



ROTH és
FEKETE



Érdészeti
kísérletek
XLII.
1940.



V.

IV. A.5.

OEE Könyvtár
Áll.ÉH. 2010

A M. KIR. FÖLDMÍVELÉSÜGYI MINISZTER KIADVÁNYA.

ERDÉSZETI KISÉRLETEK.

A M. KIR. FÖLDMÍVELÉSÜGYI MINISZTER FENHATÓSÁGA ALATT ÁLLÓ
M. KIR. ERDÉSZETI KUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA.

FORSTLICHE VERSUCHE FOREST RESEARCHES
RECHERCHES FORESTIÈRES

SZERKESZTI:

ROTH GYULA

SOPRON

UNGARN HONGRIE HUNGARY.

XLII. ÉVFOLYAM. — 1—2. SZÁM.

1940.

ORSZÁGOS ERDÉSZETI EGYESÜLET
KÖNYVTÁRA.

AK. 5352/1. tételsz.

Sopron. V. — szám.



RÖTTIG-ROMWALTER NYOMDA R.T., SOPRON
1940.

TARTALOM. — INHALT.

<i>Magyar János: A fatermési táblák szerkesztésének alapkérdései</i>	1
<i>J. Magyar: Grundfragen der Aufstellung von Ertragstafeln</i>	90
<i>Botvay Károly: Egy új önműködő szedimentációs mérleg</i>	106
Könyvismertetés	141
Intézeti ügyek	144

Utánnnyomás — kivonatosan is — csak a forrás teljes megnevezése mellett van megengedve.

Nachdruck — auch auszugsweise — nur mit voller Quellenangabe gestattet.

A lapra vonatkozó mindennemű levelezés címe:

Zuschriften sind zu richten an:

Erdészeti Kísérletek. Sopron, Műegyetem.

Pénzküldeményeket az Erdészeti Kísérletek számára a póstatakarék-pénztár 58.213. sz. csekkszámlájára kérünk.

Geldsendungen haben an das Postsparkassenkonto Nr. 58.213 zu erfolgen.

E füzet bolti ára 12.— pengő. — Ladenpreis dieses Heftes 12.— Pengő.

Megjelent 1940. szeptember havában.

Erschienen im September 1940.

ERDÉSZETI KISÉRLETEK.

A M. KIR. FÖLDMÍVELÉSÜGYI MINISZTER FENHATÓSÁGA ALATT ÁLLÓ
M. KIR. ERDÉSZETI KUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA.

XLII. ÉVFOLYAM 1940.

SOPRON

1—2. SZÁM.

A fatermési táblák szerkesztésének alapkérdései.*)

Irta: *Magyar János.*

Bevezetés.

Az idők folyamán — egyrészt önálló könyv alakjában, másrészt a szaklapok hasábjain — számos fatermési tábla látott napvilágot, illetve sok olyan kisebb-nagyobb terjedelmű közlés jelent meg, amely a fatermési táblák szerkesztésével kapcsolatos vagy azzal többé-kevésbé összefüggésben álló fejtegetéseket tartalmaz. Méltán feltételezhető volna tehát, hogy a fatermési táblák szerkesztésének körébe tartozó kérdések már minden tekintetben megoldottak, s hogy ekképpen a kutatásügyre ezen a téren különösebb feladatok már nem is várnak.

Csakhogy — sajnos — ennyire még nem tartunk!

Kétségtelen ugyan, hogy a fatermés tan irodalma nemcsak terjedelmes, hanem elismerésreméltó eredményekben is gazdag, — ezek az eredmények azonban még mindig nem biztosítják azt, hogy a fatermési táblák szerkesztésének körébe vágó kérdéseket már teljes mértékben lezárt kérdéscsoportnak tekinthetnők.

Pedig ez nyilván két szempontból is kívánatos volna.

A fatermési táblák — amint ismeretes — lényeges munkálatok segéd-eszközéül szolgálnak. Ezek közül csak a legfontosabbakról szólok; egyebekben utalok *Fekete Z.* „Fatermési tábláink” c. értekezésének megfelelő részére (71; 1—2. old.).

a) A vágásforduló megállapítása.

A hozadékszabályozási munkálatokban, rendkívüli esetektől eltekintve, két alapelvnek, mégpedig a tartamosság és a jövedelmezőség alapelvének kell érvényre jutnia. A tartamosság alapelvének érvényre juttatása, vagyis a tartamos hozadékszolgáltatás biztosítása, már azzal elérhető, hogy a fatermelés célját szolgáló területet — s a területtel egyszersmind az élőfakészletet és annak növedékét — egy bizonyos időre felosztjuk. A jövedelmezőség alapelvének betartása azonban azt teszi szükségessé, hogy ezt az időt, s nevezetesen a vágásfordulót, ne önkényesen vagy csak hoz-

*) A m. kir. József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Bánya-, Kohó- és Erdőmérnöki Kara által elfogadott műszaki doktori értekezés. (Befejezve 1939. tavaszán.)

zavetőlegesen állapítsuk meg, hanem a faállományok vágásérettségi korából vezessük le. A faállományok vágásérettségi korának a megállapításánál viszont ismernünk kell mindenekelőtt azok növekedésének menetét. Erről pedig felvilágosítást a legtöbb esetben csak fatermési táblákból van módunkban szerezni.

b) A faállományok várható folyó-, illetve korszaki növedékének megállapítása.

A faállományok növekedési menetének ismeretére, s így az előbb mondott értelemben lényegileg fatermési táblákra, a vágásforduló megállapításával kapcsolatos számításainkon kívül is szükségünk van. Éspedig a faállományok várható folyó-, illetve korszaki növedékének a megállapításánál. Nincs ugyanis olyan más eljárásunk, amellyel ezen a téren a fatermési táblák alkalmazásánál gyakorlatiasabban dolgozhatnánk.

c) A faállományok jelen fatömegének megállapítása.

A fatermési tábláknak jó hasznát vesszük a faállományok jelen fatömegének megállapításánál is. Erre a célra való használatuknak persze legfőképpen a fiatalabb, illetve a későbbi fordulószakokban véghasználatra kerülő állományok becslésénél van helye.

d) A jövőre vonatkozó jövedelmezőségi, illetve erdőérték- és nyereségszámítások.

Ezek körébe tartozik részben a vágásforduló megállapítása is, amelyről már volt szó. Most még külön megemlítem, hogy a fatermési táblák minden ilyen természetű számításnak nélkülözhetetlen segédeszközét alkotják.

Mindezek tekintetbe vételével joggal mondja tehát *Chr. Wagner*: „Die Ertragstafeln sind heute im gleichaltrigen Hochwald das wichtigste Hilfsmittel der Ertragsregelung.“ (315; 52. old.) De ugyanez mondható, helyesebben ugyanilyen megállapítás tehető természetesen a sarjerdőkre nézve is.

A fatermési táblák alkalmazása — amint látjuk — valóban lényeges műveletekkel függ össze. Világos azonban, hogy a rendeltetésük kifogástalan betöltésének az a legelső feltétele, hogy a számsóráik teljes mértékben helyes szerkesztés eredményei legyenek.

Ebben a tényben rejlik az egyik szempont, amiért kívánatos volna, hogy a fatermési táblák szerkesztésének körébe tartozó és még ma is függő kérdések végleges megoldást nyerjenek.

A másik szempontot viszont a következőkben fejezem ki röviden.

Azt, hogy a fatermési tábla helyes megszerkesztése nem tartozik a leg-egyszerűbb erdészeti feladatok közé — tudjuk. De tudjuk egyszersmind azt is, hogy a fatermési-tábla-szerkesztésnél vannak bonyolultabb faterméstani feladatok is. (Ilyen pl. a szakirodalomban már eddig is oly sokat vitatott,

de lezártnak egyáltalában nem tekinthető állományápolási kérdés.) S vajjon az utóbbiak szakszerű megoldását remélhetjük-e anélkül, hogy előzőleg az egyszerűbb fatermési vizsgálatokkal járó kérdések teljes mértékben ne tisztáztatnának? Véleményem szerint — nem.

Az elmondottakból eredő megfontolások késztetnek engem arra, hogy a fatermési táblák szerkesztésének köréből vett kérdésekkel foglalkozzam, mégpedig azt a célt tartva szemem előtt, hogy a munkámmal a faterméstan elméletének továbbfejlesztésén kívül közvetve mindenekelőtt a hazai erdőrendezési gyakorlatot szolgáljam.

Ennek lehetősége fennáll, mert az önálló magyar fatermési táblák megszerkesztése most van folyamatban.

I. Melyik az a tényező, amelyből a fatermési-tábla-szerkesztésnél a leghelyesebb kiindulunk?

1. A kérdéses tényező előfeltételei.

A fatermési tábláknak faállományok növekvési menetét, helyesebben növekvési törvényeit kell feltüntetniök. A fatermési táblák szerkesztése tehát faállományok növekvési törvényeinek levezetéséből áll. (A szerkesztés tágabb értelemben vett fogalmához természetesen a levezetett törvények átnézetes összefoglalása, illetve célszerű ábrázolása is hozzátartozik.)

Az élettani törvények, számszerűen vagy rajzszerűen kifejezve, átlagértéksorok, illetve átlagértékeket képviselő vonalak. A faállományok növekvési törvényeit is ilyenek alakjában kell levezetnünk.

