaid sademeid kõrgel ja ujutab tihti laialdased alad üle, kattes neid kohati üle põlvede ulatuva veega. Kuival ajal langeb põhjavesi umbes poole meetri sügavusele. Eesnimetatud moldorud kujutavad endisi loomulikke veevalgumiskohte.

Kõik Õppe- ja Katsemetskonnas olevad mustlepa-puistud on tekkinud loomulikul teel, kusjuures puu-analüüsides selgub, et puud on võrsunud läbisegi kannuvõsust ja seemnest. Mustlepa kultuurisid üldse tehtud ei ole <sup>1)</sup>.

Mustlepa puistute hooldamise kohta puuduvad varemast ajast igasugused täpsad andmed. Maurach, metskonna korraldamisele asudes, paigutas küll lähemasse töökavasse esikohale läbiraided <sup>2)</sup>, kuid neid oli mõeldud teha esijoones okaspuu-puistikes; sel ajal ei antud veel lehtpuudele, eriti mustlepale, kuigi suurt tähtsust. Vanemate metsavahtide seletuse järgi oligi läbiraideid tehtud peamiselt okaspuupuistuis ja neis leht- ja okaspuu sega-puistuis, kus taheti okaspuudele soodustusi pakkuda; lepapuistuis ei saa aga viimane asjaolu arvesse tulla, ja olid ju tol ajal ka lepapuistud suuremalt osalt veel ligipääsematud. Sel põhjusel on lepapuistud viimase ajani, meie ülikooli ajani, täiesti looduslikult arenenud, mida tõendavad kohalikud metsavahidki. Alles viimaseil aastail on hakatud lepapuistuidki (nooremaid) läbi raiuma.

Õppe- ja Katsemetskonnas võib eraldada kahesuguseid mustlepa puistuid: paremaid ja halvemaid, kusjuures esineb küll vahepealseidki astmeid. Paremad puistud asuvad nõlvakuil ja kitsamais moldorgudes, kus vesi liigub kiiremini ja mudamulla kiht on õhem. Aluspõhja moodustab siin harilikult saviliiv ja liivsavi. Kogu vegetatsiooni ajal on maapind värskelt ja niiskegi; ning vesi tõuseb ainult pikemate vihmade järele lühikeseks ajaks pinnale. Parema boniteedi muld on hästi murenenud, sõmerliku struktuuriga ja lämmastikurikas. Viimast asjaolu tõendab sagedasti esinev *Urtica dioeca*, raideil ja noores metsas ka *Rubus idaeus*. Teistest paremate puis-

1) Haller, B. — Kultuurid T. Ü. Õppemetskonnas. Metsaos. toim. nr. 15. Tartu, 1929.

2) Haller, B. — Kultuurid T. Ü. Õppemetskonnas, lk. 22.

tute tüüpilistest taimedest oleks nimetada *Mercurialis perennis*, mis katab suurte laikudena tihedasti pinda ja lepale on rohkem iseloomustav kui kasele (näitab kase ja lepa piiri). Samuti on *Ulmaria pentapetala*, *Oxalis acetosella*, *Asarum europaeum*, *Asperula odorata* ja *Asplenium filix femina* kõik parema boniteedi esindajad. *Asplenium filix femina* esineb ka sagedasti halvemal boniteedil. Alusmets on paremal boniteedil pea alati ja koosneb järgmistest liikidest: *Tilia cordata*, *Lonicera xylosteum*, *Ribes nigrum* j. t. Esimeses rindes seltivad lepale sagedasti *Fraxinus excelsior* ja *Betula pubescens*, teises rindes esineb, aga harvemini, *Ulmus montana* (nõlvadel). Puhtas lepametsas leiame ka üksikuid kuuski järelkasvuna, missugused ei jää aga peale leppade kõrvaldamisi püsima, vaid hukkuvad peamiselt tuuleheite all.

Halvemad puistud asuvad tasasel pinnal laiema vööna, üle minnes ülemineku- ja madalsoodeks. Aluspõhja moodustab siin enamasti liiv, mis esineb sagedasti vesiliivana; harvemal juhtudel esineb vähe savikat liivagi. Need alad on oma tasase ja madala reljeefi tõttu sagedasti üle ujutatud. Muld ei oma liigvee tõttu sõmerlikku struktuuri ja on muda sarnane. Mudamulla-kiht on märksa paksem kui parema boniteedi juures ja ulatab sagedasti üle ühe meetri. Taimkatte moodustavad järgmised tüübilised esindajad: *Iris pseudacorus*, *Comarum palustre*, *Phragmites communis*, *Equisetum palustre*, *Calla palustris*, *Aspl. filix femina* j. t. Alusmetsana on sagedane *Rhamnus frangula*, kuna *Daphne mezereum*, *Prunus padus* ja *Sorbus aucuparia* esinevad harvemini. Esimeses rindes seltisib lepale *Fraxinus excelsior* ja *Betula pubescens*. Kuusk on järelkasvuna üksikult esindatud, kuid hukkub õige sagedasti juba lepa kaitse all tuuleheite tagajärjel, ning osa kuuski kuivab kõrge veeseisu tõttu.

## Põhimaterjal.

Käesoleva töö põhimaterjal on saadud 1) eriti selleks valitud, 2) alalisilt ja 3) üliõpilaste poolt praktilisil töil sisseaetud ja mõõdetud proovitükelt. Proovitükkide suhtes püstitati järgmised nõuded: puistud pidid olema ühevanused ja üksikute puude vanaduste vahe samal proovitükil ei võinud ületada 5—7 aastat<sup>1)</sup>; proovitükid pidi võetama puht mustlepa-puistust või niisuguseist, kus mustlepp moodustas vähemalt 80 % üldtagavarast. Täiuse suhtes oli nõue, et proovitükid esitaksid meie täielikumaid puistuid, mis ei olnud kannatanud mingisuguste katastroofide all. Esiialgu loeti küll igal proovitükil täppis puude arv, mis veel juurde mahuks, kuid hilisemal kaalutlusil jõuti otsusele, et kui neid veel olevaile juurde arvata, siis saaksime ideaalse puistu meie oludes; normaalne puistu meie oludes oleks aga seesugune, nagu seda on meie täielikumad puistud, mis takistamatult on arenenud<sup>2)</sup>. Proovitükkide suurus kõikus 0,1—0,5 ha vahel. Nooremis puistuis tuli olude sunnil leppida vähemate proovitükkidega ülalnimetatud piirides, kuna keskealised ja vanus puistuis kasustati võimalikult suuremaid proovitükke.

Ülalnimetatud nõudeile vastasid üliõpilaste poolt mõõdetud proovitükkest ainult 2, alalisist proovitükkest 5 ja eriti selleks tööks aeti sisse vastavaid proovitükke 18; seega kokku 25 proovitükki, missuguste andmed on esitatud I tabelis.

Proovitükelt võeti kokku 64 analüüsipuud kasvukäigu

1) Тюринь, А. В. — Изследование хода роста нормальн. сосн. насажд въ Архангельск. губ. — Труды по лѣсн. опытн. дѣлу въ Россіи вып. XIV. С.-Петербург., 1913; lk. 33.

2) Weise, W. — Leitfaden für Vorlesungen aus dem Gebiete der Ertragsregelung. Berlin, 1904; lk 59.

## Proovitükid.

Versuchsflächen.

Tab. I.

Proovitüki nr.	Kv. nr.	Proovitüki asukoht kv.-is	P ü s i v p u i s t u								Eralduv puistu					
			Vanadus aast.	Keskm. kõrgus m	Lõikepind rinnakõrgusel m <sup>2</sup>	Puude arv	Tagavara			Vormiarv		Puude arv	Lõikepind rinnakõrgusel m <sup>2</sup>	Tagavara		
							jämepuu	jämepuud	peenpuu	jämepuu	puu			jämepuu	jämepuud	peenpuu
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	125	NO-nurgas	20	10,7	11,9	1885	60	75	476	594	106	0,4	—	1		
2	49	N-keskel	56	22,9	27,5	540	525	548	512	550	128	2,5	18	20		
3	80	SO-osas	34	17,6	20,9	1320	182	200	494	544	620	5,6	12	18		
4	170	SO-osas	20	11,8	17,0	2150	78	108	388	539	675	1,7	—	7		
5	170	N-keskel	35	17,2	21,8	1322	187	208	498	554	553	2,7	8	14		
6	169	O-poolel keskel	47	20,1	27,7	1210	246	271	441	486	240	1,5	4	7		
7	198	NO-nurgas	23	12,8	16,1	1860	87	115	420	558	690	1,8	1	7		
8	197	S-otsas	ca 100	23,8	25,8	496	504	526	495	531	104	2,7	23	25		
9	165	NO-osas	40	16,5	20,1	1088	170	189	511	568	244	1,5	5	8		
10	150	NO-osas	50	18,0	22,7	967	206	224	505	549	550	2,0	6	10		
11	134	NO-nurgas	19	11,8	15,6	2517	67	99	366	541	500	0,7	—	4		
12	116	NO-osas	39	17,5	25,5	1610	20	234	455	519	520	1,0	1	5		
13	134	al. pr. tk. 1	ca 140	28,0	30,9	228	598	433	460	500	178	2,7	6	8		
14	135	al. pr. tk. 1	65	20,5	25,3	730	261	285	505	549	50	0,5	2	3		
15	135	al. pr. tk. 2	44	19,2	27,0	1140	262	288	506	555	—	—	—	—		
16	135	al. pr. tk. 3	56	21,2	28,5	720	255	319	489	528	80	2,0	1	2		
17	138	al. pr. tk. 1	38	16,5	30,6	1566	274	302	542	598	—	—	—	—		
18	78	S-osas	100	26,9	29,8	317	386	408	481	509	155	4,0	37	41		
19	79	S-osas	90	26,2	29,1	380	364	386	478	506	76	1,1	7	9		
20	164	S-osas	31	14,2	21,1	1988	143	167	477	556	—	—	—	—		
21	165	SO-osas	45	18,7	32,1	1776	284	319	473	532	252	2,0	8	13		
22	14	S-osas	93	26,2	29,2	310	355	377	464	493	34	0,4	—	3		
23	15	N-osas	82	24,7	33,7	448	399	422	480	507	—	—	—	—		
24	48	SO-osas	91	25,5	34,8	410	424	449	478	506	60	0,5	—	2		
25	163	W-osas	31	16,2	23,0	1800	139	153	374	411	—	—	—	—		

## Erklärung:

1 — Nr. der Versuchsfläche. 2. — Nr. der Abteilung. 3 — Stand der Versuchsfläche in der Abteilung. Verbleibender Bestand: 4 — Alter. 5 — Mittelhöhe. 6 — Stammgrundfläche. 7 — Stammzahl. 8 — Derbholzmasse. 9 — Baummasse. 10 — Derbholzformzahl. 11 — Baumformzahl. Ausscheidender Bestand 12 — Stammzahl: 13 — Stammgrundfläche. 14 — Derbholzmasse. 15 — Baummasse.

uurimiseks ja peale nende veel mudelipuid massi, kõrguse ja vanaduse määramiseks. Analüüsid tehti ühe meetri pikkuste sektsioonide järgi, samuti kubeeriti mudelipuudki ühemeetriliste sektsioonidega Huber'i liitvalemi järgi.

I tabelis olevate päälkirjade selgituseks olgu tähendatud, et tarvitusele tuli võtta osalt juba varemalt loodud, kuid «Metsanduslistes oskussõnades»<sup>1)</sup> puudevaid oskussõnu, osalt tuli luua uusi oskussõnu, missugused senini täiesti puudusid või «Metsanduslistes oskussõnades» olid sisuliselt ebatäpsad.

Pealkirjades olevad «püsiv puistu» ja «eralduv puistu» on võetud tarvitusele seniste «valitseva rinde» ja «rõhutud rinde» asemele, sest mõistet «rinne» ei saa meie mustlepa juures käesoleval juhul üldse tarvitada neil põhjusil, et mustlepp mustlepa all erinevat rinnet kui niisugust ei moodusta ja teised puuliigid, mis asuvad mustlepa all, esinevad käesoleval juhul ainult järelkasvuna või alusmetsana. Nimetatud põhjusil leiti olevat täpsamad saksakeelsed tõlked: püsiv puistu — bleibender resp. verbleibender Bestand ja eralduv puistu — ausscheidender Bestand. Tagavara jaotuses esinevad nimetused «jämepuu» (Derbholz) ja «peenpuu» (Reisholz) on juba enne «Metsandusl. oskuss.» ilmumist prof. A. Mathiesen'i poolt tarvitusele võetud<sup>2)</sup> ja vastavad täpsalt sisulisele mõistele. Sellevastu puudub «M. oskuss.» täiesti «peenpuu», selle asemel leidub sääl «Reisholz — hagu», mis on sisuliselt ebatäppis, sest «hao» all mõeldakse ametlikkudes taksides<sup>3)</sup> kuni 10 sm jämedusi materjale, kuna «peenpuu — Reisholz» alla kuuluvad ainult 7 sm ja peenemad. Puu vormiarvu all mõistetakse jäme- + peenpuu summa vormiarvu (Baumformzahl).

Vanadus määrati otsekohe analüüsi- ja mudelpuude raiumisel, sest lühikest aega peale raiumist on mustlepal aastaringid kõige selgemini nähtavad. Analüüsirataste lugemise juures oli võimalus kontrollida kändudelt saadud vanadusi.

1) Metsanduslised oskussõnad. Äratrükk „Eesti Metsast“ 1925. Tallinna.

2) Mathiesen, A. — Metsatakseerimise teooria ja praktika. Tartu, 1923; lk. 21.

3) Riigi metsamüügi ja kõrvalkasutuste taksid. Tallinna, 1928; lk. 6.

Selgus, et nooremad puistud, mis olid tekkinud paljasraideil, on täiesti ühevanused. Keskealised ja raideküpseis puistuis tuleb paariaastasi vahesid ette, kuna üleiganud puistuis täppis vanaduse määramine on sagedasti raskustega seotud ja mõnel juhul ainult ligikaudselt määratav, sest üle 60 a. vanade puistute juures esineb juba õige sagedasti mäda süda, mis mõnikord võib olla päris õõnes. Viimaseil juhtudel oli otsekohene aastaringide lugemine võimatu ja siin tarvitati kaudseid teid ligikaudse vanaduse leidmiseks, mis tabelis on märgitud «ca»-ga. Nii näit. oli pr.-tk. 18 naabruses talvine raie samas puistus, kus siis terveilt kändudelt loeti puude vanadused. Ka saadi sellelt proovitükilt loetavaid analüüsipuid. Antud juhul olid kändudelt ja analüüsipuult saadud vanadused 97—102 a. ja puistu keskmiseks vanaduseks võeti 100 a. Teisel juhul, kui raieistikku samas puistus ei olnud, nagu näit. pr.-tk. 15 juures ja ka loetavaid puid ei läinud korda leida, sest puud olid õõnsad, määrati ligikaudne vanadus järgnevalt: vanal puul loeti väljaspoolt sissepoole aastaringid kuni õõnsa osani, siis analüüsiiti samal kvartalil umbes samal pinnal kasvavaid nooremaid puistuid ja oletati, et teatud jämeduseni kasvamiseks vajasid mõlemad puistud ühepalju aega. Kuna vana puu õõnsa osa diameeter on teada ja noore puu kasvamisaege selle jämeduseni määratud, leiti vana puu ligikaudne üldvanadus.

Keskmise kõrguse saamiseks mõõdeti Weise' kõrgusemõõtjaga igal proovitükil vähemalt 15 puud, mis olid võetud igasuguseist jämedusastmeist. Saadud andmete põhjal joonistati kõrguste kõver, millelt saadi siis keskmise rinnakõrguse lõikepinnaga puu kõrgus, mis loeti proovitüki keskmiseks kõrguseks. Hiljem saetud analüüsi- ja mudelpuude üldkõrgustega oli võimalik kontrollida esialgset kõrguste kõverat.

Lõikepind rinnakõrguselt ja puude arv saadi otsekohe proovitüki klupeerimisandmeist, kusjuures nooremad proovitükid klupeeriti  $\frac{1}{2}$  sm täpsusega, keskealised ja vanemad 1 sm täpsusega. Klupeerimiseks tarvitati metallklupet.