A tapasztalat azt mutatja, hogy a természetadta szélső határok ahhoz tágak, hogy közöttük a növekvési törvényeket minden további nélkül levezethetnők. Az egyébként azonos tulajdonságú faállományok között ugyanis a területegységre vonatkozó fatömegüket, fatömegtényezőiket és ezeknek a korrall való változását illetően igen tekintélyes különbségek állhatnak fenn. Ha ilyen esetben minden további nélkül átlagértéksorokat, illetve átlagértékeket képviselő vonalakat vezetnénk le, akkor ekképpen a faállományok növekvési törvényeiről csak olyan nagyvonalú képet nyerünk, amelynek sem elméleti, sem gyakorlati céljainkra nem vehetnők hasznát. Éppen ezért a természetadta szélső határok által lezárt mezőt — az ú. n. szórásmezőt — több szűkebb mezőre kell felbontanunk. A növekvési törvényeket azután az egyes pásztákra — az ú. n. termőhelyi osztályokra — külön-külön kell előállítanunk.

Kérdés azonban, hogy a szórásmezőt miképpen bontsuk fel?

Ennek a műveletnek a végrehajtására ma lényegileg két eljárás használatos. Az egyik eljárás a termőhelyjellemző növényzetre támaszkodik, a

másik eljárás pedig a faállományok valamely számszerűen kifejezhető tényezőjén alapszik.

A szakirodalom az elsőnek említett eljárást „természetes” eljárásnak nevezi, az utóbb említettet pedig „mesterséges” eljárásnak mondja.¹⁾

A „természetes” eljárás — az eddig lefolytatott vizsgálatok tanúsága szerint — a mi erdőgazdasági adottságaink mellett nem alkalmazható. A mi erdeinkben — a kulturális behatások következtében — a fatömeget, illetve a fatömegtényezőket illetően tetemesen különböző faállományok mutathatnak azonos növényjelleget. A szórásmezőnek a növényjelleg, illetve a növényjelleg szerinti felbontása nálunk csak olyan durva osztályozásra nyújt módot, amellyel nem elégedhetünk meg. (Lásd, *Fekete Z.*: 76; 36—40. old.) Nekünk tehát a „mesterséges” eljárást kell alkalmaznunk. (Ezt azután, amint látni fogjuk, különbözőképpen hajthatjuk végre.)

Csak hogy a természet éles határokat nem létesít. Ilyenekre csupán nekünk van szükségünk. Így, mielőtt a szórásmező felbontására gondolhatnánk, magukat a „természetadta” határokat, vagyis a szórásmező felső és alsó határértéksorát, illetve határgörbéjét kell levezetnünk.

Kérdés már most, hogy ennek a műveletnek a végrehajtására *milyen* tényezőtől induljunk ki?

A kérdéses tényezőnek bizonyos feltételeket kell kielégítenie.

Az, hogy a kérdéses tényezőnek *olyannak* kell lennie, amelyben a vizsgálat alapanyagát alkotó faállományok — az ú. n. minta-faállományok — termőhelyi minősége a leghívebben fejeződik ki, nyilvánvaló tény, s így több szót nem is igényel (1. feltétel).

A kérdéses tényezőnek azonban még egy másik feltételt is ki kell elégtéenie.

A minta-faállományok — legalább is a mi erdészeti viszonyaink között — gazdasági erdőkben vétetnek fel, amelyekben a faállományokat a dolog természeténél fogva nemcsak a természetből (a termőhelyből) eredő behatások érik, hanem gazdasági beavatkozások is. S vajjon kiindulhatunk-e a fatermési táblák szerkesztésénél olyan tényezőtől, amely a gazdasági beavatkozásoknak függvénye?

Tudjuk, hogy a minta-faállományokba a felvételük alkalmával — legfőképpen az első felvételük alkalmával — nemcsak azért vágunk bele, hogy a mellékállomány számsorainak levezethetése végett adatokat, szerezzünk, hanem abból a célból is, hogy azokat — vagyis a minta-faállományokat — mintegy közös nevezőre hozzuk. Ha biztosan tudnók, hogy ezt az utóbbi célunkat sikerült elérnünk, akkor semmi akadály sem volna annak, hogy a szerkesztésnél pl. a főállomány összesfatömegéből induljunk ki. Az eddig lefolytatott fatermési vizsgálatokból azonban az a tanulság szűrhető le,

¹⁾ Az erdőtipus-elmélet beható bírálatát lásd: *Hesselman*, 127; 538—542. old.

hogy a vizsgálati alapanyag egyöntetűségét helyesebb valamilyen módon ellenőriznünk, mint azt eleve feltételeznünk.²⁾

A kérdéses tényezőnek tehát egyszersmind *olyannak is* kell lennie, amelyet a gazdasági beavatkozások (ápolóvágások) nem változtatnak meg (2. feltétel).

2. A kérdéses tényező.

A kérdéses tényező, mint olyan, amely az előzőkben előadott két feltételt minden körülmények között kielégítené, napjainkig még nem nyert megállapítást. Ennélfogva általános vonatkozásban ma még nem is nevezhető meg. Idefoglalhatnám ugyan egyes szerzők ezt illető véleményét, de úgy érzem, ez alól felment engem az a körülmény, hogy a kérdéses tényező megállapítása természetesen nem vélemény, hanem szakszerűen lefolytatott vizsgálat dolga.

És most előre kell bocsátanom, hogy a magam elé állított kérdések vizsgálatát a műegyetem erdőrendezéstani tanszékének személyzete által felvett 157 akácfaállomány megfelelő adatainak alapján hajtottam végre.³⁾

Ezek után érthető, hogy a kérdéses tényezővel az alábbiakban már csak az akácfaállományokkal kapcsolatban foglalkozom.

Kovács idevágó vizsgálata azt mutatja, hogy az akácra nézve a kérdéses tényező: az élettani felsőmagasság (156; 91—92. old.).

Az élettani felsőmagasság a faállomány elsőrendű uralkodó fájának számtani átlagmagassága.

Kovács vonatkozó megállapításának ellenőrzése céljából két akácfaállományt vettem vizsgálat alá (I. és II.). Ezeknek a vizsgálat lefolytatásához szükséges adatait az 1. és 2. táblázat tünteti fel.

A táblázatok fejlécében, illetve 2. rovatában alkalmazott jelölések jelentése a következő:

2. rovat: Faosztály = élettani faosztály,
 1 = elsőrendű uralkodó fa,
 2 = másodrendű uralkodó fa,
 3 = túlszárnyalt fa,
 4 = elnyomott fa.

A „—” jel azt jelenti, hogy az illető fa a mellékállományba soroltatott.

3. rovat: $d_{1,3}$ = faátmérő 1'3 m-rel a talaj színe felett mérve (mellmagassági átmérő).
 4. rovat: h = famagasság. (A fa ledöntése után méretett meg. Ugyanis mind a két állomány véghasználatra került.)

²⁾ A fatermési táblák szerkesztésével járó kérdések tisztázása szempontjából *Lorey* — 1884-ben vallott — felfogása kétségtelenül hátrányosan hatott. „Wie die Normalität definiert werden soll, ist eine Frage für sich. Wir müssen dieselbe aber prinzipiell voraussetzen bei allen Beständen, welche wir einmal zur Verarbeitung einbezogen haben.” (176; 21. old.)

³⁾ Az ezek felvételénél követett eljárást és egyéb adatait illetően utalok *Fekete Z.*: „Akác-fatermési táblák a magyar Alföld számára.” c. művére. (76.)

1. táblázat. (I. állomány.)

1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
Sor- szám	Fa- osztá- ly	d1:3	h	Sor- szám	Fa- osztá- ly	d1:3	h	Sor- szám	Fa- osztá- ly	d1:3	h
		mm	m			mm	m			mm	m
1	4 —	52	5·5	53	4 —	88	8·3	105	3 —	110	12·4
2	4 —	53	4·5	54	4 —	88	10·8	106	4 —	110	13·1
3	4 —	54	4·5	55	4 —	88	12·2	107	3 —	110	14·4
4	4 —	55	5·5	56	4 —	89	7·7	108	3 —	111	13·4
5	4 —	56	5·6	57	4 —	89	11·0	109	3 —	112	13·0
6	4 —	56	6·6	58	3 —	91	10·9	110	3 —	112	14·2
7	4 —	57	4·9	59	4 —	92	8·9	111	3 —	113	12·7
8	4 —	57	5·3	60	4 —	92	9·8	112	3 —	114	13·5
9	4 —	58	5·7	61	3 —	92	10·3	113	3 —	114	13·8
10	4 —	59	6·0	62	4 —	92	10·5	114	2 —	114	15·2
11	4 —	59	8·0	63	4 —	92	11·0	115	3 —	115	11·6
12	4 —	60	6·8	64	4 —	92	12·8	116	3 —	116	12·8
13	4 —	60	7·0	65	3 —	93	11·8	117	3 —	116	13·6
14	4 —	61	5·8	66	3 —	93	12·2	118	3 —	116	13·6
15	4 —	62	4·3	67	4 —	95	11·0	119	3 —	116	15·5
16	4 —	63	6·7	68	4 —	96	8·7	120	2 —	117	14·7
17	4 —	63	7·4	69	4 —	96	9·0	121	2 —	118	12·8
18	4 —	65	7·2	70	4 —	96	12·3	122	2 —	118	14·6
19	4 —	65	8·9	71	4 —	97	12·1	123	3 —	119	13·6
20	4 —	66	4·2	72	4 —	98	10·0	124	3 —	119	14·2
21	4 —	67	7·3	73	3 —	98	10·5	125	3 —	119	14·3
22	4 —	70	7·9	74	4 —	98	11·9	126	3 —	120	13·6
23	4 —	71	8·5	75	4 —	98	12·2	127	3 —	120	14·0
24	4 —	72	7·5	76	3 —	98	12·2	128	3 —	120	15·0
25	4 —	72	8·3	77	3 —	98	12·3	129	3 —	121	12·3
26	4 —	72	8·6	78	3 —	98	12·4	130	2 —	122	16·3
27	4 —	73	5·1	79	4 —	99	12·4	131	3 —	123	14·5
28	4 —	73	6·6	80	4 —	100	11·3	132	3 —	123	14·6
29	4 —	74	6·5	81	4 —	100	12·3	133	2 —	123	15·5
30	4 —	74	8·3	82	3 —	100	15·7	134	2 —	123	16·3
31	4 —	74	10·0	83	4 —	101	12·3	135	2 —	124	15·4
32	4 —	75	4·5	84	3 —	101	13·0	136	4 —	125	13·0
33	4 —	75	6·3	85	4 —	102	11·0	137	3 —	125	13·1
34	4 —	75	8·2	86	4 —	102	11·0	138	3 —	125	13·6
35	4 —	76	5·7	87	3 —	102	11·2	139	3 —	125	14·7
36	4 —	76	6·2	88	3 —	102	12·3	140	2 —	125	15·6
37	4 —	76	6·4	89	3 —	103	12·3	141	2 —	126	14·0
38	4 —	76	8·4	90	3 —	103	13·6	142	2 —	126	14·2
39	4 —	76	10·0	91	3 —	104	11·7	143	3 —	126	14·2
40	4 —	77	8·6	92	3 —	104	13·3	144	2 —	126	17·3
41	4 —	78	11·2	93	3 —	105	12·0	145	2 —	127	14·8
42	4 —	80	7·7	94	3 —	106	12·3	146	2 —	128	13·6
43	4 —	80	8·0	95	3 —	106	13·5	147	3 —	128	14·1
44	4 —	80	11·2	96	3 —	106	13·6	148	2 —	128	14·4
45	4 —	81	8·8	97	3 —	107	12·2	149	1 —	128	14·5
46	4 —	82	9·8	98	3 —	107	14·2	150	3 —	128	15·0
47	4 —	83	10·7	99	3 —	107	14·8	151	2 —	128	15·2
48	3 —	83	11·6	100	3 —	108	13·1	152	2 —	129	14·8
49	4 —	84	9·5	101	4 —	108	13·8	153	2 —	129	15·1
50	4 —	86	8·6	102	3 —	109	13·2	154	2 —	129	15·4
51	4 —	86	8·9	103	3 —	110	10·5	155	3 —	129	15·6
52	4 —	88	7·6	104	3 —	110	11·6	156	2 —	130	14·3

1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.			
Sor- szám	Fa- osztály	d1:3	h	Sor- szám	Fa- osztály	d1:3	h	Sor- szám	Fa- osztály	d1:3	h			
		mm	m			mm	m			mm	m			
157	3	—	131	13·8	209	1	145	16·0	261	1	163	15·5		
158	3		131	13·8	210	2	146	15·2	262	2	163	15·6		
159	2		131	14·2	211	3	—	146	16·0	263	1	163	15·6	
160	2		131	14·7	212	1	146	16·0	264	1	163	16·6		
161	1		131	15·0	213	1	147	15·0	265	1	163	17·8		
162	2		131	15·8	214	1	147	15·7	266	1	164	14·5		
163	1		132	12·5	215	2	147	16·2	267	1	164	15·4		
164	2		132	14·7	216	1	147	16·5	268	1	164	17·1		
165	3	—	133	14·4	217	3	—	148	11·7	269	1	165	14·6	
166	1		133	14·6	218	2	148	14·6	270	1	165	15·2		
167	2		133	15·0	219	1	148	15·8	271	1	165	16·7		
168	2	—	134	14·0	220	1	148	16·6	272	1	165	16·8		
169	1		134	14·5	221	1	149	15·5	273	1	166	16·0		
170	3		135	14·0	222	1	150	14·2	274	1	167	15·6		
171	1		135	14·5	223	1	—	150	15·0	275	1	167	15·9	
172	1		135	15·3	224	2	150	15·5	276	1	167	16·0		
173	1		135	15·5	225	1	150	16·1	277	1	167	16·0		
174	1		136	13·9	226	2	151	14·4	278	1	167	16·5		
175	2	—	136	14·1	227	1	152	15·0	279	1	168	16·3		
176	3		136	14·2	228	1	152	15·1	280	1	168	17·6		
177	2		136	14·7	229	1	152	15·1	281	1	169	15·4		
178	2		137	14·9	230	1	152	15·4	282	1	169	15·6		
179	2		138	16·1	231	2	152	15·9	283	1	169	15·6		
180	2		137	16·6	232	1	153	15·3	284	1	169	16·1		
181	3		138	13·9	233	1	153	15·4	285	1	169	16·6		
182	3		138	14·6	234	1	153	15·4	286	1	169	17·2		
183	3		138	14·9	235	2	153	16·6	287	1	170	14·0		
184	2		138	16·4	236	2	154	13·6	288	1	170	14·3		
185	2		139	14·4	237	1	154	15·1	289	1	170	14·6		
186	2		139	14·5	238	1	154	16·1	290	1	170	16·1		
187	2		139	15·2	239	2	154	16·4	291	1	170	16·6		
188	2		140	13·9	240	2	155	13·7	292	1	170	16·6		
189	2		140	15·0	241	1	155	15·3	293	2	170	16·7		
190	1	—	140	15·5	242	2	155	16·2	294	1	170	17·1		
191	2		140	15·7	243	1	155	16·3	295	1	170	17·7		
192	2		140	16·1	244	2	156	15·7	296	1	171	13·3		
193	1		141	15·8	245	2	156	17·0	297	1	171	15·0		
194	2		141	16·3	246	2	157	16·3	298	1	174	15·5		
195	2		141	17·7	247	1	157	17·8	299	1	175	14·5		
196	1		142	14·7	248	3	—	158	15·0	300	1	175	15·0	
197	2		142	14·9	249	1	158	17·3	301	1	175	16·6		
198	1		142	15·2	250	1	158	17·4	302	1	175	17·2		
199	1		142	15·4	251	1	158	17·7	303	1	175	17·7		
200	2		142	17·0	252	1	—	160	13·0	304	1	—	176	16·5
201	1		143	14·5	253	1	160	15·2	305	1	177	16·0		
202	1		143	15·3	254	1	160	17·3	306	2	178	14·2		
203	2		143	15·6	255	1	160	17·7	307	1	178	15·2		
204	2		144	14·2	256	2	161	14·3	308	1	178	16·3		
205	2		144	15·3	257	1	161	14·6	309	1	178	16·6		
206	3	—	145	11·0	258	1	161	16·4	310	1	178	17·5		
207	2		145	15·5	259	1	163	14·8	311	1	179	16·4		
208	1		145	15·6	260	1	163	15·5	312	1	179	16·9		

1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
Sor- szám	Fa- osz- tály	d _{1:3}	h	Sor- szám	Fa- osz- tály	d _{1:3}	h	Sor- szám	Fa- osz- tály	d _{1:3}	h
		mm	m			mm	m			mm	m
313	1	181	18·2	328	1	192	17·4	343	1	208	16·1
314	1	183	14·7	329	1	193	16·5	344	1	208	16·6
315	1	183	15·8	330	1	194	16·3	345	1	210	15·3
316	1	183	17·1	331	1	194	16·6	346	1	211	16·5
317	1	185	15·0	332	1	195	16·4	347	1	211	17·2
318	1	185	15·7	333	1	195	18·3	348	2	212	16·4
319	1	185	16·8	334	1	196	15·0	349	1	213	18·4
320	1	186	15·7	335	1	197	16·8	350	1	216	16·0
321	1	186	16·6	336	1	198	16·0	351	1	221	17·0
322	1	189	16·2	337	1	198	17·8	352	1	221	17·5
323	1	190	15·4	338	1	199	17·1	353	1	226	17·5
324	2	190	16·7	339	1	203	17·0	354	1	253	17·0
325	1	191	16·3	340	1	205	12·2	355	1	260	17·6
326	1	191	17·2	341	1	206	16·2				
327	1	192	15·7	342	1	206	17·4				

Mind a két faállományra háromféle magasságot számítottam ki; mégpedig úgy a gyérités előtti, mint a gyérités utáni állapotra.

a) $\frac{\sum h}{N} =$ a faállomány számtani átlagmagassága.

b) $\frac{\sum(g_{1:3} \cdot h)}{\sum g_{1:3}} =$ a faállomány körlappal mérlegelt átlagmagassága.

c) $\frac{\sum h_1}{N_1} =$ a faállomány elsőrendű uralkodó fainak számtani átlag-

magassága (felsőmagasság).

Azután kiszámítottam a háromféle magasságnak a gyérités következtében előálló változását.

A nyert eredmények a 3. táblázatban láthatók.

A háromféle magasság közül, amint látjuk, a gyérités következtében a legjelentékenyebben az a -val jelölt változik meg; kisebb változáson megy át a b -vel jelölt magasság; s nem változik meg a c -vel jelölt magasság, vagyis a felsőmagasság. Az utóbbi változása ugyanis olyan kis érték (0·05 m, illetve 0·011 m), hogy azt gyakorlatilag 0-nak tekinthetjük, hiszen a fama-gasságot még a fekvő fán is csak 0·1 m pontossággal mérjük.

Az akácra nézve tehát a kérdéses tényezőnek tényleg az élettani felsőmagasságot tarthatjuk.