Proovitüki tagavara leidmiseks jagati klupeerimisandmed Schwappach'i meetodi järgi klassidesse. Klassides arvutati iga klassi mudelpuu keskm. läbimõõt, vastav kõrgus

saadi eespoolmainitud kõrguste graafikast; nendele mõõtudele vastavalt raiuti mudelipuud. Mudelipuud kuberiti Huber'i liitvalemi järgi ühemeetriliste sektsioonidega. Oksad kaaluti (ilma lehtedeta) ja nende mass arvatati erikaalu järgi, milleks võeti 0,95. Prof. Schwappach'i uurimuste põhjal<sup>1)</sup> võrdub mustlepa okste erikaal puhkeajal 1,01-le ja vegetatsiooni perioodil 0,91-le. Silmas pidades, et käesolevad kaalumised tehti vegetatsiooni perioodi lõpul, s. o. septembri kuul, kui esimeste öökülmade tagajärjel lehed juba osaliselt varisesid, siis võeti vahepealne arv: 0,95. Mudelipuude mass jagati jäme- ja peenpuuks, mille põhjal arvatati hiljem proovitükkide tagavara. Osa mudelpuid (64 tk.) kasustati analüüsiks.

Vormiarvu d on arvatatud eesnimetatud andmeil. Siin on igalpool selle all mõeldud vana (rinnakõrguse) vormiarvu. Puu vormiarvu all on esitatud jämepuu + peenpuu summa vormiarv, s. t. ligi arvatud ka oksad.

Eralduva puistu alla arvati need mustlepad, mis olid nõrgaks jäänud teiste surve all ja lähemas tulevikus kuivama hakkavad, peale selle ka teistest puuliikidest need üksikud puud, mis järelkasvuna kasvasid püsiva puistu all. Viimasteks olid enamail juhtudel saared, harvemini üksikud kuused. Ka eralduvas puistus raiuti mudelpuid.

## Normaalkasvukäigu tabelite koostamine.

Eespool esitatud põhimaterjali vaadeldes tekib küsimus, kas on võimalik koostada selle materjali ja ainult ühekordsete mõõtmiste põhjal normaalkasvukäigu tabeleid. Teame ju, et vanemad sellekohased tabelidki on koostatud ühekordsete mõõtmiste põhjal, nagu näiteks Vargas de Bedermar'i normaalkasvu tabelid mitmesuguste puuliikide kohta, mis veel praegugi on maksvad, kuid seal oli kasustada väga laialdane materjal, mis kõrvaldas juhuslikkuse momendi. Prof. Schwappach'gi koostas oma esimesed kasvukäigutabelid mustlepa kohta 1902. a. ühekordsete mõõtmiste põhjal, kusjuures temalgi olid ainult 47

1) Schwappach, A. — Untersuchungen über Zuwachs und Form der Schwarzerle. Neudamm, 1902; lk. 31.

proovitüki andmed kasustada ja selle materjali põhjal leidis tema olevat võimaliku koostada üldisi tabeleid. Meil on aga tabelid kavatsetud ainult piiratud kasvuala jaoks, mis tohiks olla lubatav käesoleva materjali põhjal. Mõlemal juhul, nii Schwappach'il kui meil on mõõduandev asjaolu, et puudusid senini uurimused mustlepa kasvukäigu kohta ja tuli esialgu leppida ühekordsete mõõtmistega tabelite koostamisel. Saksa-maa kohta leidsid enne Schwappach'i omi veel Pfeil-Schneider'i tabelid, kuid meil puuduvad igasugused uurimused. Kuigi need kaalutlused õigustavad käesolevate tabelite koostamist, siiski tuleb neid võtta ometi kui esialgseid, mis hiljem korduvate mõõtmiste põhjal vaja ümber töötada.

Eriti raskeks muutub meil eelkasustuste-osa koostamine, sest meie puistud on läbi raiumata ja konkreetseid arvud läbi-raiate materjalide kohta puuduvad täieliselt; selles osas tuleb hiljem kindlasti parandusi teha. Seda näeme ka Schwappach'i tööst. Kui vaadelda Schwappach'i esimesi (1902. a.) andmeid mustlepa kohta, mis on ka ühekordsete mõõtmiste põhjal koostatud, ja kui neid võrrelda hilisemate (1918. a.) ümbertöötatud andmetega, siis näeme, et neis on kaunis suured lahkuminekud. Kõige suuremad on erinevused just eelkasustuste-osas, mis 1918. a. tabelis on märksa suurenenud. Ka peafaktorites, püsiva puistu jämepeu tagavaras, keskmises kõrguses ja lõikepinnas, on vähemaid muutusi näha.

Nüüd tuli otsustada, missugust meetodit tarvitada tabelite koostamisel. On kaks põhimõtteliselt erinevat meetodit, mäherduste järgi võimalik koostada tabeleid käesoleva materjali, s. o. ühekordsete mõõtmiste põhjal — üks on Baur'i ja teine «näitajate-meetod» (Weiserverfahren). Tarvitada oleva materjali juures jäädi peatuma mõlemate meetodite kombinatsiooni juurde, kusjuures Baur'i meetod selles osas, kus see rakendatud, ei esine puhtal kujul, vaid mõnesuguste kõrvalkaldumistega, nagu seda näeme alljärgnevalt.

Üldisest kirjeldusest nähtus juba, et Öppe- ja Katsemetskonnas on esitatud kahesugused mustlepa-puistud: paremad ja halvemad. Tähen-dab, meil on siin tegemist kahesuguste erinevate kasvukoha tingimustega. Et seda oleks võimalik

selgemini jälgida, siis kanti graafiliselt mm-paberile vanaduste järgi esiteks kõikide proovitükkide püsiva puistu keskm. kõrgused ja teiseks jämepeu tagavara, kui kindlamad tegurid, mis alati on teatud vahekorras ja mis ühtlasi otseselt olenevad kasvukoha-tingimustest. Abstsisside-teljele kanti vanadused ja ordinaatide-teljele vastavalt ühel graafikal keskm. kõrgused ja teisel tagavarad. Pealekantud punktid moodustasid kummalgi juhul vöö, missugustes vöödes aga punktid ei olnud ühtlaselt asetatud, vaid nad moodustasid vastavalt paremaile kasvukoha-tingimusele vöö pealmises osas tiheneva punktide rea ja vähem silmapaistva tiheneva rea vöö alumises osas. Säherdune punktide asetused oli tingitud sellest, et paremaid kasvukoha-tingimustest võeti suurem hulk proovitükke, kuna halvemaid kasvukoha-tingimusi esineb harvemini ja kõige vähem üleminekuid on leida nende vahel. Siinkohal peab veel märkima seda, et proovitükid võeti kõikidest Õppe- ja Katsemetskonnas leiduvaist mustlepa-puistust, mis aga vastasid püstitatud nõudeile. Ja üleminekute puudus tuleb just sellest, et sääraseil vahepealseil kasvukoha-tingimustel segunevad mustlepale teised puuliigid, mispärast sellest osast võib leida kõlvulisi proovitükke nii harva.

Nimetatud graafikail vööde äärmisi punkte ühendades saime piirikõverad keskmiste kõrguste ja tagavarade kohta, millest näeme, et äärmiste kõrguste vahe on 60-ne aastaselt, s. o. meil tarvitusel oleva raideringi juures, ligikaudu 4 m ja tagavarade vahe ligikaudu 100 m<sup>3</sup>. Nüüd tuli otsustada, mitu boniteeti tuleks eraldada. Üldnimetatud kõrguste ja tagavarade vahed on küllalt suured selleks, et eraldada kahte boniteeti, mis vastaks ka loomulikele kasvukoha-tingimustele, kuna suurem boniteetide arv ei ole millegagi õigustatud. Kui nüüd edasi töötades Baur'i meetodist täpsalt kinni pidada, siis tuleks piirikõverate vaheline vöö matemaatiliselt pooleks jagada kaheks osaks, siis kummagi osa keskel kaks uut kõverat tõmmata, mis esitaksid I ja II boniteedi keskväärtusi. See oleks sel juhul tarviline, kui meil kasustada oleks materjalina ülemaaliselt kogutud proovitükkide andmed, kus oleks esitatud kõik võimalikud kasvukoha-tingimused. Käesoleva materjali juures aga leiame

otstarbekohasemana esialgseid kõveraid tõmmata kummaski vöö-osas mitte matemaatilist keskjoont mööda, vaid tihedamat punktiderida mööda, mis matemaatilisest keskjoonest kaldub vähe kõrvale, seejuures silmas pidades piirikõverate käiku, sest meil on tähtis leida kohalikkude kõige sagedamini esinevate kasvukoha-tingimuste kohta keskväärtusi. Proovitükid, mille kõrgused ja tagavarad asuvad nimetatud kesk-kõverail ja nende kõige lähemas ümbruses, arvati tüübilisteks ja ainult nende andmeid kasustati edaspidi. Tüübilisteks osutusid: I bon. pr.-tk. nr. 3, 5, 6, 12, 13, 16, 18, 22, 23 ja 24; II bon. pr.-tk. nr. 8, 9, 10 ja 14. Nende mitmesuguses vanaduses olevate proovitükkide ühtekuuluvust kontrolliti valitsevate puude kõrgusekasvu analüüsi põhjal, millest allpool.

Edasi vaatleme tüüpiliste proovitükkide mullastiku osalist analüüsi, kus määrati muldade kuumutamiskadu, happesus ja tehti mehaaniline analüüs.

### Mullastik.

Analüüsitud mullaproovid on võetud 2.—4. nov. 1931. a., seega sügisel peale vegetatsiooni-aja lõppu. See aeg ei ole meelega nii valitud, vaid oli tingitud võimalustest. Samal ajal on ka tab. II esitatud andmed põhjavee seisuga kohta mõõdetud. Põhja veesügavust taheti küll juba proovitükkide sisseajamise ajal (20. aug. — 20. sept. 1930 a.) mõõta, kuid sel ajal valitses pikem vihmaperiood, mis ujutas üle suurema hulga proovitükkidest, mistõttu loobumine oli paratamatu. Silmas pidades, et tab. II esitatud põhjavee sügavused on mõõdetud sügisel, millal pikemad vihmaperioodid on harilikud, näitavad nad kõrgemat põhjavee seisuga, kui see on tavaliselt vegetatsiooni ajal. Üksikud mõõtmised proovitükkidel 1931. a. suvel kuival ajal näitavad, et põhjavesi langeb kesksuvel umbes 0,5 m sügavamale, kui näitavad tabelis esitatud arvud. Üldiselt on põhjavee-seis mustlepa-puistuis väga kõikuv. II bon. puistuis tungib vesi kevadel ja sügisel pinnale, kuid isegi suvel, nagu näit. 1930. a., on suuremate vihmade järele kogu metsaalune üle ujutatud. I bon. puistuis on üleujutused harvemad ja kestavad ainult lühemat aega.

Mudamulla-kihi paksus on I bon. puistuis keskmiselt 30 sm ja kõigub 20—40 sm piirides. II bon. puistuis on mudakiht palju sügavam ja ulatub sagedasti üle 1 m. Kõige õhemail kohtadel on siin kihipaksus 45 sm.

Kuumutamiskao ja happesuse määramiseks võeti proovid 10 ja 50 sm sügavuselt ja mudamulla all asuvast mineraalmaast. I bon. puistuis on 50 sm sügavune mullaproov ühtlasi põhikihi prooviks, kuna siin mudamulla sügavus ei ulatu selle piirini, peale ühe juhu, kus 50 sm sügavusel mineraalkiht ei olnud veel puhas. II bon. puistuil on mõnel juhul ka mineraalpind juba 50 sm sügavusel, kuid see esineb ainult kõrgemal kohtadel, kuna laialdasemal aladel asub mineraalmaas sügavamal. Käesoleval juhul jäid kõrgeveeseisu tõttu proovid võtmata mineraalkihist pr.-tk. nr. 9 ja 10 pealt.

Kuumutamiskadu on antud  $\frac{0}{100}$ -ides, arvates absoluutselt kuiva mulla kaalust. Käesolevate muldade juures võime arvata, et kuumutamiskao  $\frac{0}{100}$  võrdub ligikaudu orgaanilise aine (resp. huumuse)  $\frac{0}{100}$ -ile <sup>1)</sup>2), sest meil on tegemist mudamuldadega ja mineraalosas liivakate muldadega.

Selle järgi saaksime siis andmed: 10 sm sügavuselt võetud mudamullakiht sisaldab keskmiselt (kui kummalgi bonitedil välja jätta üks proov, mis erandina lahku läheb) I bon. juures 66% ja II bon. juures 85% huumust. 50 sm sügavuselt võetud proovidest on ainult kaks mudamullakihist ja needki II bon. juures, mis näitavad natuke suuremat huumuse  $\frac{0}{100}$  kui keskmised II bon. mullad 10 sm sügavuselt. Esimese bon. juures võib väiksemat huumuse  $\frac{0}{100}$  seletada sellega, et siin toovad pinda üleujutavad suurveed kiiremini liikudes rohkem mineraalainest kaasa, mis sadestub taimkatte vahele, kuna II bon. alad kattuvad väga aeglaselt liikuva veega, millest suurem osa kaasafoodud mineraalainest on juba väljasadestunud. Suur tähtsus on ka sel asjaolul, et I bon. puistud asuvad kitsais moldorgudes mineraalnõlvakute vahel, kust vesi uhub mineraalainese

<sup>1)</sup> Wiessmann, H — Agrikulturchemisches Praktikum. Quant. Anal. Berlin, 1926; lk. 240.

<sup>2)</sup> Nowacki-Düggeli — Praktische Bodenkunde. 8 Aufl. Berlin 1950; lk. 129.

## Mulla-analüüs.

Tab. II.

Bodenanalyse.

Proovitüki nr.	Kvartali nr.	Põhjavee sügavus	Mudamulla kihi paksus	Mullaproovid								
				10 cm		50 cm		aluspõhjust				
				sügavusel						sügavusel	kuumutamiskadu	pH
				kuumutamiskadu	pH	kuumutamiskadu	pH	sügavusel	kuumutamiskadu			
				kaalu %		kaalu %				cm	kaalu %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		

## I boniteet — Standortsklasse

3	80—SO	35	35	77,8	6,88			50	5,1	6,96
5	170—N	23	27	13,8 <sup>1)</sup>	6,22			61	0,5	7,33
6	169—O	0	30	83,9	6,39			50	3,2	7,21
12	116—NO	15	30	30,4	6,32			50	1,1	6,94
13	134 a. p. 1.	0	35	67,7	6,60			50	2,2	7,03
16	135 a. p. 3.	0	32	64,6	6,60			50	1,5	7,07
18	78—S	18	21	75,7	6,89			50	1,4	7,55
22	14—S	5	29	63,7	6,94			50	1,7	7,03
23	15—N	5	38	71,8	6,74			50	6,4	6,89
24	48—SO	5	28	58,4	6,56			50	0,5	6,44

## II boniteet — Standortsklasse

8	197—S	14	45	44,8	6,49			50	1,3	6,94
9	163—NO	5	>100	86,8	6,29	89,6	6,39	—	—	—
10	150—N	0	>100	87,6	6,41	88,0	6,29	—	—	—
14	135 a. p. 1.	0	45	81,8	6,32			50	2,3	7,31

## Erklärung:

1 — Nr. der Versuchsstfläche, 2 — Nr. der Abteilung, 3 — Grundwasserstand, 4 — Stärke der Moorschicht. Bodenproben von 10 cm Tiefe: 5 — Glühverlust (in absol. Trockengewichtsprozenten), 6 — pH; Bodenproben von 50 cm Tiefe: 7 — Glühverlust, 8 — pH; Bodenproben vom Untergrunde: 9 — Tiefe der entnommenen Probe, 10 — Glühverlust, 11 — pH.

1) Pr.-tk. nr. 5-e kuumut. kadu 10 sm sügavuses on seepärast nii väike, et suurvee ajal ligidal olevast kanalist vesi üle kallaste voolab ja palju liiva peale kannab.

1) Der Glühverlust bei Versuchsstfläche Nr. 5 in 10 cm Tiefe ist so klein infolgedessen, dass bei Hochwasser das Wasser über die Böschung des nahe liegenden Kanals steigt, die Fläche überflutet und viel Sand mitbringt.

alla, kuna II bon. puistud asuvad laialdastes madalikes, kus mineraalained on juba teel veest väljasadestunud.

Happesus on määratud suspensioonis elektrometri- lise meetodi järgi. 10 sm sügavuselt võetud proovid on mõlemal boniteetidel kõik hapud. I bon. juures keskm. pH=6,61 ja II bon. juures keskm. pH=6,38; seega on teise bon. mudamuld hapum ja seda tõenäoliselt just vähemarenenud orgaaniliste ainete lagunemisprotsessi tõttu. Paar proovi, mis võetud 50 sm sügavuselt mudamullast, on samuti hapud. Mineraalaluskihist võetud proovid on peale ühe neutraalsed või nõrgalt leelise reaktsiooniga; I bon. juures on keskm. pH=7,10, II bon. juures on pH suurus sama.