Megjegyzem azonban, hogy Kovács megállapításának ellenőrzésére különben is inkább csak vizsgálat-technikai okok vezettek. A fatermési tábla megszerkesztése céljából ugyanis tekintélyes számú faállomány felvétele szükséges. Ilyen esetben azután gyakorlatilag — éspedig végeredmény-

2. táblázat. (II. állomány.)

1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
Sor- szám	Fa- osztá- ly	d1:3	h	Sor- szám	Fa- osztá- ly	d1:3	h	Sor- szám	Fa- osztá- ly	d1:3	h
		mm	m			mm	m			mm	m
1	4 —	55	5·2	53	4 —	94	10·6	105	4 —	117	9·5
2	4 —	56	5·2	54	4 —	94	10·8	106	3 —	118	15·5
3	4 —	56	6·7	55	4 —	95	11·2	107	4 —	119	13·7
4	4 —	60	6·8	56	4 —	96	14·4	108	2	119	15·2
5	4 —	60	7·0	57	4 —	98	10·4	109	2	119	16·0
6	4 —	61	6·5	58	4 —	98	12·2	110	4 —	120	11·8
7	4 —	61	7·5	59	3 —	98	12·5	111	3 —	120	14·0
8	4 —	61	8·6	60	4 —	99	11·6	112	2	120	14·4
9	4 —	66	7·5	61	4 —	99	13·0	113	3 —	121	13·3
10	4 —	66	7·9	62	3 —	99	13·8	114	3 —	122	14·3
11	4 —	66	8·0	63	4 —	100	8·7	115	3 —	122	16·1
12	4 —	67	9·8	64	4 —	100	9·0	116	3 —	123	12·6
13	4 —	69	7·5	65	4 —	100	11·3	117	2	124	14·2
14	4 —	69	9·3	66	4 —	100	13·2	118	3 —	124	16·4
15	4 —	70	8·7	67	3 —	100	13·4	119	2	125	15·2
16	4 —	70	9·3	68	3 —	100	13·5	120	2 —	125	15·3
17	4 —	71	7·1	69	3 —	100	13·5	121	3 —	125	17·1
18	4 —	71	8·9	70	4 —	101	10·7	122	3 —	126	16·8
19	4 —	72	7·0	71	3 —	101	13·8	123	2	126	17·9
20	4 —	72	8·7	72	4 —	102	11·2	124	3 —	127	11·7
21	4 —	72	10·3	73	4 —	102	11·9	125	2	128	14·0
22	4 —	73	7·6	74	2 —	102	15·2	126	3	128	16·1
23	4 —	75	8·8	75	2	103	12·8	127	2	129	13·5
24	4 —	76	8·0	76	4 —	103	12·9	128	3	129	15·9
25	4 —	76	8·7	77	3 —	104	14·0	129	3 —	130	15·2
26	4 —	76	9·5	78	3 —	105	15·4	130	2	130	16·4
27	4 —	77	5·8	79	4 —	106	10·8	131	3 —	131	16·4
28	4 —	80	6·0	80	3 —	106	11·1	132	2	131	17·7
29	4 —	80	8·6	81	4 —	106	12·6	133	3 —	133	15·0
30	4 —	80	9·2	82	3	106	13·5	134	3 —	134	15·5
31	4 —	80	9·5	83	3	107	11·8	135	2	134	16·4
32	4 —	81	8·7	84	3 —	107	12·6	136	3 —	135	15·6
33	4 —	81	8·9	85	3 —	107	13·2	137	2 —	135	15·7
34	4 —	84	10·2	86	2	108	13·6	138	3 —	135	16·1
35	4 —	85	7·4	87	3 —	109	13·5	139	2	135	16·9
36	4 —	85	7·8	88	4 —	110	10·6	140	3	136	15·8
37	4 —	85	10·6	89	4 —	110	13·6	141	3	137	13·8
38	4 —	86	8·5	90	3 —	110	14·5	142	3	137	15·8
39	4 —	87	8·0	91	3	110	15·1	143	2	137	17·8
40	4 —	87	11·2	92	3 —	111	13·6	144	2 —	137	17·9
41	4 —	87	11·7	93	3 —	111	13·7	145	2	138	15·7
42	4 —	89	11·2	94	3 —	111	14·8	146	2	138	16·8
43	4 —	90	7·8	95	4 —	112	12·1	147	2	138	17·0
44	4 —	90	10·3	96	3	112	13·2	148	2 —	138	18·7
45	4 —	90	12·0	97	3 —	113	12·7	149	1 —	138	19·2
46	4 —	91	10·7	98	4 —	113	14·5	150	3	139	16·4
47	4 —	91	11·9	99	3	115	15·6	151	2	141	15·5
48	4 —	92	9·2	100	3 —	115	16·4	152	2	141	17·8
49	4 —	92	12·0	101	3 —	116	11·2	153	1	141	18·5
50	4 —	93	80·4	102	4 —	116	12·5	154	2	142	13·4
51	4 —	93	10·5	103	3 —	116	13·1	155	1	142	15·0
52	4 —	93	12·7	104	3 —	116	13·5	156	2	142	15·5

1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
Sor- szám	Fa- osztály	d1:3	h	Sor- szám	Fa- osztály	d1:3	h	Sor- szám	Fa- osztály	d1:3	h
		mm	m			mm	m			mm	m
157	2	142	16.4	204	2	166	16.2	251	1	192	19.4
158	2	142	17.3	205	2	167	16.2	252	1	193	19.4
159	1	142	17.6	206	2	167	16.4	253	1	194	17.6
160	1	143	16.1	207	2	167	17.4	254	1	200	19.3
161	3	145	13.6	208	1	167	18.4	255	1	200	20.0
162	2	145	15.0	209	1	168	14.7	256	1	200	20.5
163	1	145	15.5	210	1	168	15.8	257	1	204	18.4
164	3	146	12.4	211	1	168	16.2	258	1	204	20.5
165	1	146	16.6	212	1	168	17.6	259	1	206	19.8
166	1	147	15.7	213	2	169	14.8	260	1	206	19.8
167	2	147	16.7	214	1	169	16.6	261	1	207	19.5
168	3	147	17.5	215	1	169	17.4	262	2	208	19.2
169	1	147	18.3	216	1	169	18.2	263	1	208	19.6
170	1	148	15.2	217	2	170	16.3	264	1	209	20.0
171	1	148	16.6	218	1	170	17.4	265	1	209	20.0
172	2	148	17.0	219	1	170	19.7	266	1	210	19.0
173	2	148	17.4	220	1	171	16.8	267	1	210	19.1
174	1	149	17.2	221	1	171	18.0	268	1	210	19.5
175	2	150	15.0	222	2	171	19.0	269	1	213	18.5
176	2	150	16.7	223	1	171	19.7	270	1	215	18.8
177	2	150	18.1	224	1	172	18.4	271	1	215	19.4
178	1	150	19.0	225	1	173	18.4	272	1	217	20.0
179	1	151	15.7	226	2	173	18.9	273	1	219	20.0
180	2	152	13.8	227	1	174	15.6	274	1	220	17.5
181	1	153	16.8	228	1	174	17.7	275	1	221	16.3
182	1	153	17.0	229	1	175	18.0	276	1	223	19.0
183	2	153	18.0	230	1	176	15.3	277	1	224	20.0
184	2	155	16.1	231	1	177	18.2	278	1	225	16.5
185	1	155	18.6	232	1	177	18.4	279	1	225	19.9
186	1	155	18.7	233	2	177	18.7	280	1	226	17.8
187	1	156	18.5	234	1	179	18.8	281	1	227	17.8
188	2	158	18.0	235	1	180	16.3	282	1	227	19.9
189	2	158	18.6	236	1	180	18.8	283	1	230	20.1
190	1	159	18.4	237	1	182	18.4	284	1	233	19.5
191	2	160	17.1	238	1	183	16.4	285	1	233	19.6
192	1	161	14.2	239	1	184	18.6	286	1	234	18.4
193	2	161	18.3	240	1	185	16.8	287	1	234	20.7
194	2	162	15.0	241	2	185	17.6	288	1	237	19.7
195	2	163	15.2	242	1	186	15.9	289	1	242	17.4
196	2	163	16.9	243	2	186	17.6	290	1	250	18.5
197	1	164	15.3	244	1	186	18.6	291	1	252	18.0
198	2	164	17.8	245	1	186	19.0	292	2	260	19.0
199	2	164	18.0	246	1	187	18.2	293	1	260	19.1
200	1	165	17.2	247	1	187	19.9	294	1	260	20.6
201	2	165	18.0	248	1	188	18.4	295	1	265	20.0
202	2	165	18.2	249	1	188	18.4				
203	1	165	19.2	250	1	190	16.8				

3. táblázat.

Magasság	Gyérités előtt	Gyérités után
<i>I. Faállomány.</i>		
a.	$\frac{4851'8}{355} = 13'667 \text{ m}$	$\frac{3480'5}{223} = 15'608 \text{ m}$
	Változás:	
	Abszolút értékben: $15'608 - 13'667 = 1'941 \text{ m}$	Relatív értékben: $\frac{1'941 \times 100}{13'667} = 14'20\%$
b.	$\frac{83'14511}{5'49970} = 15'118 \text{ m}$	$\frac{70'98148}{4'47609} = 15'858 \text{ m}$
	Változás:	
	Abszolút értékben: $15'858 - 15'118 = 0'740 \text{ m}$	Relatív értékben: $\frac{0'740 \times 100}{15'118} = 4'89\%$
c.	$\frac{2251'0}{141} = 15'965 \text{ m}$	$\frac{2178'8}{136} = 16'015 \text{ m}$
	Változás:	
	Abszolút értékben: $16'015 - 15'965 = 0'050 \text{ m}$	Relatív értékben: $\frac{0'050 \times 100}{15'965} = 0'31\%$
<i>II. Faállomány.</i>		
a.	$\frac{4404'3}{295} = 14'930 \text{ m}$	$\frac{2955'8}{170} = 17'387 \text{ m}$
	Változás:	
	Abszolút értékben: $17'387 - 14'930 = 2'457 \text{ m}$	Relatív értékben: $\frac{2'457 \times 100}{14'930} = 16'46\%$
b.	$\frac{87'10770}{5'15316} = 16'904 \text{ m}$	$\frac{74'16351}{4'14083} = 17'910 \text{ m}$
	Változás:	
	Abszolút értékben: $17'910 - 16'904 = 1'006 \text{ m}$	Relatív értékben: $\frac{1'006 \times 100}{16'904} = 5'95\%$

Magasság	Gyérítés előtt	Gyérítés után
	$\frac{1870\cdot3}{103} = 18\cdot158 \text{ m}$	$\frac{1851\cdot1}{102} = 18\cdot147 \text{ m}$
c.	Változás:	
	Abszolút értékben: $18\cdot147 - 18\cdot158 = -0\cdot011 \text{ m}$	Relatív értékben: $\frac{-0\cdot011 \times 100}{18\cdot158} = -0\cdot06\%$

képpen természetesen pénzügyi okokból kifolyólag — nem vihető az keresztül, hogy az állományok minden fájának magasságát megmérjük. S még kevésbé lehetséges az, hogy a famagasságot ledöntött fákon mérjük.⁴⁾ (Ezt csak a mellékállományba sorolt fákon hajthatjuk végre.) Tömeges munka esetén csak annyit tehetünk, hogy bizonyos számú próbafa mellmagassági átmérőjének és magasságának alapján magassági görbét szerkesztünk s az egyes vastagsági fokok fáinak magasságát azután a magassági görbéről olvassuk le. *Kovács* a vonatkozó vizsgálatának lefolytatásánál így járt el.⁵⁾ Célszerűnek tartottam azonban, hogy az ilyen úton (A) nyert eredményeit egy nagyobb pontosságú — s az előzőekben már vázolt — vizsgálat (B) útján nyerhető eredményekkel ellenőrizzem.

A 4. táblázatban csak a felsőmagasságra vonatkozó gyérítés utáni eredményeket állítom itt egymással szembe.

4. táblázat.

Állomány	Eljárás	
	A	B
I.	16·0 m	16·015 m
II.	18·1 m	18·147 m

Az eredmények összehasonlítása meggyőz bennünket arról, hogy az A-val jelölt eljárás teljes mértékben helyes eredményeket szolgáltat. Ennélfogva *Kovács* megállapításának helyességét vizsgálat-technikai okokból sem lehet kétségbe vonnunk.

Én mindenestre *Kovács* megállapításához csatlakoztam, amikor azt határozottam el, hogy a magam elé állított további kérdések vizsgálatára a felsőmagasságból induljak ki.

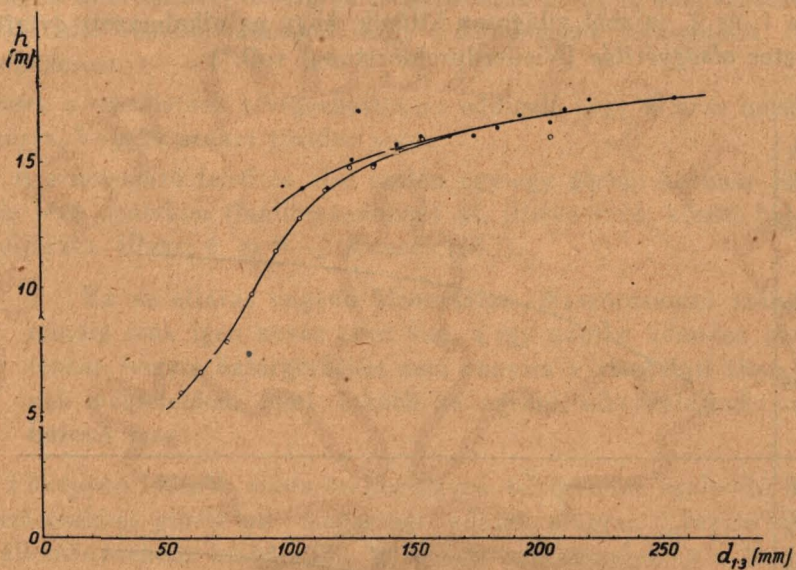
⁴⁾ Ez az oka annak, hogy az ellenőrző számításaimat én is csak két állományon hajthattam végre.

⁵⁾ A részleteket illetően utalok *Kovács* tanulmányára. (156.)

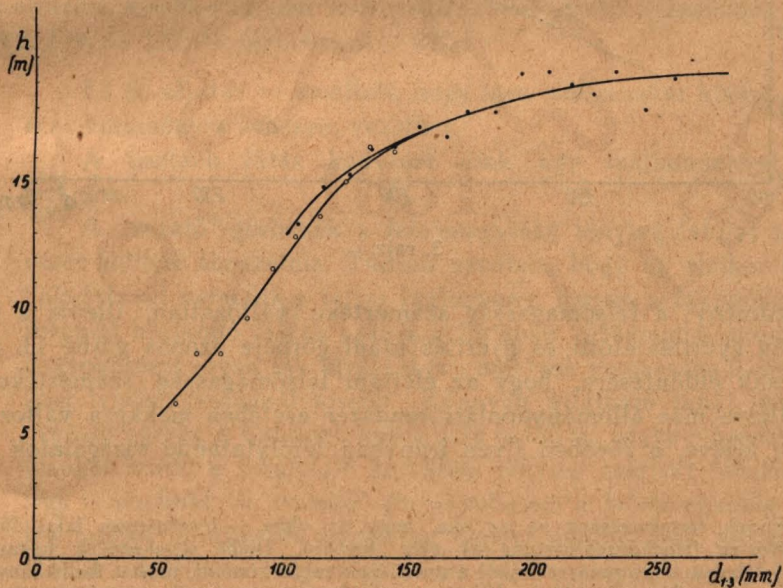
A következő kérdés tárgyalása előtt három rajzot mutatok be.

Az 1. rajz az I. faállomány gyérités előtti és gyérités utáni magassági görbáját ábrázolja; a 2. rajz a II. faállomány gyérités előtti és gyérités utáni magassági görbáját szemlélteti.

A 3. rajz: kettős ábra; a felső az I. faállomány elsőrendű uralkodó



1. rajz.

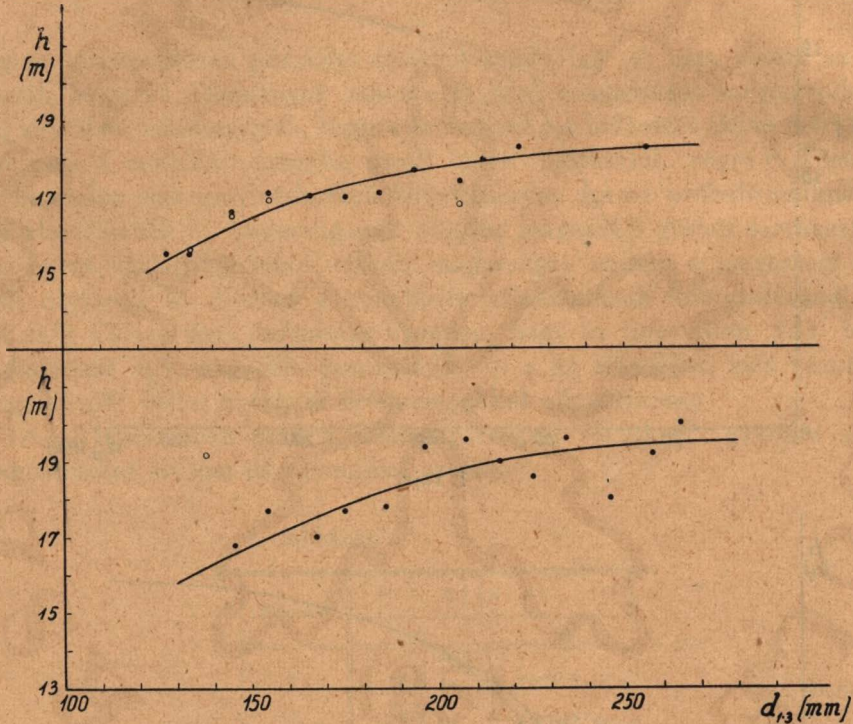


2. rajz.

fáinak gyérités előtti és gyérités utáni azonos magassági görbét tünteti fel, — az első pedig a II. faállomány elsőrendű uralkodó fáinak gyérités előtti és gyérités utáni azonos magassági görbét mutatja.

A rajzokon látható üres körök gyérités előtti, a telt körök (fekete pontok) gyérités utáni állapotra vonatkoznak. (1 cm-es különbségű vastagsági fokokba sorolt fák számtani átlagátmérőjén a számtani átlagmagassága.)

Az 1. és 2. rajzból világosan kitűnik, hogy az alkalmazott gyérités a jellegzetes *alsógyérités* (Niederdurchforstung) volt.*)



3. rajz.

Eredmény: a felsőmagasság számértéke változatlan, illetve a felsőmagasság gyérités előtti és gyérités utáni görbéje azonos görbe (3. rajz).