Mulla mehaaniline analüüs (vt. tab. III) on tehtud Atterberg'i meetodi järgi<sup>1)</sup>. Siin on analüüsitud ainult mineraalpõhikiht, sest mudamulla mehaanilist analüüsi on kõrge huumuse % tõttu väga raske (kui mitte võimatu) analüüsida kasustada olnud vahenditega. Mudamulla mineraal- osad on veest kantud ja seega kuuluvad nad mulla peenemate osade hulka, mida vesi saab transporteerida kaugemale. Mineraalaluspõhja analüüsi andmeist (tab. III) näeme, et I bon. mullad kuuluvad enamasti kergete saviliiva-muldade hulka, kusjuures liiva (jämedama) ja kerge savi mullad esinevad ainult harva. II bon. muldadest on ainult kaks proovi ja need näitavad, et siin esineb õige peen liiv, n. n. vesiliiv. Teistegi II bon. põhimuldade suhtes võib oletada (neist ei saadud suure vee ja sügava mudamullakihi tõttu võtta proovisid), et need kuuluvad vesiliivade hulka, sest need proovitükid asuvad samal madalikul, kus pr.-tk. 8, mille aluskiht koosneb vesiliivast.

Mudamulla struktuuri on üldkirjelduses juba mainitud. Samuti ei ole tüübiliste proovitükkide taimkatele midagi lisada.

Mullastiku kohta öeldud kokkuvõttes näeme, et siin on tunduvad vahed I ja II bon. muldade vahel, nii mudamullakihi paksuses, huumuse %-is, happesuses, struktuuris, kui ka põhikihi mehaanilises koosseisus. Ka on taimkate erinev. See näi-

1) Mitscherlich, E. A. — Bodenkunde für Land u. Forstwirte. IV Aufl. Berlin, 1923; lk. 54.

## Mechanische Bodenanalyse

Proovitiiki nr. Nr. d. Versuchsfläche	Kvartali nr. Nr. d. Abteilung	Proovi sügavus Tiefe d. Probe	Atterberg'i järgi — nach Atterberg								Kadu Verlust	Mulla nimetus Benennung des Bodens	
			> 2 mm (kores — Skelett)	< 2 mm (peenes — Feinerde)	< 2 mm (peenes — Feinerde)				savi Ton				
					jämeliiv Grobsand		peenliiv Feinsand			tolm (ibe) Staub (Schluff)			
					2,0—0,5 mm	0,5—0,2 mm	0,2—0,06 mm	0,06—0,02 mm		0,02—0,006 mm			0,006—0,002 mm
cm	%	%						%					

## I boniteet — Standortsklasse

3	80-SO	50	—	100,0	0,2	1,4	8,3	28,8	22,8	19,6	15,7	3,2	kerge savi
5	170-N	61	0,3	99,7	7,5	70,7	15,6	1,0	0,8	1,2	2,2	1,0	jäme liiv
6	169-O	50	—	100,0	0,2	3,0	37,5	36,0	11,5	3,9	4,2	3,7	raske saviliiv
12	116-NO	50	1,2	98,8	2,3	10,7	48,5	18,3	7,6	5,1	5,4	2,1	raske saviliiv
15	134 a. p. 1	50	5,5	94,5	8,3	17,5	31,3	20,1	11,3	4,8	5,0	1,7	kerge liivsavi
16	135 a. p. 3	50	—	100,0	0,6	22,2	51,3	14,8	3,9	3,6	2,4	1,2	kerge saviliiv
18	78-S	50	3,5	96,5	20,2	46,0	21,9	2,1	1,7	1,8	2,2	4,1	kerge saviliiv
22	14-S	50	—	100,0	8,4	41,4	34,7	7,4	3,1	2,1	1,9	1,0	kerge saviliiv
23	15-N	50	0,9	99,1	5,5	10,1	19,1	25,3	18,8	11,1	6,8	3,3	keskmise liivsavi
24	48-SO	50	0,2	99,8	3,3	39,2	52,3	1,7	1,1	1,0	0,9	0,5	liiv

## II boniteet — Standortsklasse

8	197-S	50	—	100,0	0,2	6,7	70,6	11,2	3,9	3,2	2,8	1,4	peenliiv (vesiliiv)
14	135 a. p. 1	50	6,4	93,6	11,4	11,2	31,6	25,0	11,6	3,1	4,0	2,1	peenliiv (vesiliiv)

Märkus: pr.-tk. nr. 9 ja 10 pealt ei saadud kõrge põhjaveeseisu tõttu põhikihist proovi võtta, sest mineeraalmaa oli sügavamal kui 1 m.

tab, et meil on tegemist kahesuguste erinevate kasvukoha-tingimustega, mis õigustab kahe erineva boniteedi eraldamist.

### Püsiv puistu.

Kõrguse kasvukäik. Et väljavalitud proovitükkide ühtekuuluvust boniteetide järgi kontrollida, analüüsiti eeskätt nendelt proovitükkidelt võetud kõige jämedamaid puid, mis kuuluvad ülevalitsevate hulka. Kõik proovitükid, mille ülevalitsevad puud näitavad võrdseis vanadusis ligikaudu võrdseid kõrgusi, kuuluvad ühte boniteeti, eeldusega, et meil on tegemist valguspuuliigiga. Et mustlepp on valguspuuliik, seda on osutanud prof. Schwappach'i uurimused, aga meiegi tähelepanekuist need, mis näitavad, et meil ei leidu mustleppa teises ringes, et ta järelkasvuna ei esine ja et üksikute puude väljasuremine toimub õige kiiresti, niipea kui kroon kõrvalolevate puude survele enam valguse kätte ei pääse. See tohiks olla küllaldaseks tõenduseks ülalmainitule. Kui see nii on, siis peavad praegused ülevalitsevad puud seda olnud olema ka igas vanaduses ja nende analüüs annab meile ühtlasi selge ülevaate ülemlõrguse kasvukäigust. Nii siis, analüüsides iga üksiku proovitüki ülevalitsevate puude kõrguse kasvukäiku, võime iga analüüsipuu kohta joonistada ühe kõvera. Ühe proovitüki kõikide analüüsipuude kõrguse kõverad peaks sulanduma üheks keskmiseks kõveraks, kui puistu arenemine on olnud ühtlane. Tegelikult näeme, et ühe ja sama proovitüki üksikute analüüsipuude kõverad ei kattu kogu ulatuses, kuna mõned puud kalduvad noores eas ja kõrgemas vanaduses rohkem kõrvale; kuid kõvera suuremas ulatuses, nimelt keskmises osas, on kokkulangemine väga hea. See on seletatav puude tekkimisega kännuvõsust ja seemnest. Analüüsides nähtub, et mõned puud on esimesil eluaastail väga kiiresti kasvanud, nad on juba esimesel aastal jõudnud rinnakõrguseni. Need on tõenäoliselt kännuvõsust tekkinud. Teised selle vastu on esimesil aastail kasvanud õige aeglaselt, mistõttu neid võib seemnest kasvanuks pidada. Kuid nimetatud kõrguste vahed tasanduvad juba esimeste aastakümnete jooksul ja keskealises metsas on kasv juba ühtlane. Vanemas eas hakkab aga kännuvõsust

tekkinud puude kõrgusekasv maha jääma seemnest tekkinud puude omast. Seetõttu osutavad üksikute puude kõverad nende otstes suuremat erinevust. Sel viisil võime iga proovitüki jaoks leida valitsevate puude keskmise kõrgusekasvu kõvera, mis on ühtlasi ülemkõrguse (Oberhöhe) kõveraks. Kõikide ühte boniteeti kuuluvate eespool väljavalitud proovitükkide ülemkõrguste kõverad peavad kokku langema, kui tüüpiliste proovitükkide valik on tehtud õieti. Tegelikult rahuldabki nimetatud kõverate kokkulangemine täiesti, eriti keskmiste vanadusastmete juures. Näitena võib tuua mõnede proovitükkide ülemkõrgusi meetrites 35 a. vanaduse juures, kusjuures iga arv esitab ühe proovitüki ülemkõrgust selles vanaduses:

I bon.: 17,80; 17,50; 17,70; 17,50; 17,20

II bon.: 15,75; 15,50; 15,55

Et saadud ülemkõrgusilt üle minna keskmistele kõrgustele, siis arvutati vahed ülemkõrguste ja proovitükkide mõõtmistel saadud keskm. kõrguste vahel ja tasandati graafiliselt. Tarvitades tasandatud vahesid, saadi otsekohe ülemkõrguste kõvera järgi tõmmata keskm. kõrguste kõver. Loetud arvud koostati tabeliks.

Weise ütleb oma uurimuste põhjal männi kohta<sup>1)</sup>, et ülem- ja keskm. kõrguste vahel on täiesti kindel vahekord ja koostab vastava tabeli. Meie oma uurimuste põhjal küll nii täpsat matemaatilist vahekorda mustlepa juures ei leidnud. See võib tingitud olla mõõtmiste vähesest arvust. Ilmneb aga mustlepa juures üldiselt, et ülemkõrguste ja keskkõrguste vahe on kõige suurem puistu vahepealsete kõrguste juures; noores eas, kui puistu kõrgus on väike, langevad mõlemad kõrgused kokku. Vanas eas, kui puistu kõrgus läheneb juba maksimumile, liginevad ülem- ja keskm. kõrgus jälle. Vahepääl on vahe kõige suurem ja kõigub umbes ühe meetri piirides; seega on mustlepa ülem- ja keskm. kõrguste vahe tunduvalt väiksem kui männil.

Jäme puu tagavara leidmiseks kanti kummagi boniteedi proovitükkide vastavad arvud mm-paberile ja ühendati

1) Weise, W. — Ertragstafeln für die Kiefer. Berlin, 1880; lk. 60 jj.

punktid kõveratega. Siinjuures tuli ilmsiks, et proovitükkide tagavarapunktide asetus vastas kõrgusepunktide asetusele.

Lõikepindade summa ja jäme- + peenepuu vormiarv tasandati samuti graafiliselt, kandes üksikute proovitükkide andmeid peale.

Eespool leitud: keskm. kõrgus  $H$ , jäme- + peenepuu tagavara  $V$ , lõikepindade summa  $G$  ja jäme- + peenepuu vormiarv  $F$  on kõik üksteisega kindlas seoses. Kindlamaid tegureid  $H$  ja  $V$  muutmata jättes saame  $G$  ja  $F$  suurusi kui vähem kindlaid kontrollida teades, et  $G = \frac{V}{HF}$  ja  $F = \frac{V}{HG}$ . Väikesed lahkuminekid, mis kontrollimisel ilmnenud  $G$  ja  $F$  vahel, kõrvaldati vastavate kõverjoonte väheste parandustega, mille kaudu saavutati matemaatiline täpsus. Parandatud kõverate andmed kanti tabelisse.

Jäme- + peenepuu tagavara ja puu vormiarvu määramisel toimiti analoogiliselt, kusjuures peeti silmas jäme- + peenepuu tagavara kõvera käiku, parandades varem leitud jäme- + peenepuu kõverat.

Puude arv  $N$  ja keskmine läbimõõt resp. keskm. puu lõikepind  $g$  kanti samuti graafiliselt peale ja tasandati. Kontrolliks võeti nende suhe  $N = \frac{G}{g}$  ja  $g = \frac{G}{N}$ , mille järele parandati ebatasasused ja saadi lõplikud andmed.

### Eralduv puistu.

Nagu juba eespool tähendatud, on selle osa koostamine palju raskem, kannatades konkreetsete andmete puuduse all, mispärast selles esitatud arvused tuleb võtta ligikaudsetena.

Puude arv on saadud püsiva puistu puude arvu vahest. Lõikepindade summa arvutati sel teel, et võeti vastava proovitüki klupeerimisandmeist vastav arv kõige peenemaid puid, mis tuleval 5 a. perioodil püsivast puistust välja langevad, ja nendele vastav lõikepind. Samuti arvutati nende puude keskm. läbimõõt. Tagavara saadi mudelpuude põhjal, mis olid võetud nimetatud peenemast osast ja kõrgus proovitüki keskm. kõrguse graafikalt vastavalt nende puude keskmisele läbimõõdule. Neid üksikuilt proovitükelt saadud andmeid graafiliselt

peale kandes ja tasandades saadi keskmised väärtused, mis kanti tabelisse.

Kõik teised normaalkasvukäigu-tabelis esitatud andmed on saadud matemaatilisel teel ja ei peaks vajama seletust.

## Kasvukäik.

### Püsiv puistu.

Kõrguse kasvukäiku vaadeldes näeme, et jooksev juurdekasv kulmineerib enne 15 a. vanadust. Siin tuleb vahet teha seemnetaimede ja kännuvõsude vahel. Seemnetaimed arenevad esimesil aastail kännuvõsuga võrreldes õige aeglaselt ja rinnakõrguseni kasvamiseks kulub neil keskmiselt 5—6 aastat. Peale selle algab kiire kasv ja jooksev juurdekasv kulmineerib 15 a. vanaduse piirkonnas. Kännuvõsu maksimaalne juurdekasv ilmneb aga kohe esimesil aastail. Juba esimesel aastal võib kännuvõsu rinnakõrguseni kasvada, kuid juba mõne aasta pärast algab järjekindel juurdekasvu vähenemine. Üldiselt hakkab peale kulminatsiooni jooksev juurdekasv õige kiiresti langema, nii et ta 65—70 aastate vahel on langenud juba 12 sm peale. Sellest vanadusest alates muutub langus aeglasemaks ja 100-aastaselt on jooksev juurdekasv langenud I bon. juures 8 ja II bon. juures 6 sm-ile. Vanemad kui 100-a. puistud näitavad veel ainult minimaalset juurdekasvu, 140-aastaselt on see näit. 2 sm. Seega võib praktiliselt arvestada, et 100-aastaselt on puistud jõudnud oma maksimaalse kõrguseni ja on ümmargustes arvudes I bon. juures 27 m ja II bon. juures  $23\frac{1}{2}$  m kõrged.

Lõikepindade summa suurenemine on õige intensiivne kuni 40-da aastani mõlematel boniteetidel. Siitpeale muutub jooksev juurdekasv aeglasemaks ja 70 a. vanadusest alates on lõikepindade summa suurenemine juba minimaalne — praktiliselt võttes jääb lõikepindade summa siit alates konstantseks ja on ümmargustes arvudes I bon. juures  $30\text{ m}^2$  ja II bon. juures  $25\frac{1}{2}\text{ m}^2$ . Vähene suurenemine kestab I bon. juures 90 ja II bon. juures 75 aastani; siis tuleb seisak ja 100-a.

# Normaal- Normal-

Vanadus Alter	Püsiiv puistu — Verbleibender Bestand								Eralduv		
	puude arv Stammzahl	lõikepind Stammgrund- fläche m <sup>2</sup>	keskm. kõrgus Mittelhöhe m	keskm. läbimõõt Mitteldurchmes- ser cm	tagavara — Masse			vormiarv Formzahl		puude arv Stammzahl	lõikepind Stammgrund- fläche m <sup>2</sup>
					jämpuu Derbholz	peenpuu Reisholz	jämp. + peenp. Derbh. + Reish	jämpuu Derbholz	puu- Baum-		
aastad Jahre	pro ha	m	cm	m <sup>3</sup> pro ha			pro ha	pro ha			

I b o n i t e e t —											
20	1905	16,5	11,5	10,5	80	32	112	429	601	—	—
25	1671	18,9	13,7	12,0	115	30	145	444	560	234	0,7
30	1438	20,9	15,7	13,6	150	26	176	457	536	233	1,3
35	1250	22,7	17,2	15,2	183	22	205	468	526	188	1,4
40	1100	24,3	18,5	16,8	213	20	233	474	519	150	1,6
45	955	25,7	19,7	18,5	242	19	261	478	515	145	1,9
50	838	26,8	20,8	20,2	268	18	286	480	513	117	2,1
55	730	27,7	21,8	22,0	291	18	309	481	512	108	2,4
60	640	28,5	22,7	23,8	312	19	331	482	511	90	2,6
65	569	29,3	23,4	25,6	331	19	350	483	510	71	2,5
70	514	29,9	24,0	27,2	346	19	365	482	509	55	2,4
75	464	30,2	24,6	28,8	357	20	377	480	508	50	2,3
80	420	30,3	25,1	30,3	365	21	386	480	507	44	2,3
85	384	30,3	25,6	31,7	372	21	393	479	507	36	2,1
90	360	30,4	26,0	32,8	378	22	400	478	506	24	1,5
95	339	30,4	26,4	33,8	382	24	406	476	506	21	1,4
100	322	30,3	26,8	34,6	385	25	410	474	505	17	1,2
II b o n i t e e t —											
20	1966	12,5	9,5	9,0	47	30	77	396	648	—	—
25	1775	14,5	11,8	10,2	72	31	103	420	601	191	0,4
30	1570	16,6	13,7	11,6	101	29	130	444	571	205	0,6
35	1409	18,7	15,1	13,0	131	25	156	464	552	161	0,7
40	1270	20,4	16,2	14,3	160	21	181	484	547	139	0,8
45	1131	21,9	17,2	15,7	187	18	205	496	543	139	1,1
50	1005	23,1	18,2	17,1	210	17	227	499	540	126	1,3
55	906	24,1	19,0	18,4	229	17	246	500	537	99	1,2
60	822	24,8	19,8	19,6	245	18	263	499	535	84	1,3
65	752	25,3	20,5	20,7	258	18	276	497	533	70	1,2
70	683	25,5	21,1	21,8	267	19	286	496	531	69	1,3
75	627	25,6	21,7	22,8	275	19	294	495	529	56	1,3
80	580	25,6	22,2	23,7	280	19	299	493	527	47	1,2
85	543	25,6	22,7	24,5	285	20	305	490	525	37	1,0
90	511	25,5	23,1	25,2	288	21	309	489	524	32	1,0
95	480	25,5	23,4	26,0	290	22	312	486	523	31	1,0
100	454	25,4	23,7	26,7	291	23	314	483	521	26	0,9

kasvukäigu tabel.  
ertragstafel.

Tab. IV.

puistu — Ausscheidender Bestand				Üldprodukt- sioon Gesamtpro- duktion		Eelkasustuste osa üldprodukt- sioonist Anteil d. Vorer- träge von d. Gesamtprodukt		Vanadus Alter	
keskm. kõrgus Mittelhöhe	Tagavara — Masse			Eelkasustuste s-a S-a d. Vorerträge		m <sup>3</sup> pro ha			
	jämepuu Derbholz	peenpuu Reisholz	jämep.+peenp. Derbh.+Reish	jämepuu Derbholz	jämep.+peenp. Derbh.+Reish.	jämepuu Derbholz	jämep.+peenp. Derbh.+Reish.	0/0	
m	m <sup>3</sup> pro ha			m <sup>3</sup> pro ha		m <sup>3</sup> pro ha		0/0	

## S t a n d o r i s k l a s s e

9,0	—	—	—	—	—	80	112	—	—	20
11,7	—	5	5	—	5	115	150	—	3,3	25
15,8	7	4	11	7	16	157	192	4,5	8,3	30
15,5	10	4	14	17	30	200	235	8,6	12,8	35
17,0	14	4	18	31	48	244	281	12,7	17,1	40
18,2	16	3	19	47	67	289	328	16,3	20,4	45
19,4	20	3	23	67	90	335	376	20,0	23,9	50
20,6	24	3	27	91	117	382	426	23,8	27,4	55
21,6	26	3	29	117	146	429	477	27,2	30,6	60
22,4	27	3	30	144	176	475	526	30,3	33,4	65
23,0	27	2	29	171	205	517	570	33,1	36,0	70
23,7	27	2	29	198	234	555	611	35,7	38,3	75
24,2	26	2	28	224	262	589	648	38,0	40,4	80
24,7	25	2	27	249	289	621	682	40,1	42,4	85
25,2	18	1	19	267	308	645	708	41,4	43,5	90
25,6	17	1	18	284	326	666	732	42,6	44,5	95
26,0	15	1	16	299	342	684	752	43,7	45,5	100

## S t a n d o r i s k l a s s e

7,0	—	—	—	—	—	47	77	—	—	20
9,6	—	2	2	—	2	72	105	—	1,9	25
11,6	—	4	4	—	6	101	136	—	4,5	30
13,0	3	3	6	3	12	134	168	2,2	7,1	35
14,2	4	3	7	7	19	167	200	4,2	9,5	40
15,4	7	2	9	14	28	201	233	7,0	12,0	45
16,5	10	2	12	24	40	234	267	10,3	15,0	50
17,5	11	2	13	35	53	264	299	13,2	17,7	55
18,5	12	2	14	47	67	292	330	16,1	20,3	60
19,2	13	2	15	60	82	318	358	18,9	22,9	65
20,0	14	2	16	74	98	341	384	21,7	25,5	70
20,6	13	1	14	87	112	362	406	24,0	27,6	75
21,1	12	1	13	99	125	379	424	26,1	29,5	80
21,7	11	1	12	110	137	395	442	27,8	30,9	85
22,2	10	1	11	120	148	408	457	29,4	32,4	90
22,6	10	1	11	130	159	420	471	30,9	33,8	95
23,0	10	1	11	140	170	431	484	32,5	35,1	100

# Normaal-kasvukäigu tabel. Juurdekasvud.

Tab. V.

Normalertragstafel. Zuwachs

Vanadus Alter	Kõrguse Höhe	Läbim. Durchm.	Püisiva puistu tagavara Masse d. verbleib. Best.				Üldproduktiooni Gesamtproduktion						Vanadus Alter
	jooksev laufender	jooksev laufender	jooksev laufender		keskmine mittlerer		jooksev — laufender			keskmine mittlerer			
			jäme Derbholz	+ peenpuu Derbh. + Reish.	jäme Derbholz	+ peenpuu Derbh. + Reish.	jäme Derbholz	+ peenpuu Derbh. + Reish.	jäme Derbholz	+ peenpuu Derbh. + Reish.	jäme Derbholz	+ peenpuu Derbh. + Reish.	
aastad Jahre	cm	mm	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	aastad Jahre	

## I boniteet — Standortsklasse

20	60	—												
25	48	3,0	7,0	6,6	4,0	5,6	7,0	8,7	7,6	6,8	4,0	5,6	20	
30	40	3,2	7,0	6,2	4,6	5,8	8,4	7,3	8,4	5,8	4,6	6,0	25	
35	30	3,2	6,6	5,8	5,0	5,9	8,6	5,7	8,6	4,9	5,2	6,4	30	
40	26	3,2	6,0	5,6	5,2	5,9	8,8	4,8	9,2	4,4	5,7	6,7	35	
45	24	3,4	5,8	5,6	5,3	5,8	9,0	4,2	9,4	4,0	6,1	7,0	40	
50	22	3,4	5,2	5,0	5,4	5,8	9,2	3,8	9,6	3,8	6,4	7,3	45	
55	20	3,6	4,6	4,6	5,3	5,7	9,4	3,5	10,0	3,5	6,7	7,5	50	
60	18	3,6	4,2	4,4	5,3	5,6	9,4	3,2	10,2	3,3	6,9	7,7	55	
65	14	3,6	3,8	3,8	5,2	5,5	9,2	2,9	9,8	3,0	7,1	7,9	60	
70	12	3,2	3,0	3,0	5,1	5,4	8,4	2,5	8,8	2,5	7,3	8,1	65	
	12	3,2	2,2	2,4	5,0	5,2	7,6	2,2	8,2	2,2	7,4	8,1	70	

75	10	3,0	1,6	1,8	4,8	5,0	6,8	1,9	7,4	2,0	7,4	8,1	75
80	10	2,8	1,4	1,4	4,6	4,8	6,4	1,7	6,8	1,8	7,4	8,1	80
85	8	2,2	1,2	1,4	4,4	4,6	4,8	1,3	5,2	1,3	7,3	8,0	85
90	8	2,0	0,8	1,2	4,2	4,5	4,2	1,1	4,8	1,2	7,2	7,9	90
95	8	1,6	0,6	0,8	4,0	4,3	3,6	0,9	4,0	1,0	7,0	7,7	95
100	8	1,6	0,6	0,8	3,8	4,1	3,6	0,9	4,0	1,0	6,8	7,5	100

II boniteet — Standortsklasse.

20	48	—			2,3	3,8	5,0	10,7	5,6	7,3	2,3	3,8	20
25	46	2,4	5,0	5,2	2,9	4,1	5,0	8,0	6,2	6,0	2,9	4,2	25
30	38	2,8	5,8	5,3	3,4	4,3	5,8	6,6	6,5	6,4	3,4	4,4	30
35	28	2,8	6,0	5,2	3,7	4,5	6,6	5,0	6,4	4,9	3,8	4,8	35
40	22	2,6	5,8	5,0	4,0	4,6	6,6	4,3	6,6	3,6	4,2	5,0	40
45	20	2,8	5,4	4,8	4,2	4,6	6,6	3,5	6,8	3,3	4,5	5,2	45
50	20	2,8	4,6	4,4	4,2	4,6	6,6	2,9	6,4	2,8	4,7	5,3	50
55	16	2,6	3,8	3,8	4,2	4,5	6,0	2,4	6,2	2,5	4,8	5,4	55
60	16	2,4	3,2	3,4	4,1	4,4	5,6	2,1	6,2	2,5	4,9	5,5	60
65	14	2,2	2,6	2,6	4,0	4,3	5,2	2,1	5,6	2,1	4,9	5,5	65
70	12	2,2	1,8	2,0	3,8	4,1	4,6	1,8	5,2	1,9	4,9	5,5	70
75	12	2,0	1,6	1,6	3,6	3,9	4,2	1,6	4,5	1,6	4,8	5,4	75
80	10	1,8	1,0	1,0	3,5	3,8	3,4	1,2	3,6	1,2	4,7	5,3	80
85	10	1,6	1,0	1,2	3,3	3,6	3,2	1,1	3,6	1,2	4,6	5,2	85
90	8	1,4	0,6	0,8	3,2	3,4	2,6	0,9	3,0	1,0	4,5	5,1	90
95	6	1,6	0,4	0,6	3,0	3,3	2,4	0,8	2,8	0,9	4,4	5,0	95
100	6	1,4	0,2	0,4	2,9	3,1	2,2	0,7	2,6	0,8	4,3	4,8	100

vanadusest alates algab järjekindel vähemine puude väljasuremise tagajärjel.

Jäme puu tagavara jooksev juurdekasv kulmineerib I bon. juures 20—30 a. vahel ja on  $7,0 \text{ m}^3$ . Keskmise juurdekasv kulmineerib 45-aastaselt ja on  $5,4 \text{ m}^3$ , ehk kui graafiliselt kulminatsiooni ära tähendada ja silmapilku, millal jooksev ja keskmise juurdekasv lõikuvad, keskm. juurdekasvu kulminatsiooniks lugeda, siis langeb see 1—2 a. võrra vanemasse easse. II bon. kulmineerib jooksev juurdekasv 30—35 a. vahel, olles seejuures  $6,0 \text{ m}^3$ . Keskmise juurdekasv kulmineerib 50-aastaselt, olles  $4,2 \text{ m}^3$ . Sellest nähtub, et jooksev kui ka keskm. juurdekasv kulmineerivad II bon. juures 5—7 a. võrra hiljem kui I boniteedil.

Jäme- + peenpuu tagavara jooksev juurdekasv kulmineerib I bon. juures 15—25 a. vanaduses ja on seejuures  $6,6 \text{ m}^3$ ; keskm. juurdekasv kulmineerib 30—35 a. vahel, graafiliselt 31—32-aastaselt, ja on  $5,9 \text{ m}^3$ . II bon. kulmineerib jooksev juurdekasv 25—30 a. vahel, olles  $5,3 \text{ m}^3$ , ja keskm. juurdekasv 40—50 a. vahel, graafiliselt 45-aastaselt, olles seejuures  $4,6 \text{ m}^3$ . Sellest näeme, et II bon. jooksev juurdekasv kulmineerib umbes 7 a. võrra hiljem ja keskm. juurdek. umbes 13 a. võrra hiljem kui I bon. juures.

Jäme puu vormiarv I bon. juures suureneb kuni 65 aastani, olles seejuures 0,483, siitpeale algab vähenemine. II bon. juures kestab suurenemine kuni 55 aastani, olles seejuures 0,500, siit algab samuti langus.

Puu vormiarv on kõige suurem noores eas ja langeb kogu aeg puistu vanaduse kasvamisega. I bon. vormiarv on vähem kui II bon. oma. Vormiarvud on 100-aastaselt I bon. 0,505 ja II bon. 0,521. Pean veel kord tähendama, et puu vormiarvu all on siin mõistetud jäme- + peenpuu summa vormiarv, kuna tüve vormiarvu (Schaffformzahl) tabeleis ei ole esitatud.

Puude arv ja keskmine läbimõõt on suurused, mis otseselt olenevad läbiraiumiste intensiivsusest, seepärast on need suurused muutlikumad kui kõik eeskäsiteldud. Nagu varem öeldud, olid puistud läbi raiumata, seega looduslikus

olekus. Üksikud nooremad puistud olid küll samal suvel või eelmisel läbi raiutud, millal koguti käesoleva töö materjal, kuid selle lühikese aja jooksul ei võinud läbiraied veel avaldada mõju püsiva puistu andmetele, kuna sealt oli kõrvaldatud ainult rõhutud puid. Tabelist IV näeme, et I bon. juures toimub puude väljalangemine kiiremini kui II bon. juures. Ühtlasi on sellele vastavalt I bon. läbimõõdu juurdekasv intensiivsem kui II bon. juures. I bon. kulmineerib läbimõõdu jooksev juurdekasv 40—50 a. vahel ja II bon. umbes samal ajal.

### Eralduv puistu.

Nagu juba varemalt öeldud, on selles osas toodud arvud ligikaudsed konkreetse materjali puudusel; seepärast ei ole ka mõtet nende juures üksikasjaliselt peatuda. Võiks niipalju tähendada, et löikepindade summa ja tagavara järgi on mõlematel boniteetidel eraldumine kõige intensiivsem 60—70 aastate vahel.

### Üldproduktsoon.

Jämepuu üldproduktiooni jooksev juurdekasv kulmineerib I bon. 50—60 aast. vahel ja on  $9,4 \text{ m}^3$ . Keskm. juurdekasv kulmineerib 70—80 a. vahel, ehk graafiliselt 73—74 aastaselt ja on seejuures  $7,4 \text{ m}^3$ . II bon. jooksev juurdekasv kulmineerib 40—45 a-selt ja on seejuures  $6,8 \text{ m}^3$ ; keskm. juurdekasv kulmineerib 60—70 aast. vahel, ehk graafiliselt 65-aastaselt, olles  $4,9 \text{ m}^3$ .

Jäme- + peenpuu üldproduktiooni jooksev juurdekasv kulmineerib I bon. juures 58—60 a. vahel, olles  $10,2 \text{ m}^3$ ; keskm. juurdekasv kulmineerib 65—80 a. vahel, ehk graafiliselt 73-aastaselt ja on  $8,1 \text{ m}^3$ . II bon. jooksev juurdekasv kulmineerib 45—50 a. vahel, olles seejuures  $6,8 \text{ m}^3$ ; keskm. juurdekasv kulmineerib 60—70 a. vahel, ehk graafiliselt 64-aastaselt ja on  $5,5 \text{ m}^3$ .

Ülalnimetatust nähtub, et niihästi jämepuu kui ka jäme- + peenpuu summa üldproduktiooni jooksev ja keskm. juurdekasv kulmineerivad II bon. juures 8—10 võrra varem kui I bon. juures.

## Võrdlus prof. Schwappach'i tabelitega.

Võrreldagu järgnevas meie andmeid prof. Schwappach'i vastavate andmetega <sup>1)</sup>, et näha kuivõrt on kooskõlas väljeraldatud boniteedid ja üksikute tegurite arenemiskäik, et selgusele jõuda, mis määral meil praegu tarvitusel olevad prof. Schwappach'i tabelid vastavad meie oludele. Kuid siin tekib küsimus, kas saame üldse võrrelda prof. Schwappach'i andmeid meie omadega, sest nagu teada, on viimase tabelid koostatud materjali põhjal, mis saadud tugevasti läbiraiutud proovitükkidelt; meie andmed selle vastu on saadud läbiraiumata proovitükkidelt. Arvan, et kahte peategurit — kõrgust ja üldproduktiooni, mis määravad kasvukoha boniteedi — saab võrrelda, sest maapinna produtseerimisvõime avaldub massis ja kõrgus oleneb otseselt kasvukoha boniteedist, vaatamata inimese vahele segamisele. Ja need kaks suurust, mis on omavahel alati teatud vahekorras, — lasevad järeldusi teha kasvukoha boniteedi kohta. Läbiraietega saame puude arvu muuta, saame mõju avaldada üksikule indiviidile, saame teatud sortimente kasvatada, mille tulemuseks on keskm. läbimõõdu otsene muutumine, kuid üldproduktioon ja kõrgus jäävad ikka samaks.