Annak eldöntésére, hogy az élettani felsőmagasság számértéke más fafaj, illetve más állományápolási rendszer esetében mekkora változásoknak van kitéve, a jövőben ilyen irányban lefolytatandó vizsgálatok hivatottak.

*) Ennek természetesen az az oka, hogy az akác — fényigényes fafaj lévén — *felsőgyérités*-re (Hochdurchforstung-ra) nem fogható. Hiába igyekeznénk ugyanis az elnyomott fákat a talajápolás céljából a gyéritések során kímélni, azok a kellő fénynyomnyiség hiányában kipusztulnának. (Élettani tulajdonság, amelynek megváltoztatása nem áll módunkban.)

II. Hogyan vezessük le a szórásmező határgörbéit, illetve határértéksorait?

1. Ismert eljárások.

Az előzőkben (I. 1. alatt) már jeleztem, hogy a szórásmező felbon-
tása, vagyis a termőhelyi osztályok megalakítása előtt, le kell vezetnünk a
„természetadta” szélső határokat, azaz a szórásmező határgörbéit, illetve
határértéksorait.

Ennek a műveletnek a végrehajtására eddigelé négy eljárás került al-
kalmazásra. Vegyük ezeket röviden sorra.

a) A szórásmező felső és alsó szélén egy-egy görbét húzunk, és pedig
a szélen lévő pontokon (faállományokon) át, illetve azok között haladva.
(Baur eljárása. [Baur: 6. és 9. — Kunze: 166.])

Ez az eljárás nagyon bizonytalan. A szórásmező szélei felé
mindig csak igen kevés pont van, s így azután könnyen megtör-
ténhet, hogy a határgörbék nem annyira a vizsgálati alapanyag-
nak megfelelően, mint inkább az egyéni elképzelésünk szerint
húzzuk meg.

b) Főképpen idősebb minta-faállományok (elsőrendű) uralkodó fának
törzselemzésekkel előállított magassági adatai alapján „vezető”-görbét
(vagy állományonként külön-külön görbék) szerkesztünk, s a határgör-
béket a „vezető”-görbe (vagy görbék) futásához igazodva, húzzuk meg.
(Ezt az eljárást, kisebb-nagyobb eltérésekkel, több szerző alkalmazta. Lásd
pl. Lorey: 176. és 177. — Schwappach: 282.)

Ez az eljárás — amellet, hogy igen sok munkát kíván — he-
lyes eredményre sohasem vezethet.

A tisztább látás kedvéért csak egy faállománnyal szá-
mljunk.

A „vezető”-görbének a felsőmagasság tényleg lefolyt növek-
vését kellene ábrázolnia. Tudjuk azonban, hogy az életkor előre-
haladásával nemcsak a teljes faállomány, hanem a faállomány el-
sőrendű uralkodó fának száma is csökken. Mégpedig mindenkor
nagyobb részt olyan fák kiválásával, amelyek magassága a minden-
kori felsőmagasságnál kisebb. Könnyen átlátható tehát, hogy a
„vezető”-görbe a fiatalabb korok felé haladva, egyre magasabb ér-
tékeket mutat a megfelelő korokban tényleg megvolt felsőmagas-
sági értékeknél. A „vezető”-görbe sohasem a felsőmagasság tényleg
lefolyt növekvését ábrázolja, hanem mindig csak azoknak a
fáknak az átlagos magassági növekvését, amelyek adatai alapján
történetesen megszerkesztjük.

c) A minta-faállományok bizonyos időnként megismételt felvétele révén egy-egy állományra nyert pontokat a szórásmezőben összekötjük, s a határgörbékét a látható növekvési görbedarabok útmutatása szerint húzzuk meg. (Ismételt felvételek esetén általánosan alkalmazott eljárás.)

Ez az eljárás a minta-faállományok egyszeri felvételének esetében a dolog természeténél fogva még nem alkalmazható.

d) A szórásmező pontjai alapján *vezérgörbét* szerkesztünk, s a határgörbékét a vezérgörbe futásának megfelelően húzzuk meg. (*Fekete L.* eljárása [62.])

Ez az eljárás csak akkor alkalmazható sikerrel, ha a pontok a szórásmezőben egyenletesen oszlanak meg.

Amint látjuk, az *a*-val jelölt eljárás: bizonytalan; a *b*-vel jelölt: helytelen; a *c*-vel, illetve *d*-vel jelölt eljárás alkalmazásának pedig bizonyos előfeltétele van. Szinte önként merül fel tehát az a kérdés, hogy ilyen körülmények között adott esetben miképpen járjunk el?

Az alábbiakban *Fekete L.* eljárását kívánom továbbfejleszteni. *Fekete L.* eljárásának alapgondolata ugyanis kiváló gondolat.

2. A kérdés eldöntése.

Nézzük mindenekelőtt az 5. táblázatot. A táblázat 1. és 2. rovata magyarázatot nem igényel; a további rovatok élén alkalmazott jelölések jelentése a következő:

3. rovat: H_f = felsőmagasság.
4. „ V_0 = a főállomány (a gyérités után visszamaradó állomány) 1 ha-ra vonatkozó összesfatömege.
5. „ Zár. = a főállomány záródása.
6. „ H_a = a főállomány körlappal mérlegelt átlagmagassága.
7. „ Tho. = termőhelyi osztály.

Es most nézzük a 4. rajzot.

Felraktam a minta-faállományok felsőmagasságát az életkor függvénykép. (Kis fekete pontok.) Azután csoportokat képeztem. A rajzon látható függőleges szakadozott vonalak az egyes pontcsoportok határát jelölik. (1. csoport: 4—6 évig; 2. cs.: 7—10 évig; 3. cs.: 11—15 évig; 4. cs.: 16—20 évig; 5. cs.: 21—25 évig; 6. cs.: 26—30 évig; 7. cs.: 31—35 évig.)

Kiszámítottam az azonos csoportba tartozó állományok átlagos életkorát és átlagos felsőmagasságát, s az átlagos életkor alapján beraktam a szórásmezőbe az átlagos felsőmagassági értékeket. — A rajzon ezeket a nagy fekete pontok jelölik. — Ezek között, az összrendező rendszer 0-pontjából kiindulva, kiegyenlítő görbét (vezérgörbét) rajzoltam. (1-gyel jelölt görbe.) — Ennek megrajzolásánál a 7. csoport vezérpontját természetesen nem vehettem figyelembe.

5. táblázat.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Sorszám	Kor	Hf	V _ö	Zár.	H _á	Tho.	Sorszám	Kor	Hf	V _ö	Zár.	H _á	Tho.
	év	m	m ³		m			év	m	m ³		m	
1	4	6'4	28	0'95	6'2	I	53	14	13'0	112	0'84	12'7	II
2	4	6'4	33	0'92	6'4	I	54	14	13'2	102	0'89	12'7	I/II
3	5	4'8	10	0'30	4'6	II	55	14	13'9	123	0'86	13'6	I
4	5	7'6	33	0'86	7'2	I	56	14	15'3	144	0'86	14'3	I
5	5	8'1	39	0'96	8'0	I	57	15	7'2	40	0'79	7'0	III
6	5	8'5	52	0'98	8'3	I	58	15	11'6	89	0'73	11'4	II
7	5	8'7	53	0'92	8'5	I	59	15	11'8	93	0'80	11'5	II
8	6	6'9	28	0'75	6'7	II	60	15	11'8	92	0'78	11'7	II
9	6	7'9	42	0'87	7'8	I	61	15	12'6	103	0'75	12'5	II
10	6	8'9	50	0'92	8'7	I	62	15	14'0	146	0'85	13'9	I
11	7	6'4	25	0'78	6'1	II	63	16	5'9	16	0'25	5'5	IV
12	7	6'8	26	0'85	6'6	II	64	16	10'0	74	0'82	9'7	II/III
13	7	8'7	53	0'89	8'5	I	65	16	10'0	90	0'88	9'7	II/III
14	7	9'5	53	0'86	9'3	I	66	16	10'6	80	0'73	10'4	II
15	7	10'0	65	0'81	9'8	I	67	16	12'6	114	0'84	12'4	II
16	8	8'4	42	0'89	8'0	II	68	16	13'1	118	0'84	13'0	II
17	8	8'5	48	0'93	8'3	II	69	16	14'6	146	0'89	14'3	I
18	8	11'4	82	0'98	11'3	I	70	16	16'5	181	0'88	16'2	I
19	9	11'5	89	0'92	11'2	I	71	16	16'6	187	0'90	16'0	I
20	9	13'8	113	0'89	13'4	I	72	16	17'4	175	0'84	17'3	I
21	10	6'2	27	0'72	5'9	III	73	17	6'0	16	0'31	5'8	IV
22	10	7'2	34	0'88	7'2	III	74	17	13'5	116	0'83	13'0	II
23	10	8'2	38	0'73	7'7	II	75	17	13'9	155	0'85	13'7	II
24	10	10'8	70	0'83	10'7	II	76	17	14'0	120	0'82	13'6	II
25	10	11'2	89	0'93	10'9	I	77	17	14'5	150	0'92	14'0	I
26	11	11'5	95	0'96	11'4	II	78	17	18'5	227	0'91	18'1	I
27	12	4'4	8	0'32	4'3	IV	79	18	11'2	105	0'81	10'9	II
28	12	4'4	9	0'50	4'3	IV	80	18	13'9	134	0'92	13'3	II
29	12	5'7	14	0'53	5'3	IV	81	18	13'9	134	0'84	13'7	II
30	12	7'9	43	0'71	6'9	III	82	18	20'8	233	0'96	20'6	I
31	12	8'8	55	0'88	8'6	II	83	19	12'3	115	0'87	12'2	II
32	12	10'9	85	0'94	10'7	II	84	19	18'1	222	0'77	17'7	I
33	12	11'4	88	0'88	11'2	II	85	20	6'1	24	0'26	5'9	IV
34	12	11'5	96	0'88	11'1	II	86	20	11'0	102	0'69	10'9	II
35	12	11'6	97	0'91	11'2	II	87	20	12'5	132	0'88	12'1	II
36	12	11'6	102	0'89	11'3	II	88	20	12'6	104	0'84	12'3	II
37	12	11'9	110	0'87	11'5	II	89	20	14'1	147	0'74	13'8	II
38	12	13'2	125	0'89	13'0	I	90	20	16'3	191	0'87	15'9	I
39	12	13'5	123	0'83	13'4	I	91	20	18'2	218	0'67	17'8	I
40	12	13'7	131	0'86	13'4	I	92	20	18'7	264	0'93	18'4	I
41	12	17'2	188	0'85	17'0	I	93	21	12'3	108	0'63	11'9	II
42	13	10'8	90	0'82	10'5	II	94	21	15'9	158	0'70	15'6	I
43	13	10'9	78	0'79	10'7	II	95	21	18'3	224	0'79	18'2	I
44	13	11'0	85	0'81	10'9	II	96	21	20'5	246	0'87	20'2	I
45	13	11'1	77	0'85	10'9	II	97	21	20'7	266	0'75	20'5	I
46	13	14'3	139	0'92	14'1	I	98	22	6'8	44	0'59	6'7	IV
47	13	15'0	161	0'92	14'7	I	99	22	8'1	29	0'47	8'0	III
48	13	15'6	159	0'82	15'6	I	100	22	8'3	53	0'59	7'9	III
49	13	15'8	153	0'93	15'6	I	101	22	11'6	112	0'76	11'4	II
50	14	5'5	19	0'41	4'7	IV	102	22	12'5	130	0'77	12'1	II
51	14	10'6	73	0'82	10'3	II	103	22	13'1	148	0'72	12'9	II
52	14	11'1	90	0'88	10'8	II	104	22	15'4	193	0'80	15'2	II