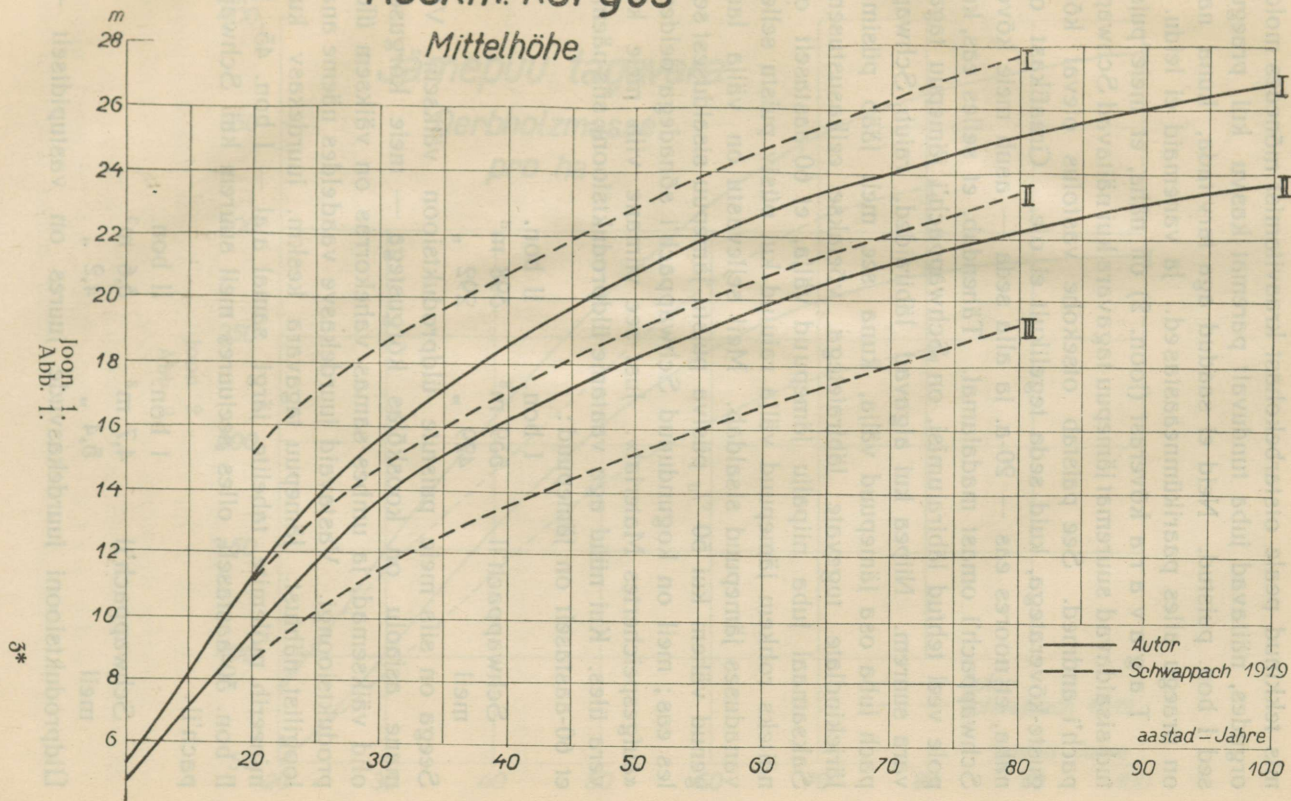
Ülevaatlikkuse mõttes on võrreldavad andmed kujutatud graafiliselt. Graafikail on kujutatud ainult püsiva puistu kui tähtsama osa andmed.

Kõrguse kõverate käigust (joon. 1) selgub, et meie I bon. on Schwappach'i I bon-ist keskmiselt 2 m võrra madalam, kuna II bon. on keskmiselt 1 m võrra madalam vastavast Schwappach'i boniteedist. Kõverate paralleelne käik näitab aga, et puistute kõrguse arenemine on üldjoontes ühtlane. Vahe on ainult selles, et Schwappach'i vastavad boniteedid esitavad paremaid kasvukohatingimusi kui meie omad. Mõnede üksikute analüüside põhjal otsustades võime loota, et meilgi on tulevikus üksikuid paremaid puistuid. Igatahes paremaid kui praegused I bon. puistud, sest nooremad puistud,

1) Schwappach -- Neuere Untersuchungen über den Wachstumsgang der Schwarzerlen-Bestände. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 1919; lk. 184.

# Keskm. kõrgus

Mittelhöhe



mis tekkinud peale otstarbekohast kraavitamist mõnedes mold-orgudes, näitavad juba tunduvalt paremat kasvu kui praegused I bon. puistud. Neid ei saadud aga tarvitada, kuna nad on praegu alles paarikümneaastased. Ja vanemaid ei leidu.

T a g a v a r a kõverast (joon. 2) on näha, et meie puistud sisaldavad suuremat jämepuu tagavara kui näitavad Schwappach'i andmed. See paistab otsekohe vastolus olevat kõrguste-kõveratega, kuid seda tegelikult ei ole. Graafikast on näha, et noores eas — 20-a. ja alla seda — asub meie kõver Schwappach'i omast madalamal. Tähendab, et selles eas, kui pole veel tehtud läbiraumisi, on Schwappach'i jämepuu tagavara suurem. Niipea kui algavad läbiraided, raiub Schwappach juba osa jämepuud välja, kuna see meil jääb püsima. Järjekindlate tugevate läbiraietega võetakse eelkasustusena Saksamaal juba niipalju jämepuud välja, et 60-aastaselt on näiteks rohkem jämepuud välja raiutud kui püsiv puistu selles vanaduses jämepuud sisaldab. Meil sellevastu on välja langenud vähem kui 50 % püsiva puistu jämepuu sisaldusest selles eas; meil on kogundunud Schwappach'i sõnadega öeldes: «aufgespeichertes Material». Just see viimane viib meie kõvera üles. Kui nüüd aga vaatame üldproduktiooni, siis näeme, et 60-aastaselt on jämepuud:

	I bon.	II bon.
Schwappach'il	539 m <sup>3</sup>	398 m <sup>3</sup>
meil	429 „	292 „

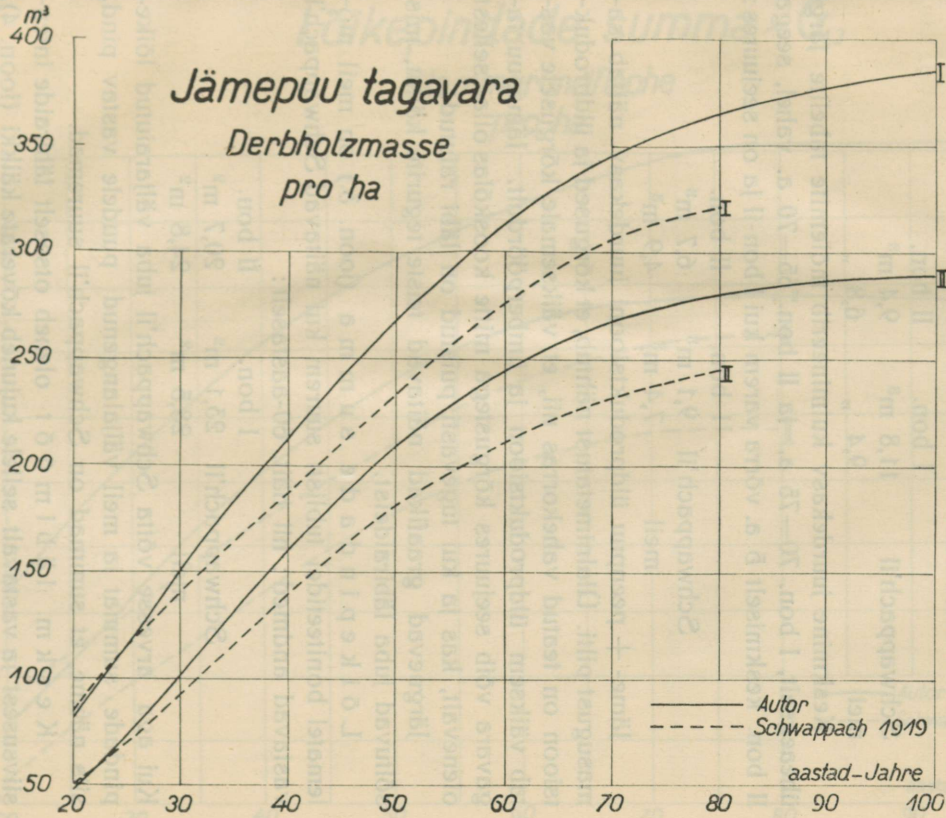
Seega on siis meie puistute üldproduktioon väiksem. Viimane asjaolu on kooskõlas kõrgustega — meie kõrgused olid väiksemad, ja umbes samas vahekorras on väiksem üldproduktioongi. Vastavaid juurdekasve vaadeldes näeme analoogilist nähtust. Jämepuu tagavara keskm. juurdekasv kulumineerib mõlemite tabelite järgi samal ajal — I bon. 45- ja II bon. 30-aastaselt, olles seejuures meil suurem kui Schwappach'il:

	I bon.	II bon.
Schwappach'il	4,7 m <sup>3</sup>	3,6 m <sup>3</sup>
meil	5,4 „	4,2 „

Üldproduktiooni juurdekasvude juures on vastupidiselt —

# Jämepuu tagavara

## Derbholzmasse pro ha



Joon. 2.  
Abb. 2.

meil vähem, Schwappach'il suurem. Jäme- + peenpuu üldproduktiooni jooksev juurdekasv kulmineerib meil I bon. 50—60 ja II bon. 40—45 a. vahel; Schwappach'il vastavalt 45 a. ja 40—45 a. vahel ja on seejuures:

	I bon.	II bon.
Schwappach'il	11,8 m <sup>3</sup>	9,4 m <sup>3</sup>
meil	9,4 „	6,8 „

Keskmine juurdekasv kulmineerib mõlemite tabelite järgi üheaegselt, I bon. 70—75 a. ja II bon. 65—70 a. vahel, seega II bon. keskmiselt 5 a. võrra varem kui I bon-il ja on seejuures:

	I bon.	II bon.
Schwappach'il	9,1 m <sup>3</sup>	6,7 m <sup>3</sup>
meil	7,4 m <sup>3</sup>	4,9 m <sup>3</sup>

Jäme- + peenpuu üldproduktiooni juurdekasv näitab samasugust pilti. Üldnimetatust nähtub, et kõrgused ja üldproduktioon on teatud vahekorras nii, et väiksemale kõrgusele vastab väiksem üldproduktioon ja ümberpöörduvalt. Jäme- + peenpuu tagavara võib seejuures kõrgustega mitte kooskõlas olla, sellest olenevalt, kas ja kui tugevasti puistud on läbi raiutud.

Järgnevad graafikad näitavad teiste tegurite käiku, mis sõltuvad juba läbiraideist.

Lõikepindade summa (joon. 3.) on meil mõlematel boniteetidel tublisti suurem kui näitavad Schwappach'i vastavad andmed; nii näit. 60-aastaselt:

	I bon.	II bon.
Schwappach'il	23,1 m <sup>2</sup>	20,7 m <sup>2</sup>
meil	28,5 m <sup>2</sup>	24,8 m <sup>2</sup>

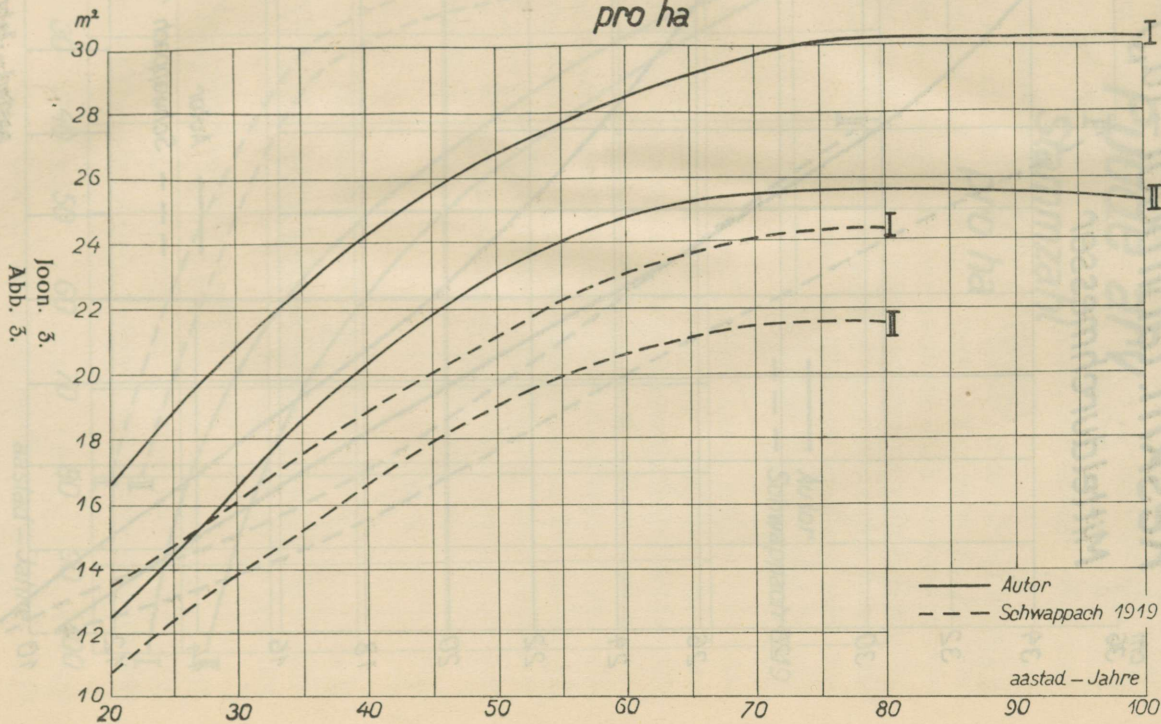
Kui aga arvesse võtta Schwappach'il juba väljaraiutud lõikepindade summat ja meil väljalangenud puudele vastav pind, siis näeme, et summad on Schwappach'il suuremad.

Keskmine läbimõõt on otseselt läbiraide intensiivsusest ja vastavalt sellele kujuneb kõverate käikki (joon. 4). Noores eas, kui ei ole veel tehtud läbiraideid, näeme kõverate väga lähedast lignemist teineteisele, kuid niipea kui algavad läbiraided, pöörduvad Schwappach'i kõverad üles.

Puude arvu kõverad (joon. 5.) näitavad noores eas lähenemistendentsi, kuid läbiraiete alates langevad otse-

# Löikepindade summa - $G_{1,3}$

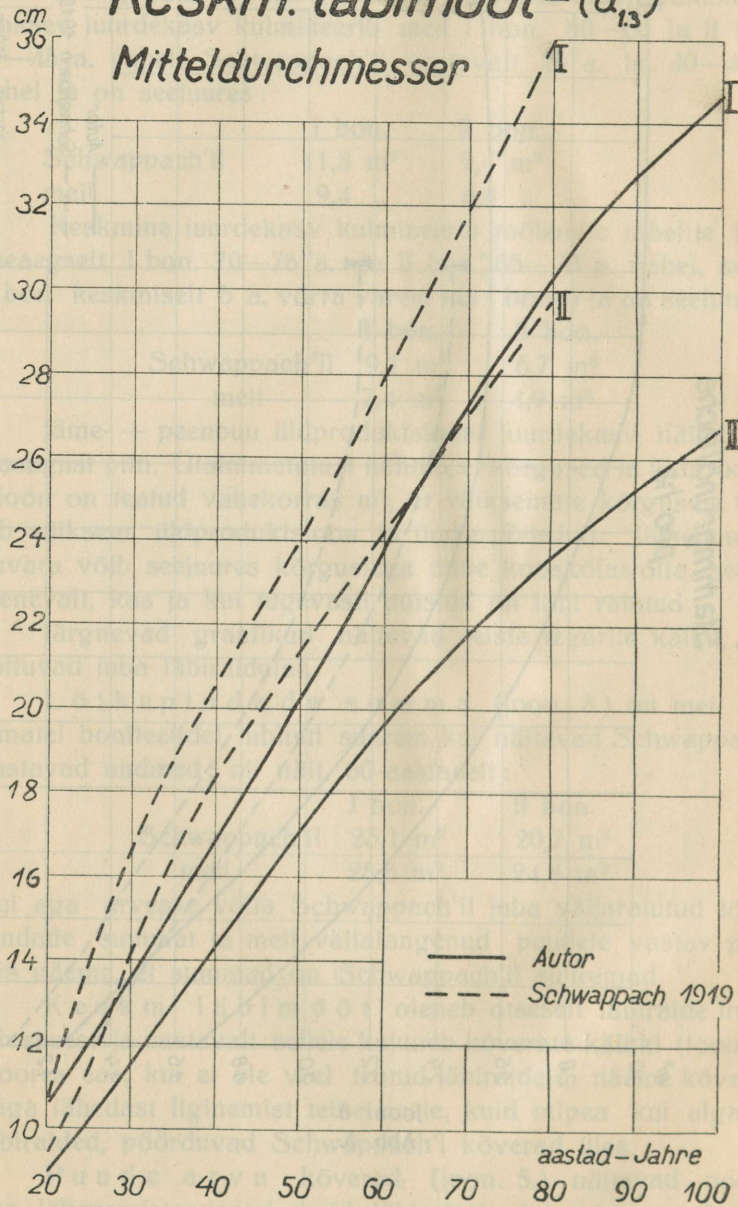
Stammgrundfläche  
pro ha



Joon. 5.  
Abb. 5.

# Keskm. läbimõõt - ( $d_{1.3}$ )

## Mitteldurchmesser

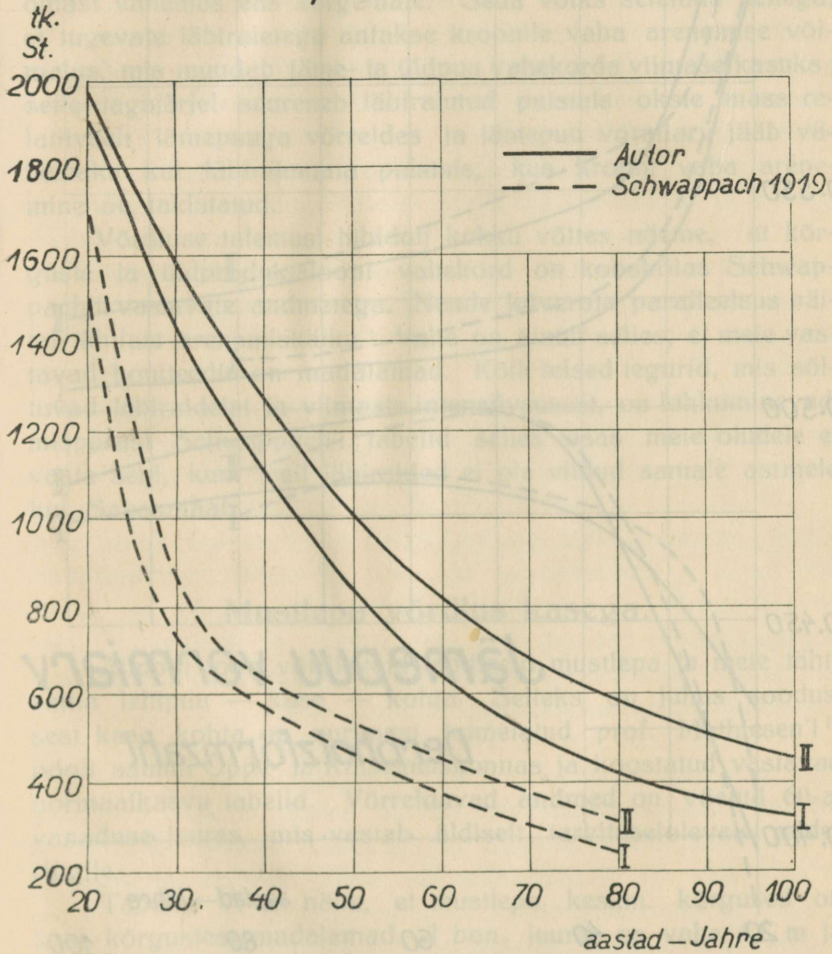


Joon. 4. Abb. 4.

# Puude arv

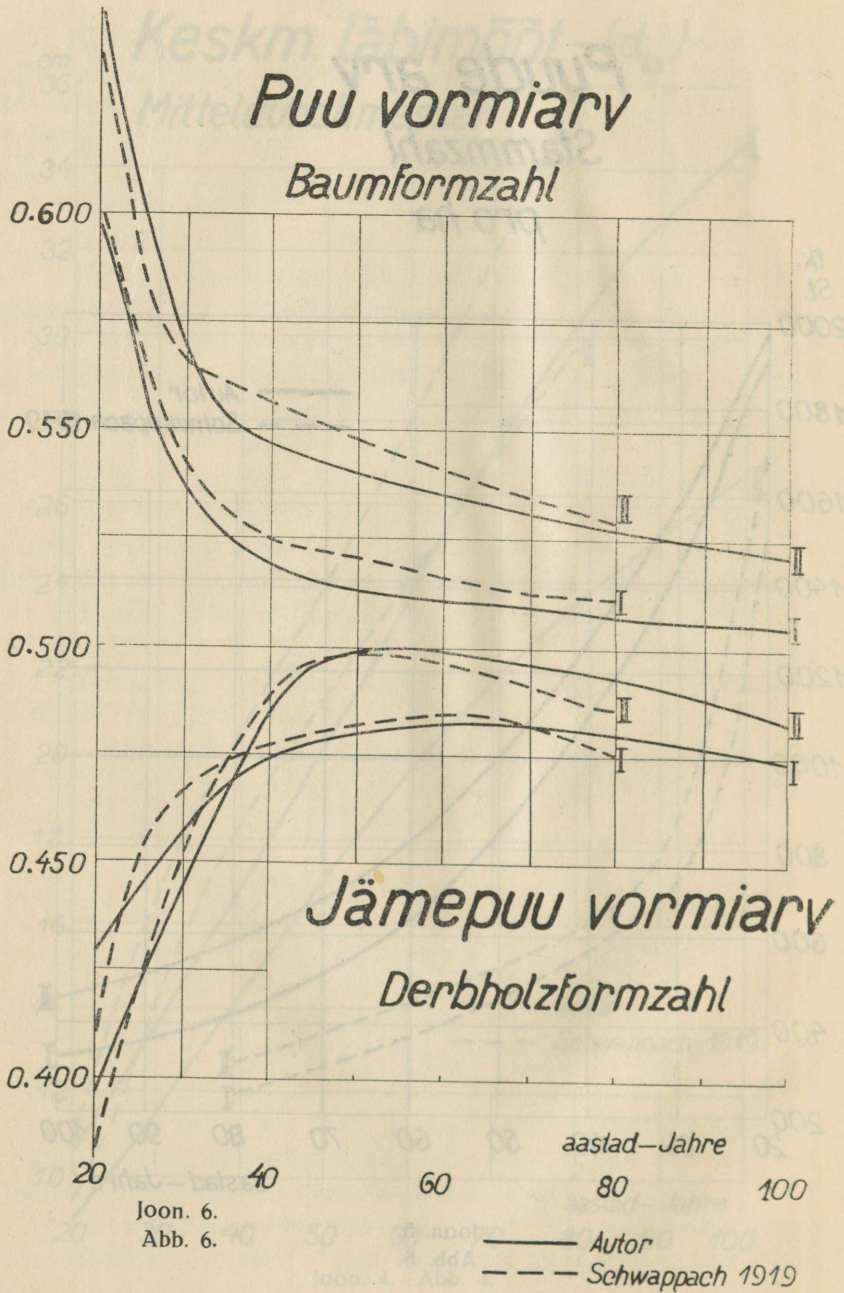
## Stammzahl

### pro ha



Joon. 5.

Abb. 5.



kohe Schwappach'i kõverad järsku alla. Vanemas eas, kui läbiraietega puude arvu ei saa enam viia niivõrt tugevasti alla kui noores eas, lähenevad kõverad jälle.

Puu vormiarv (joon. 6) on meil üldiselt vähe madalam kui Schwappach'il.

Jämepuu vormiarv tõuseb meil Schwappach'i omast vanemas eas kõrgemale. Seda võiks seletada sellega, et tugevate läbiraietega antakse kroonile vaba arenemise võimalus, mis muudab jäme- ja üldpuu vahekorda viimase kasuks; selle tagajärjel suureneb läbiraiautud puistus okste mass relatiivselt jämepuuga võrreldes ja jämepuu vormiarv jääb vähemaks kui läbiraiaumata puistus, kus krooni vaba aremine on takistatud.

Võrdluse tulemusi lühidalt kokku võttes näeme, et kõrguste ja üldproduktiooni vahekord on kooskõlas Schwappach'i vastavate andmetega. Nende kõverate paralleelsus näitab ühtlast arenemiskäiku. Vahe on ainult selles, et meie vastavad boniteedid on madalamad. Kõik teised tegurid, mis sõltuvad läbiraideist ja viimaste intensiivsusest, on lahkuminevad, mispärast Schwappach'i tabelid selles osas meie oludele ei vasta seni, kuni meil läbiraided ei ole viidud samale astmele kui Saksamaal.

### Mustlepa võrdlus kasega.

Allpool toon võrdlevaid andmeid mustlepa ja meie tähtsama lehtpuu — kase — kohta. Selleks on juhus soodus, sest kase kohta on uurimusi toimetatud prof. Mathiesen'i<sup>1)</sup> poolt samuti Öppe- ja Katsemetskonnas ja koostatud vastavad normaalkasvu tabelid. Võrreldavad andmed on võetud 60-a. vanaduse juures, mis vastab üldiselt tarvituselolevale raideringile.

Tabelist VI on näha, et mustlepa keskm. kõrgused on kase kõrgustest madalamad. I bon. juures on vahe 4,1 m ja

1) Mathiesen, A. — Kastre-Peravalla kase puiestikkudest. Metsaosak. toim. nr. 7. Tartus, 1926. a.

II bon. juures 2,8. Üldiselt ei jõuagi mustlepp meil selle kõrguseni nagu näitavad seda paremad kasepuistud. Mustlepa suurem keskm. kõrgus on 28 m (pr.-tk. 13), kuna kaasikud tõusevad kuni 30 meetrini.

Puude arv on lepal suurem, mis on osalt sellest tingitud, et paremad kasepuistud on läbi raiutud, kuna mustlepa puistud on läbi raiumata. Kuid üldiselt jäävad kasepuistud vane-maski eas harvemaks kui lepapuistud. Viimane asjaolu selgitab ka kasepuistute vähemat lõikepindade summat mustlepaga võrreldes. Lõikepindade summa on lepal suurem I bon. 4,8 m<sup>2</sup> ja II bon. 6,2 m<sup>2</sup> võrra.

Keskm. läbimõõt on kasel õige vähe suurem: I bon. 0,5 sm ja II bon. 0,7 sm võrra, mis võib tuletuda läbiraiumisest

Tüvepuu tagavara (prof. Mathiesen on oma tabelleis arvestanud tüvepuuga, s. o. laasitud tüvi kuni ladvatipuni ilma oksadeta; vastavalt sellele on tehtud mustlepagi kohta ümberarvestused) mustlepal on suurem: I bon. 26 m<sup>3</sup> ja II bon. 29 m<sup>3</sup> võrra.

Üldproduktisioonis ilmnevad ainult tähtsuseta vahed. I bon. on kase üldproduktisioon 13 m<sup>3</sup> võrra suurem, II bon. vastupidiselt: lepa üldproduktisioon on 6 m<sup>3</sup> võrra suurem.

Juurdekasvud on kulminatsiooni silmapilgul I bon. juures kasel suuremad, kuid needki vahed on väikesed, peale tüvepuu jooksva juurdekasvu, mis on 1 m<sup>3</sup> võrra lepa vastavast arvust suurem. II bon. on lepa juurdekasvud vähe suuremad. Kulminatsiooni aegadest paistab silma, et tüvepuu jooksev juurdekasv kulmineerib kasel hiljem kui lepal, kuid keskm. juurdekasvud kulmineerivad lepal hiljem.

Kokkuvõttes näeme, et kask kasvab kõrgemaks kui lepp, kuid et massi produktisioon on mõlemail puuliikidel ligikaudu võrdne. Säärane vahekord tuletub sellest, et lepal on puude arv ja lõikepindade summa pinnauksusel suurem kui kasel ja et mustlepp on täistüvelisem kui kask. Silmas pidades, et Öppe- ja Katsemetskonnas leiduvad kasepuistud on üldse parimaid (paremad kui Schwappach'i ja Vargas de Bedemar'i uurimused Saksamaa ja Venemaa kohta on näidanud) ja et mustlepa puistud näitavad meil ligikaudu võrdset produktisiooni

**Mustlepa ja kase võrdlustabel 60-a. vanaduse juures.**  
 Vergleichstabelle der Schwarzerle mit der Birke im Alter von 60. Jahren.

Püsiv puistu — Verbleibender Bestand	Boniteet — Standortsklasse			
	I		II	
	lepp Erle	kask Birke	lepp Erle	kask Birke
Keskm. kõrgus — Mittelhöhe, m	22,7	26,8	19,8	22,6
Puude arv — Stammzahl, pro ha	640	530	822	590
Lõikepindade summa — Stamm- grundfläche m <sup>2</sup> pro ha . . .	28,5	23,7	24,8	18,6
Keskm. läbimõõt — Mitteldurch- messer, cm . . . . .	23,8	24,1	19,6	20,3
Tüvepuu tagavara — Schaft- holz, m <sup>3</sup> pro ha . . . . .	318	292	251	222
Tüvepuu üldproduktsoon — Ge- samtproduktion des Schaft- holzes, m <sup>3</sup> pro ha . . . . .	458	471	317	311

**Juurdekasvude võrdlus kulminatsiooni ajal**

Zuwachsvergleich zur Zeit der Kulmination.

Püsiv puistu Verbleibender Bestand	Boniteet — Standortsklasse							
	I				II			
	lepp-Erle		kask-Birke		lepp-Erle		kask-Birke	
	kulminatsiooni aeg — aast. Zeit der Kulmi- nation. Jahre	m <sup>3</sup>	kulminatsiooni aeg — aast. Zeit der Kulmi- nation. Jahre	m <sup>3</sup>	kulminatsiooni aeg — aast. Zeit der Kulmi- nation. Jahre	m <sup>3</sup>	kulminatsiooni aeg — aast. Zeit der Kulmi- nation. Jahre	m <sup>3</sup>
Tüvepuu jooksev juurdekasv Laufender Zuwachs d. Schaft- holzes . . . . .	25	6,8	35	7,8	30	5,8	40	5,5
Tüvepuu keskmine juurdekasv Mittlerer Zuw. d. Schaftholzes	45	5,6	42	5,7	50	4,5	45	4,1
Tüvepuu üldproduktsooni kesk- mine juurdekasv — Mittlerer Zuwachs d. Gesamtproduk- tion des Schaftholzes.	75	7,8	60	8,1	64	5,3	60	5,2



# Normaal-kasvukäigu tabel keskm. kõrguste alusel.

Tab. VII.

Normalertragstafel auf Grund der Mittelhöhen.