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	
Sorszám	Kor	Hf	V _ö	Zár.	H _a	Tho.	Sorszám	Kor	Hf	V _ö	Zár.	H _a	Tho.	
	év	m	m ³		m			m	m ³	m		m		m ³
	105	22	16·0		160			0·72	15·9	I		132		26
106	22	17·9	204	0·88	17·4	I	133	27	14·0	151	0·67	13·7	II	
107	22	18·6	257	0·83	18·3	I	134	27	19·1	241	0·84	19·0	I	
108	23	8·0	56	0·35	7·7	IV	135	27	19·9	263	0·82	19·5	I	
109	23	9·2	67	—	9·2	III	136	27	20·6	265	0·94	20·4	I	
110	23	13·5	147	0·86	13·4	II	137	28	6·9	28	0·16	6·7	IV	
111	23	14·7	125	0·72	14·5	II	138	28	13·7	144	0·75	13·4	II	
112	23	14·9	170	0·87	14·7	II	139	28	16·0	198	0·84	15·9	II	
113	23	15·8	167	0·86	15·6	II	140	28	17·9	211	0·87	17·7	I	
114	23	15·9	178	0·96	15·6	II	141	28	18·0	235	0·74	17·8	I	
115	23	17·3	206	0·76	17·0	I	142	28	18·1	195	0·89	17·6	I	
116	23	18·0	217	0·84	18·0	I	143	28	18·5	254	0·80	18·2	I	
117	23	19·0	186	0·75	18·8	I	144	28	23·3	346	0·91	23·1	I	
118	23	19·0	267	0·81	18·8	I	145	29	17·0	204	0·76	17·0	I/II	
119	24	18·6	244	0·79	18·2	I	146	29	18·1	246	0·87	17·9	I	
120	25	7·5	53	0·57	7·2	IV	147	30	12·3	111	0·66	11·9	II	
121	25	7·8	29	0·38	7·5	IV	148	30	13·8	151	0·77	13·6	II	
122	25	12·1	100	0·74	11·8	II	149	30	15·9	215	0·82	15·6	II	
123	25	16·6	230	0·85	16·3	I	150	30	21·5	341	0·90	21·3	I	
124	25	19·0	229	0·87	18·9	I	151	30	23·6	338	0·92	23·6	I	
125	25	19·1	209	0·77	18·9	I	152	31	22·7	309	0·86	22·4	I	
126	25	19·4	239	0·85	19·2	I	153	31	23·0	380	0·91	22·9	I	
127	25	20·5	272	0·92	20·4	I	154	32	21·7	333	0·86	21·3	I	
128	25	22·0	293	0·84	21·6	I	155	34	22·9	314	0·83	22·4	I	
129	26	15·8	163	0·88	15·4	II	156	35	22·7	374	0·76	22·5	I	
130	26	16·8	179	0·72	16·8	I	157	35	24·5	385	0·86	24·2	I	
131	26	17·0	174	0·69	16·8	I								

A szórásmezőben a pontok, amint látjuk, nem oszlanak meg egyenletesen.

Ezután a csoportképzéssel, illetve a vezérpont- (súlypont-) számítással tovább mentem. — Az eredetileg felállított határok között minden csoportot két kisebb pontcsoportra bontottam. (Egy felső és egy alsó csoportra.) A csoportpárok választóvonalát a vezérgörbe alkotja. — A nyert pontcsoportok súlypontjait a rajzon a vízszintes átmérőjű nagy körök jelölik. Ezeken át, illetve ezek között (felül is, alul is), ismét kiegyenlítő görbét húztam. (2-vel jelölt görbék.) A görbék meghúzásánál a vezérgörbe futását is figyelembe vettem.

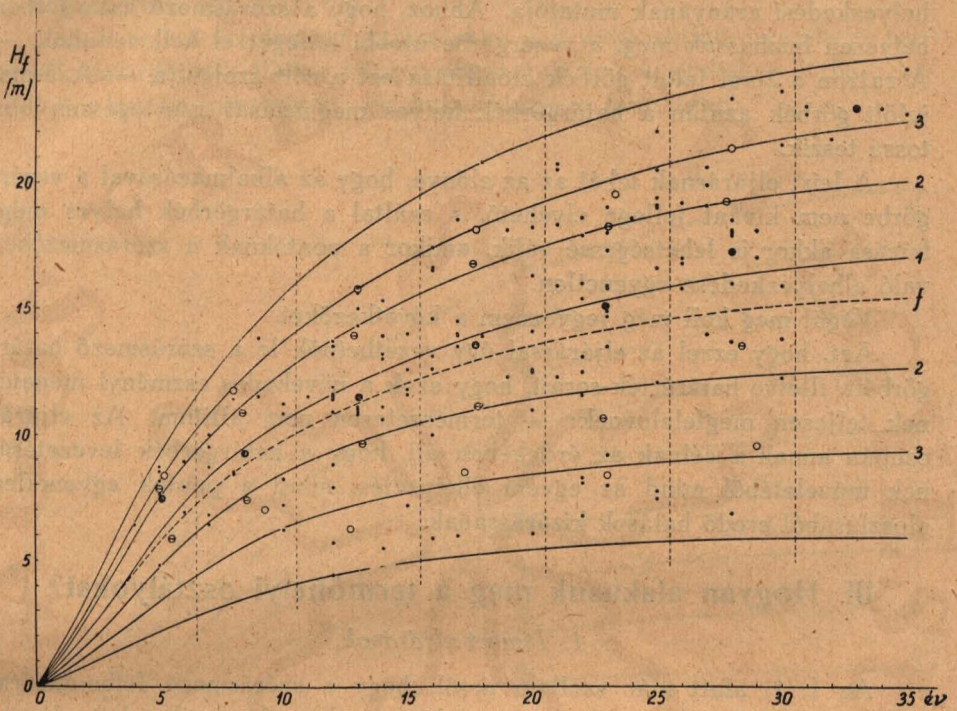
A 2-vel jelölt görbektől — továbbra is az eredeti határok között — a szórásmező szélei felé eső pontokat újabb kisebb pontcsoportoknak vettem. Ezek súlypontjait a rajzon a nagy üres körök jelölik. — Kiegyenlítő görbék a 3-mal jelölt görbék.

A szórásmező határgörbéit a 3-mal jelölt görbék futásához alkalmazkodva húztam meg, mégpedig úgy, hogy azok a legkülső pontokon, illetve ponton áthaladjanak.

A határgörbék futása a *vezérgörbe* (1-gyel jelölt görbe) futásától né-

mileg eltér. Ezt kívánja szemléltetni a rajzon az *f*-fel jelölt szakadozott vonalú görbe, amely a lezárt szórásmezőnek felező görbéje.

A határgörbék és a felező görbe számsora, valamint az 5—5 évi növedéke (különbségi sora) a 6. táblázatban látható.



4. rajz.

6. táblázat.

Kor	Felső-határgörbe		Felező-görbe		Alsó-határgörbe	
év	m é t é r					
5	9.20	6.31	5.700	4.030	2.20	1.75
10	15.51	3.69	9.730	2.335	3.95	0.98
15	19.20	2.43	12.065	1.495	4.93	0.56
20	21.63	1.63	13.560	0.970	5.49	0.31
25	23.26	1.08	14.530	0.610	5.80	0.14
30	24.34	0.66	15.140	0.330	5.94	0.00
35	25.00		15.470		5.94	

Kérdés, mi az előnye a leírt, illetve végrehajtott eljárásnak?