Keskm. kõrgus Mittelhöhe	Püsiv puistu — verbleibender Bestand					Jämepuu üldproduk- tsioon Gesamtproduk- tion an Derbholz	Püsiva puistu Verbl. Bestand		Jämepuu üld- produktiooni jooksev juurde- kasv Laufen. Zu- wachs d. Ge- samtprod an Derbholz	Keskm. kõrgus Mittelhöhe
	puude arv Stammzahl	löikepindade summa Stammgrundfläche	keskm. läbimõõt Mitteldurchmesser	jämepuu Derbholz			jooksev juurdekasv laufend. Zuwachs			
				tagavara Masse	vormiarv Formzahl		kõrgus der Höhe	jämepuu tagavara der Derb- holzmasse		
m		m <sup>2</sup>	cm	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	cm	m <sup>3</sup>	m	

## I boniteet — Standortsklasse

10	2000	15,2	10,0	65	420	65	59	6,5	6,5	10
11	1930	16,2	10,3	76	427	76	55	6,8	6,8	11
12	1830	17,2	10,8	90	433	90	51	7,0	7,1	12
13	1735	18,2	11,5	105	440	105	46	7,0	7,5	13
14	1630	19,2	12,2	120	446	122	42	7,0	7,9	14
15	1515	20,2	13,0	135	453	143	38	6,9	8,3	15
16	1400	21,3	13,9	155	460	163	33	6,7	8,5	16
17	1275	22,5	15,0	178	467	192	28	6,5	8,8	17
18	1150	23,7	16,2	203	472	227	25	6,2	9,0	18
19	1035	24,8	17,5	228	476	260	24	5,8	9,2	19

20	925	26,0	18,9	250	479	300	22	5,3	9,3	20
21	815	27,0	20,5	273	480	340	21	4,9	9,4	21
22	710	28,0	22,5	296	481	390	18	4,3	9,5	22
23	605	28,9	24,5	320	482	450	15	3,6	9,3	23
24	515	29,9	27,2	345	482	517	12	2,8	8,3	24
25	425	30,3	30,0	363	481	585	10	1,8	6,6	25
26	360	30,4	32,8	378	478	645	8	1,0	4,7	26
27	300	30,3	35,0	386	473	697	7	0,3	3,0	27

## II boniteet — Standortsklasse

10	1925	13,0	9,2	52	400	52	46	4,6	4,6	10
11	1845	13,8	9,8	63	411	63	45	5,2	5,2	11
12	1750	14,7	10,3	75	423	75	41	5,6	5,6	12
13	1650	15,8	11,0	90	435	90	36	5,9	6,0	13
14	1530	17,0	11,9	107	449	107	31	6,0	6,4	14
15	1415	18,6	13,0	129	465	133	25	5,9	6,6	15
16	1295	20,1	14,1	155	481	163	21	5,7	6,8	16
17	1155	21,6	15,4	178	494	192	19	5,2	6,7	17
18	1025	23,0	16,8	203	499	227	18	4,3	6,4	18
19	905	24,1	18,4	228	500	260	16	3,5	5,7	19
20	800	25,0	19,9	250	499	300	14	2,7	5,2	20
21	700	25,5	21,6	267	497	340	12	1,8	4,5	21
22	600	25,6	23,3	279	494	375	10	1,1	3,6	22
23	510	25,5	25,0	287	488	408	8	0,5	2,7	23
24	425	25,4	27,2	293	480	440	5	0,1	2,0	24

— tuleb varemald<sup>1</sup> arvamusi mustlepa kohta pidada ekslikuks ja anda mustlepale meilgi vääriline koht teiste lehtpuude hulgas. Saksamaa kohta on see juba prof. Schwappach'i uurimustega tõestatud.

## Keskmistel kõrgustel põhjenevad normaalkasvukäigu tabelid.

Mustlepa puistute kasvukäigu uurimisel tuli ette raskusi vanaduse määramisel, eriti üleiganud puistuis. Silmas pidades, et meil on seni mustlepapuistud üldse vähese tähelepanu osaliseks saanud ja et mustlepa puistud oma raskesti läbipääsetava kasvukoha tõttu on sagedasti üleiganud, tuleb nendega kokku puutudes vanaduse määramisel veel sagedasti raskustega võidelda. Need raskused oleks kõige hõlpsamini välditavad seega, kui saaksime vanaduse üldse elimineerida ja selle asemele leida mõne muu teguri. Teiseks on vanaduse põhjal boniteerimine teatud juhtudel ebatäppis nagu seda tõendas prof. Mathiesen kuivatatud soode kohta.<sup>1)</sup> Sama nähtus esineb ka neis mustlepa-puistuis, mis peale liigvee äralaskmist on hästi kasvama hakanud. Kolmandaks on uuemad metsakorralduse meetodid vanaduse täiesti välja jätnud (Biolley).

Prof. Mathiesen'i uurimused<sup>2)</sup> on näidanud, kuidas puistu keskm. kõrgusest sõltuvad teised tegurid ja ta on ühtlasi leidnud seose kõrguse ja kõrguse jooksva juurdekasvu vahel ning seda tarvitusele võtnud boniteerimisel<sup>3)</sup>. Seda põhimõtet kasutades leidsin, et kõige õigem oleks koostada tabelid keskmisest kõrgusest ja kõrguse juurdekasvust olenevalt, sest kõrgust saame alati mõõta, samuti selle jooksvat juurdekasvu. See on isegi võimalik üleiganud mustleppade juures, kus tüvi on alt õõnes, kuna ladvapoolne osa jääb ikkagi terveks.

1) Mathiesen, A — Metsaboniteerimine kuivatatud soodel. E. Metsand. Aastar. III. Tartu, 1928; lk. 86.

2) Mathiesen, A. — Kastre-Peravalla kasepuiestikkudest. Metsaos. toim. nr. 7 — Tartu, 1926.

3) Mathiesen, A. — Abitabelid metsakorraldustöödeks. Tallinna, 1929. III tabel.

Tabelis VII esitatud andmed on kõik saadud graafilisel teel. Saadud andmed tõendavad ka mustlepa kohta prof. Mathieseni väidet, et sama kõrguse juures mahub paremale boniteedile rohkem puid pinnaüksusele kui halvemale. Tagavara on 16—20 m kõrguste juures täpsalt sama mõlemail boniteetidel; üldproduktioon on 16—21 m kõrguste juures sama. Vähemate ja suuremate kõrguste juures erinevad kõverad. Nimetatud tabelite põhjal on võimalik ilma vanadust määramata boniteerida keskm. kõrguse ja kõrguse jooksva juurdekasvu järgi, kui ka määrata teisi takseerelemente.

### Kokkuvõte.

Käesolevast uurimusest selgub, et mustlepp väärib teiste lehtpuude hulgas täit tähelepanu. Mustlepapuistuid võib massi produktiooni suhtes võrrelda meie kasepuistutega, mis on parimaid kasepuistuid üldse.

Üleiganud mustlepad on enamasti kõik mädasüdamega. Kuid 60 aastani, s. o. meie praeguse raideringi piirides, on puud veel terved. Seepärast tuleb suuremat rõhku panna läbi-raideile, et tõsta keskmist läbimõõtu ja seega juba selles eas, kus puud on veel terved, saada jämedamaid tarbepuu-sortimente.

Olgugi, et mustlepa tarbepuu nõudmine on seni kandnud ainult juhulist ilmet, võib siiski loota, et see muutub Saksamaa eeskujul mustlepa kasuks ja et mustlepa tarbepuu saab otsitavaks artiklikis — muuseas on praegu mustlepa tarbepuu kallim kui kasetarbepuu (vineeripakud), millele aga esialgu tuleb vaadata kui ajutisele nähtusele. Oletades nõudmise kasvamist mustlepa tarbepuu suhtes, tuleks paremail boniteetidel tegema hakata mustlepa kultuurisid, sest üksikud analüüsid näitavad, et semnestkasvanud puud on tervislikult paremas seisukorras ja näitavad kestvamat juurdekasvu kui kannuvõsust tekkinud puud. Viimase küsimuse lõplikuks lahenduseks tuleks toimetada veel uurimisi.

Schwappach'i tabelid, mis on meil praegu maksvad, ei vasta meie oludele senikaua, kuni meil ei ole jõutud läbiraie- tega samale astmele nagu Saksamaal.

Lõpuks olgu veel tähendatud, et mustlepa kasvualadel eriti aga sügavapõhjalistel mudamulla maadei ei saa mustleppa asetada teiste puuliikidega, mis produtseeriks sama palju kui mustlepp neil aladel.

# Untersuchungen über den Wachstumsgang der Schwarz- erle (*Alnus glutinosa* Gaertn.).

## Zusammenfassung.

### Einleitung.

Die Untersuchungen über den Wachstumsgang der Schwarzerle sind sehr beschränkt. Nur in Deutschland finden wir Prof. Schwappachs Untersuchungen vor und die veralteten Pfeil-Schneiderschen. Vorübergehend wird die Schwarzerle auch von Vargas de Bedemar und Krüdener erwähnt und Davidoff hat auf Grund eines sehr beschränkten Materials die beste Standortklasse im Gouvernement Woronesch (Russland) untersucht. In Estland, sowie auch in den angrenzenden Staaten, wo ähnliche klimatische und Bodenverhältnisse wie hier herrschen, fehlen aber gänzlich die Untersuchungen. Darauf besugnehmend und in Betracht ziehend, dass die Schwarzerle bei uns ziemlich häufig vorkommt, wenn auch meistens nur in begrenzter Ausdehnung, schien es notwendig ihren Wachstumsgang zu untersuchen und aufzuklären, inwieweit die bei uns bisher gebräuchlichen Ertragstafeln Prof. Schwappachs unseren Verhältnissen entsprechen.

Das Material zur vorliegenden Arbeit stammt aus dem Lehr- und Versuchsrevier der Universität Tartu. Somit ist die Untersuchung lokalen Charakters.

### Allgemeine Beschreibung.

Die Schwarzerlenbestände des Lehr- und Versuchsreviers umfassen 180 ha, oder ca  $4\frac{1}{2}\%$  des gesamten Waldbodens. Im allgemeinen unterscheidet man zwei verschiedene Standortklassen, mit den dazwischen liegenden Übergängen. Die bessere Standortklasse befindet sich in schmäleren Niederungs-Brüchen mit schneller fließendem Grundwasser und einer weniger mächtigen Moorschicht, die Krümelstruktur annimmt. Die schlechtere Standortklasse findet man in weiterausgedehnten Niederungen, welche in Übergangs- oder Niederungsmoore übergehen. Hier ist die Moorschicht oft über 1 m mächtig, das Grundwasser steht hoch und fließt nur sehr langsam; im Frühling und im Herbst, sowie auch im Sommer nach längerem Regen ist der Boden überschwemmt.

Der Grundwasserstand wird durch ein ausgedehntes Grabennetz reguliert, dessen Ausbau schon im Jahre 1884 begonnen hat.

Die Bestände sind vollständig undurchforstet und befinden sich im

natürlichen Zustande. Erst in den letzten Jahren hat man begonnen die jüngeren Bestände zu durchforsten.

An der Bodenvegetation nehmen bei besserem Standort folgende typische Vertreter teil: *Urtica dioeca*, *Rubus idaeus* (auf Schlägen), *Mercurialis perennis*, *Ulmaria pentapetala*, *Asarum europaeum*, *Asperula odorata*, *Asplenium filix femina* u. a.; bei schlechterem Standort: *Iris pseudacorus*, *Comarum palustre*, *Phragmites communis*, *Equisetum palustre*, *Calla palustris*, *Aspl. fil. fem.* u. a.

Im Unterbestande findet man bei besseren Standortsverhältnissen: *Tilia cordata*, *Lonicera xylosteum*, *Ribes nigrum* u. a.; bei schlechteren Verhältnissen: *Rhamnus frangula*, seltener *Daphne mezereum*, *Prunus Padus* und *Sorbus aucuparia*.

Im Hauptbestande schliesst sich der Schwarzerle oft *Fraxinus excelsior* an, auch *Betula pubescens*, letzere hauptsächlich bei Übergängen.

Alle Bestände sind auf natürlichem Wege entstanden, Kulturen fehlen völlig.

Als Untergrund trifft man bei besseren Standortsbedingungen öfters anlehmigen Sand an, bei schlechteren — feinen Sand, der hier „Wassersand“ genannt wird.

### Grundmaterial.

Das Grundmaterial stammt von 25 Versuchsflächen, wovon 5 beständige sind, die anderen aber sind insbesondere zu diesem Zwecke angelegt und vermessen worden (s. Tab. I). Die Grösse der Versuchsflächen betrug 0,1—0,5 ha; in den älteren Beständen wurden möglichst grössere Flächen angelegt, und nur in den jüngsten Beständen waren die kleinsten Flächen. Die lückenlosen, dicht bestockten Bestände, in welchen die Versuchsflächen angelegt wurden, sind als normal angesehen worden, der Masse nach durfte nicht weniger als 80% Schwarzerle sein. Die Bäume mussten auf einer Fläche gleichaltrig sein und Schwankungen über 5 Jahre wurden nicht zugelassen. Zur Untersuchung des Wachstumsganges wurden 64 Stämme vollständig analysiert und ausserdem noch Probestämme zur Ermittlung der Masse gefällt. Die Mittelhöhe der einzelnen Versuchsflächen wurde graphisch gefunden, zu diesem Zweck wurden in allen Durchmesserklassen Höhen gemessen. Die Masse wurde nach dem Verfahren Prof. Schwappachs vermittelt der entsprechenden Probestämme erhoben. Die Probestämme wurden mit 1 m Sektionen nach der Huberschen Formel kubiert. Ebenso wurden auch die Analysen in 1 m Sektionen gemacht. Die Äste wurden gewogen und das spezifische Gewicht gleich 0,95 genommen.

### Die Bodenverhältnisse.

In den Tabellen II und III finden wir die Angaben über die Bodenanalyse. Es sind nur die Böden der typischen Versuchsflächen analysiert worden, die zur Herleitung der Ertragstafel in Betracht kamen. Den

Grundwasserstand gelang es nicht während der trockenen Zeit zu messen, da im Sommer 1930 zur Zeit der Messungen wegen einer länger anhaltenden Regenperiode die Flächen teils überschwemmt waren und im nächsten Jahre (1931) bot sich die Möglichkeit erst Anfang November (zur selben Zeit wurden auch die Bodenproben entnommen). Einzelne Grundwassermessungen, die im Sommer bei Trockenzeit angestellt wurden, zeigen, dass das Grundwasser im Mittelsommer um ca 0,5 m tiefer steht.

Die Mächtigkeit der Moorschicht ist bei der ersten Standortklasse 20–40 cm und bei der zweiten mindestens 45 cm und öfters über 1 m tief.

Der Glühverlust der Moorschicht, den man unter Umständen als Humusprozent betrachten kann, ist bei der I St.-kl. im Mittel 66% und bei der II St.-kl. 85% gleich.

Die Reaktion der Moorschicht ist ausnahmslos sauer. Bei der I St.-kl.  $\text{pH} = 6,61$  und bei der II St.-kl.  $\text{pH} = 6,38$  (Mittelwerte). Der mineralische Untergrund ist neutral oder alkalisch, der Mittelwert beider Standortklassen ist gleich  $\text{pH} = 7,10$ . Die Azidität ist in Suspensionen nach der elektrometrischen Methode bestimmt worden. Die mechanische Bodenanalyse ist nach Atterberg durchgeführt worden. Daraus ist ersichtlich, dass der mineralische Untergrund bei der I St.-kl. hauptsächlich aus anlehmigem Sande und bei der II St.-kl. aus feinem Sande besteht.

### Herleitung der Ertragstafeln.

Die Untersuchungen ergaben, dass die Schwarzerle eine ausgesprochene Lichtholzart ist. Demnächst wurde teils nach dem Streifenverfahren, teils nach dem Weiserverfahren gearbeitet. Zunächst wurden die Mittelhöhen der einzelnen Versuchsflächen aufgetragen und die Grenzkurven gezogen. Ebenso wurden auch die Derbholzmassen des verbleibenden Bestandes behandelt. Hinsichtlich der Zahl der auszuscheidenden Standortklassen war es klar, dass hier die Ausscheidung von nur zwei Standortklassen berechtigt ist. Dementsprechend wurden die Flächen zwischen den Grenzkurven in zwei Teile geteilt. Hinsichtlich der lokalen Bedeutung der auszuscheidenden Standortklassen wurden die vorläufigen Mittelkurven der Höhe und Derbholzmasse nicht mathematisch genau in der Mitte der halbierten Flächen gezogen, sondern etwas abweichend, so dass sie die meisten Probeflächen trafen, dabei wurde aber der Gang der Grenzkurven genau beachtet. Alle Versuchsflächen, die auf der Kurve lagen, ebenso auch diejenigen, die sich in der unmittelbaren Nähe der Kurven befanden, wurden als typische Versuchsflächen angenommen und nur diese wurden weiter verwendet. Es ergab sich hierbei, dass die Mittelhöhen mit den entsprechenden Derbholzmassen gut übereinstimmten. Nun wurde das Höhenwachstum der herrschenden (stärksten) Stämme der ausgewählten Versuchsflächen analysiert. Dabei ergab sich, dass sich die Kur-

ven der einzelnen Stämme einer Versuchsfläche im Mittelteil der Kurven ohne Schwierigkeiten zu einer Mittelkurve vereinigen liessen; die Enden der Kurven einzelner Stämme zeigten aber Abweichungen, was darauf zurückzuführen ist, dass die Stämme teils aus Stockausschlag, teils aus Samenpflanzen aufgewachsen sind. Die aus Stockausschlag entstandenen sind anfangs sehr schnell emporgekommen, doch bald nimmt der Höhenzuwachs ab und die Samenpflanzen holen in den ersten Jahrzehnten die ersteren ein und im höheren Alter werden die Stockausschläge überwachsen. Die Mittelkurven der einzelnen Versuchsflächen jeder Standortsklasse liessen sich zwanglos zu einer Mittelkurve vereinigen. Damit war der Gang der Oberhöhe ermittelt und zugleich auch die richtige Auswahl der typischen Flächen bewiesen. Nun wurden die Differenzen der ermittelten Oberhöhe und der Mittelhöhe einzelner Versuchsflächen berechnet und graphisch ausgeglichen. So war es möglich zu den Mittelhöhen überzugehen. Es ergab sich, dass im mittleren Alter die Differenz zwischen Ober- und Mittelhöhe nur in engen Grenzen schwankte und durchschnittlich 1 m betrug. Danach wurden auch die Stammgrundflächen und Derbholzformzahlen der Versuchsflächen graphisch ausgeglichen.

Von den vier erhaltenen Werten: Mittelhöhe —  $H$ , Derbholzmasse —  $V$ , Stammgrundfläche  $G$  und Derbholzformzahl —  $F$  wurden die ersteren zwei als genau angenommen und danach  $G$  und  $F$  berechnet und nach kleineren Verschiebungen der vorläufigen Kurven die mathematische Genauigkeit erzielt:  $G = \frac{V}{HF}$  und  $F = \frac{V}{HG}$ . Der mittlere Durchmesser und die Stammzahl wurden ebenfalls graphisch ermittelt und nachher mathematisch korrigiert:  $N = \frac{G}{g}$  und  $g = \frac{G}{N}$ . Die Kurven für das Derb- und Reisholz und die Baumformzahl wurden ebenfalls graphisch ausgeglichen und berechnet.

Der ausscheidende Bestand machte grössere Schwierigkeiten, da unsere Bestände noch völlig undurchforstet sind (nur die jüngsten wurden in den letzten Jahren durchforstet) und konkrete Messungen fehlen. Hier wurden die Differenzen der Stammzahlen benutzt und danach die Mittelwerte gefunden. Diese müssen allerdings nur als Näherungswerte betrachtet werden.

Die Ergebnisse sind in den Tabellen IV u. V dargestellt.

### Wachstumsgang.

Die Zuwachsgrössen sind aus der Tabelle V ersichtlich. Es sei nur erwähnt, dass der laufend-jährliche Zuwachs der Derbholzmasse des verbl. Best. bei der I St.-kl. im Alter von 20—30 J. mit 7,0 fm und bei d. II St.-kl. im Alter von 30—35 J. mit 6,0 fm. kulminiert. Der durchschn.

jährliche Zuwachs kulminiert bei der I St.-kl. in 45. J. mit 5,4 fm und bei d. II St.-kl. in 50 J. mit 4,2 fm.

Der Zuwachs der Derby- und Reisholzmasse kulminiert:

	I St.-kl.	II St.-kl.
laufend- jährl. in 15—25 J. mit 6,6 fm.		in 25—30 J. mit 5,3 fm.
durchschn. jährl. „ 31 „ „ 5,9 „ „		45 „ „ 4,6 „

Der Zuwachs der Gesamtproduktion an Derbyholz kulminiert

	I St.-kl.	II St.-kl.
laufend- jährl. in 50—60 J. mit 9,4 fm		in 40—45 J. mit 6,8 fm
durchschn. jährl. „ 73 „ „ 7,4 „ „		65 „ „ 4,9 „

### Vergleich mit Prof. Schwappachs Tafeln.

Zuerst muss die Frage gestellt werden, in welchem Umfange man unsere Daten, die von undurchforsteten Beständen erhalten sind, mit den Daten Prof. Schwappachs, die aus stark durchforsteten Flächen stammen, vergleichen kann. Man kam zu der Überzeugung, dass die Mittelhöhe und Gesamtproduktion an Masse, sehr wohl vergleichbar sind, da diese Grössen von den Durchforstungen unabhängig sind (wenigstens die erstere). Zum Vergleich sind die Daten graphisch abgebildet. Man ersieht, dass die Kurven der Mittelhöhe im Grossen parallel verlaufen (Abb. 1), was darauf hinweist, dass die Höhenentwicklung gleichmässig verläuft. Dabei sind unsere Bestände niedriger: I St.-kl. um ca 2 m, II.-kl. um ca 1 m. Da nun die Höhe der beste Weiser der Standortsgüte ist und die Massen mit der Höhe in einem bestimmten Verhältnis sind, so müssten auch die Massenkurven bei uns niedriger liegen, als bei Schwappach. Hinsichtlich der Derbyholzmasse des verbl. Bestandes (Abb. 2) stehen aber unsere Kurven höher, welcher Umstand damit zu erklären ist, dass bei uns in den undurchforsteten Beständen die ganze Derbyholzmasse, noch vorhanden ist, wovon aber Schwappach mit den Durchforstungen schon vieles ausgehauen hat. Also enthalten unsere Bestände mit den Worten Prof. Schwappachs „aufgespeichertes Material.“ Dagegen zeigt die Gesamtproduktion an Masse den regelrechten Verlauf: die Gesamtprodukt ist bei Schwappach entsprechend den grösseren Mittelhöhen grösser. Daraus kann man schliessen, dass der Entwicklungsgang einheitlich ist, soweit er nicht von den Durchforstungen abhängt.

Die weiteren Abbildungen 3, 4, 5 u. 6 (auch 2) zeigen, wie sich die einzelnen Faktoren bei durchforsteten (Schwappach) und undurchforsteten (bei uns) Beständen verhalten.

### Vergleich der Schwarzerle mit der Birke.

Es ist von Interesse die Schwarzerle mit unserer Hauptlaubholzart der Birke, zu vergleichen. Dazu bietet sich sehr günstige Gelegenheit, da im selben Forste die Birken von Prof. Mathiesen untersucht worden

sind. Die Untersuchungen Prof. Mathiesens zeigen, dass unsere Birkenbestände besser sind, als die in den Tafeln von Schwappach für Deutschland und von Vargas de Bedemar für Russland vorgeführten.

Der Vergleich mit der Birke zeigt, dass die Schwarzerle im allgemeinen nicht so hoch wird, wie die Birke: Birke bis 30 m, Schw.-Erle bis 28 m. In der Tabelle IV sind die vergleichenden Daten im Alter von 60 Jahren (d. ist bei dem bei uns üblichen Umtriebe) vorgeführt. Es sei hierzu bemerkt, dass die besseren Birkenbestände schwach durchforstet sind. Man ersieht aus der genannten Tabelle, dass die Gesamtproduktion an Masse sich ungefähr gleichstellt, abgesehen davon, dass die Birke höher ist. Letzterer Umstand ist damit zu erklären, dass die Birke sich lichter stellt, also kleinere Stammzahlen und Grundflächen aufweist und dass die Schwarzerle vollholziger ist.

### Ertragstafeln auf Grund der Mittelhöhe und des laufend-jährlichen Zuwachses der Höhe.

Bei den Untersuchungen der Schwarzerle machte grosse Schwierigkeiten das Bestimmen des Alters der älteren und ältesten Bestände, da diese oft kernfaul waren. Bezugnehmend darauf, dass bei uns noch recht viele überaltete Schwarzerlenbestände sind, stösst man bei den Taxationsarbeiten oft auf diese Schwierigkeiten. Darum sollten als Hilfsmittel die beigelegten Ertragstafeln dienen. Zweitens ist die Bonitierung auf Grund des Alters, wie Prof. Mathiesen bewiesen hat, oft unrichtig, wenn man mit Beständen zu tun hat, die nach der Entwässerung in bessere Bedingungen gestellt sind und deren Zuwachs dadurch gestiegen ist. Drittens strebt die Forsteinrichtung zur Eliminierung des Alters, was z. B. bei Biolley durchgeführt ist.

Die Untersuchungen Prof. Mathiesens haben gezeigt, dass die Mittelhöhen in Zusammenhang mit dem laufend-jährlichen Zuwachs der Höhe die sichersten Komponenten sind, worauf auch diese Tafeln basiert.

### Schlussfolgerungen.

Die Untersuchungen haben erwiesen, dass die Schwarzerle unter unseren anderen Laubholzarten volle Aufmerksamkeit verdient und dass sie der Gesamtproduktion nach an Masse unseren besseren Birkenbeständen, die im Allgemeinen als beste anzusehen sind, ungefähr gleichsteht.

Die überalteten Schwarzerlenbestände sind grösstenteils kernfaul, aber bis zum 60-ten Jahre (d. h. in den Grenzen der üblichen Umtriebszeit) sind sie meistens noch gesund. Darum muss man den Durchforstungen grössere Aufmerksamkeit schenken, um schon im Alter, wo die Stämme noch gesund sind, stärkere Nutzholzsortimente zu erzielen.

Die Ertragstafeln Schwappachs, die zurzeit bei uns im Gebrauch sind, entsprechen unseren Verhältnissen solange nicht, bis die Durchforstungen in denselben Stand gebracht werden wie in Deutschland.

Einzelne Analysen haben erwiesen, dass die aus Samenpflanzen erwachsenen Stämme gesunder sind und dass deren Zuwachs länger andauert als bei den aus Stockausschlag erwachsenen. Darum müssten auf besseren Standortsklassen Kulturen angelegt werden. Hinsichtlich des gesundheitlichen Zustandes der Samenpflanzen müssten noch genauere Untersuchungen angestellt werden.

Zuletzt sei noch erwähnt, dass man die Erle durch keine andere Holzart auf ihrem typischen tiefgründigen Moorboden ersetzen kann.

1. Vayns de Fedman — Fortschritt- und Züchtungsarbeiten im Douglasmann im Gouvernement St. Petersburg, 1912.
2. Kowalew — Tabellen über die Fortschritt- und Züchtungsarbeiten im Gouvernement St. Petersburg, 1912.
3. Schwarzpach — Neue Untersuchungen über den Zuwachs und die Gesundheit der Samenpflanzen der Erle, 1912.
4. Matjassen, A. — Einfluss der Standortsklassen auf den Zuwachs der Erle, 1912.
5. Schwarzpach — Neue Untersuchungen über den Zuwachs und die Gesundheit der Samenpflanzen der Erle, 1912.
6. Schwarzpach — Neue Untersuchungen über den Zuwachs und die Gesundheit der Samenpflanzen der Erle, 1912.
7. Schwarzpach — Neue Untersuchungen über den Zuwachs und die Gesundheit der Samenpflanzen der Erle, 1912.
8. Schwarzpach — Neue Untersuchungen über den Zuwachs und die Gesundheit der Samenpflanzen der Erle, 1912.
9. Schwarzpach — Neue Untersuchungen über den Zuwachs und die Gesundheit der Samenpflanzen der Erle, 1912.
10. Schwarzpach — Neue Untersuchungen über den Zuwachs und die Gesundheit der Samenpflanzen der Erle, 1912.
11. Schwarzpach — Neue Untersuchungen über den Zuwachs und die Gesundheit der Samenpflanzen der Erle, 1912.
12. Schwarzpach — Neue Untersuchungen über den Zuwachs und die Gesundheit der Samenpflanzen der Erle, 1912.
13. Schwarzpach — Neue Untersuchungen über den Zuwachs und die Gesundheit der Samenpflanzen der Erle, 1912.
14. Schwarzpach — Neue Untersuchungen über den Zuwachs und die Gesundheit der Samenpflanzen der Erle, 1912.
15. Schwarzpach — Neue Untersuchungen über den Zuwachs und die Gesundheit der Samenpflanzen der Erle, 1912.
16. Schwarzpach — Neue Untersuchungen über den Zuwachs und die Gesundheit der Samenpflanzen der Erle, 1912.
17. Schwarzpach — Neue Untersuchungen über den Zuwachs und die Gesundheit der Samenpflanzen der Erle, 1912.
18. Schwarzpach — Neue Untersuchungen über den Zuwachs und die Gesundheit der Samenpflanzen der Erle, 1912.
19. Schwarzpach — Neue Untersuchungen über den Zuwachs und die Gesundheit der Samenpflanzen der Erle, 1912.
20. Schwarzpach — Neue Untersuchungen über den Zuwachs und die Gesundheit der Samenpflanzen der Erle, 1912.
21. Schwarzpach — Neue Untersuchungen über den Zuwachs und die Gesundheit der Samenpflanzen der Erle, 1912.

## Kirjandus—Literatur.

1. Vargas de Bedemar — Forst-Ertrags- und Zuwachs Untersuchungen im Gouvernement St. Petersburg. St.-Petersburg, 1849.
2. Крюденер — Таблицы массы, сбега и др. вып. IV часть II. С.-Петербурга, 1911 ja kokkuvõte kõikidest annetest. С.-Петербург, 1913.
3. Schwappach — Untersuchungen über Zuwachs und Form der Schwarzerle. Neudamm, 1902.
4. Mathiesen, A. — Ülikooli Öppemetskond. Metsaosak. toim nr. 11. Tartu, 1927.
5. Laspeyres — Erlen-Ertragstafeln. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 1899, S. 696.
9. Давидов — Производительность черноольховых насаждений южных районов СССР. Лесн. Хоз., Лесопромышл. и Топливо № 4—5, 1926.
10. Тюрин, А. В. — Изследование хода роста нормальных сосновых насаждений в Архангельской губернии. Труды по лесн. опытн. делу вып. XLV. С.-Петербург, 1913.
11. Weise, W. — Leitfaden für Vorlesungen aus dem Gebiete der Ertragsregelung. Berlin, 1904.
12. Wiessmann, H. — Agrikulturchemisches Praktikum. Quantitative Analyse. Berlin, 1926.
13. Mitscherlich, E. A. Bodenkunde für Land- und Forstwirte. IV Aufl. Berlin, 1923.
14. Nowacki-Düggeli — Praktische Bodenkunde. 8 Aufl., Berlin, 1930.
15. Haller, B. — Kultuurid Tartu Ülikooli Öppemetskonnas. Metsaosak. toim. nr. 13. Tartu, 1929.
16. Weise, W. — Ertragstafeln für die Kiefer. Berlin, 1880.
17. Schwappach — Ertragstafeln der wichtigeren Holzarten in tabellarischer und graphischer Form. Neudamm, 1929.
18. Mathiesen, A. — Kastre-Peravalla kasepuiestikkudest Metsaosak. toim. nr. 7. Tartu, 1926.
19. Schwappach — Neuere Untersuchungen über den Wachstums-gang der Schwarzerlen-Bestände. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 1919. S. 184.
20. Mathiesen, A. — Abitabelid metsakorraldustöödeks. Tallinna, 1929.
21. Mathiesen, A. Metsaboniteerimisest kuivatatud soodel. E. Metsand Aastar. III. Tartu, 1928; lk. 86.

22. Pfeil-Schneider — Erfahrungs-Tafeln über Massengehalt der in Deutschland in reinen Beständen vorkommenden Holzarten in verschiedenem Alter für Hoch- und Niederwald. Berlin, 1845.
  23. Schwappach — Das Wachstum der wichtigsten Waldbäume in Ostpreussen. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 1889, S. 22.
  24. Zacher — Über Bewirtschaftung von Erlenbrüchern in den lithanischen Revieren Ost-Preussens. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1895, S. 497.
  25. Nobbe, Hänlein u. Councler -- Beiträge zur Biologie der Schwarzerle. Tharandter Forstl. Jahrb. 1880, S. 1.
  26. Appel — Über bestandweises Absterben der Roterlen. Naturwissenschaftl. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft 1904, S. 315.
  27. Nobbe u. Hiltner — Über das Stickstoffsammelungsvermögen der Erlen und *Elaeagnaceen*. Nat. Zeitschr. für Land- u. Forstwirtschaft 1904, S. 366.
  28. Paul, H. — Die Schwarzerlenbestände d. südlichen Chiemseemoores. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft 1906, S. 377.
  29. Böhmeler, E. — Zur Erlensaat. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft 1910, S. 361.
  30. Pfeil, W. — Forstliche Bodenkunde. Die Schwarzerle. Krit. Bl. f. Forst- und Jagdwissenschaft 1851, 2. Heft, S. 137.
  31. Berg, v. — Bemerkungen über die Erle. Krit. Bl. f. Forst- und Jagdwissenschaft 1835, 1. Heft, S. 78.
  32. Тюрин, А. В. — К познанию объемов и форм деревьев важнейших древесных пород России. Воронеж, 1921.
  33. Kihlmann, A. O. — Über die Nordgrenze der Schwarzerle und der Linde in Finland. Medd. af Soc. pro Fauna et Flora Fennica 1898, S. 82.
-