Elsősorban szögezzük le, hogy a szórásmező határgörbéinek, illetve határérték-sorainak levezetésével járó műveletbe a szórásmező minden

pontját be kell vonnunk. (Még akkor is, ha a minta-faállományok ismételt felvétele révén már növekvési görbedarabok állanak rendelkezésünkre.) Ha azonban a szórásmezőben a pontok nem oszlanak meg egyenletesen, akkor a vezérgörbe (az elsőnek szerkeszthető görbe) nyilván nem annyira a szórásmező vonulási irányának a kifejezője, mint inkább a pontok elhelyezkedési arányának mutatója. Ahhoz, hogy a szórásmező határgörbéit helyesen húzhassuk meg, a vezérgörbe utóbbi jellegét el kell vennünk. — A rajzon a 2-vel jelölt görbék előállítását ezt a célt szolgálja. — A 3-mal jelölt görbék azután a határgörbék helyes meghúzását már egészen biztosá teszik.

A leírt eljárásnak tehát az az előnye, hogy az alkalmazásával a vezérgörbe nem kívánt jellege elvehető, s ezáltal a határgörbék helyes meghúzása akkor is lehetségessé válik, amikor a pontoknak a szórásmezőben való elhelyezkedése egyenetlen.

Végül meg kell még jegyezni a következőket.

Azt, hogy ezzel az eljárással úgy vezethetnők le a szórásmező határgörbéit, illetve határérték-sorait, hogy azok a növekedés eszményi menetének teljesen megfelelnek: — természetesen nem állítom. Az eljárás csupán annak a célnak az érdekében áll, hogy a határgörbék levezetésének műveletéből mind az egyéni elképzelés, mind a pontok egyenetlen eloszlásából eredő hatások kizárassanak.

III. Hogyan alakítsuk meg a termőhelyi osztályokat?

1. Ismert eljárások.

Az I. 1. alatt már szóltam arról, hogy a szórásmező felbontására, vagyis a termőhelyi osztályok megalakítására, ma lényegileg két eljárás használatos, amelyek közül a szakirodalom az egyiket „természetes” eljárásnak mondja, a másikat pedig „mesterséges” eljárásnak nevezi. Azután említettem azt is, hogy a „természetes” eljárás a mi erdőgazdasági adottságaink mellett nem alkalmazható, s így adott esetben a „mesterséges” eljáráshoz kell folyamodnunk.

A termőhelyi osztályok „mesterséges” megalakítása ma kétféleképpen történik.

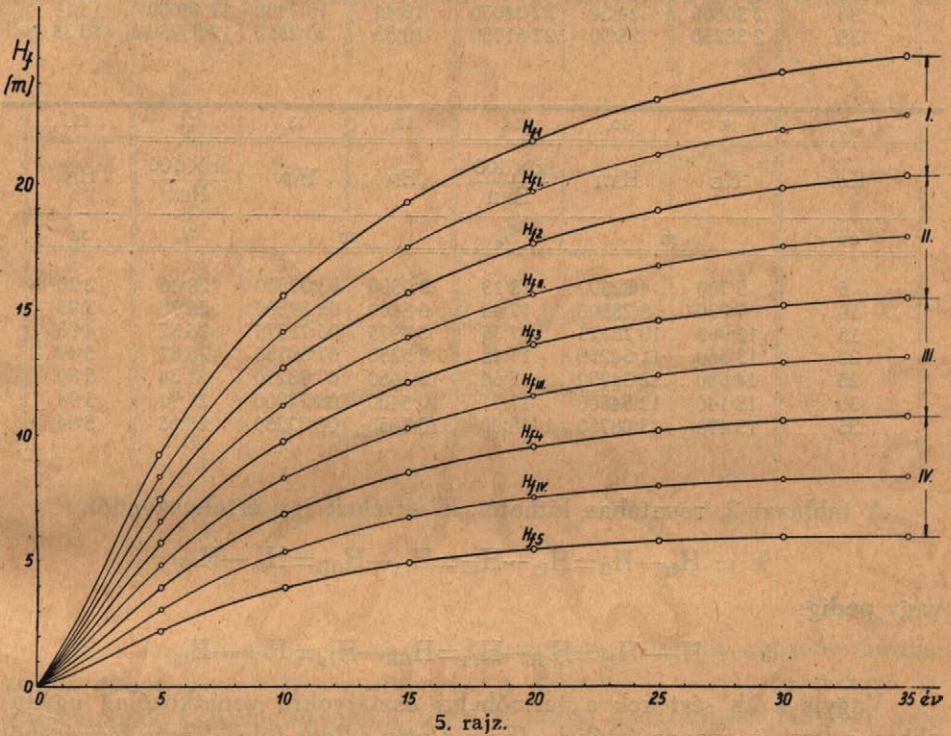
a) A szórásmező határgörbéi közé zárt ordináta-darabokat egyenlő részekre osztjuk, s a nyert osztópontokat — a határgörbék futásának megfelelően — egymással összekötjük. Ekképpen megkapjuk az egyes termőhelyi osztályok határgörbéit. Egy-egy termőhelyi osztály középszámsorát azután a két-két határgörbe fél ordináta-távolságában meghúzott görbe képviseli. (Cotta—Baur-féle eljárás.⁶⁾

⁶⁾ Ezt az eljárást grafikus alakban Baur tette közismertté (6.); számszerű alakban azonban Cotta már a XIX. század elején alkalmazta (39.). Ezért mondom Cotta—Baur-féle eljárásnak. A németnyelvű szakirodalom egyébként „*Streifenverfahren*”-nek nevezi

A *Cotta—Baur*-féle eljárás megvizsgálása céljából a következőképpen jártam el.

A II. 2. alatt leírt módon lehatárolt szórásmezőben a *Cotta—Baur*-féle eljárás szerint négy termőhelyi osztályt alakítottam. — A termőhelyi osztályok osztópontjainak értékeit, valamint a középszámsorok egyes értékeit is, számszerűen állítottam elő.

Az 5. rajz a szórásmező határgörbéit, s a megalakított termőhelyi osztályok határgörbéit, illetve középgörbéit mutatja. A görbéken látható körökkel a kiszámított ordináta-értékeket kívánom feltüntetni.



A továbbiak könnyebb érthetősége kedvéért a felsőhatárgörbe értékeit mindég H_{f1} -el, az I. termőhelyi osztály középértékeit H_{f11} -el, az I. és a II. termőhelyi osztály határértékeit H_{f2} -vel, a II. termőhelyi osztály középértékeit H_{f111} -vel — és így tovább — jelölöm. A 20. évnek megfelelő ordinátán lévő jelölések ezt illetően semmi kétséget sem hagynak hátra.

És most nézzük a 7. táblázatot.

Ebben a táblázatban a szórásmező már ismert számsorai (H_{f1} és H_{f15} alatt), továbbá a termőhelyi osztályok középgörbéinek számsorai (H_{f11} , H_{f111} , H_{f1111} és H_{f11111} alatt), valamint a termőhelyi osztályok határgörbéinek számsorai (H_{f2} , H_{f3} és H_{f4} alatt) vannak feltüntetve. (Az 5. rajzot ennek a táblázatnak az alapján készítettem.)

7. táblázat.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Kor	k	H _{II}	H _{III}	$\frac{k \times 100}{H_{II}}$	H _{IV}	H _V	$\frac{k \times 100}{H_{III}}$
év	m	m		%	m		%
5	0·87500	9·20	8·32500	10·51	7·4500	6·57500	13·31
10	1·44500	15·51	14·06500	10·27	12·6200	11·17500	12·93
15	1·78375	19·20	17·41625	10·24	15·6325	13·84875	12·88
20	2·01750	21·63	19·61250	10·29	17·5950	15·57750	12·95
25	2·18250	23·26	21·07750	10·35	18·8950	16·71250	13·06
30	2·30000	24·34	22·04000	10·44	19·7400	17·44000	13·19
35	2·38250	25·00	22·61750	10·53	20·2350	17·85250	13·35

1.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
Kor	H _{III}	H _{IV}	$\frac{k \times 100}{H_{III}}$	H _V	H _{VI}	$\frac{k \times 100}{H_{IV}}$	H _{VII}
év	m		%	m		%	m
5	5·700	4·82500	18·13	3·9500	03·07500	28·46	2·20
10	9·730	8·28500	17·44	6·8400	05·39500	26·78	3·95
15	12·065	10·28125	17·35	8·4975	06·71375	26·57	4·93
20	13·560	11·54250	17·48	9·5250	07·50750	26·87	5·49
25	14·530	12·34750	17·68	10·1650	07·98250	27·34	5·80
30	15·140	12·84000	17·91	10·5400	08·24000	27·91	5·94
35	15·470	13·08750	18·20	10·7050	08·32250	28·63	5·94

A táblázat 2. rovatában látható „k”-értékek így értelmezendők:

$$k = H_{I1} - H_{II} = H_{I2} - H_{III} = H_{I3} - H_{IV} = H_{I4} - H_{IV}$$

vagy pedig:

$$k = H_{II} - H_{I2} = H_{III} - H_{I3} = H_{IV} - H_{I4} = H_{IV} - H_{I5}$$

Vagyis a „k”-értékek a termőhelyi osztályokra vonatkozólag ugyanabban a korban azonos értékek. (Ez a *Cotta—Baur*-féle eljárás lényegéből ered.)

A táblázat 5., 8., 11. és 14. rovatában látható viszonzyszámok előállításí módját a táblázat fejlécébe írt képletek mutatják. Ezek a viszonzyszámok termőhelyi osztályonként lényegesen és koronként kisebb mértékben különbözök.

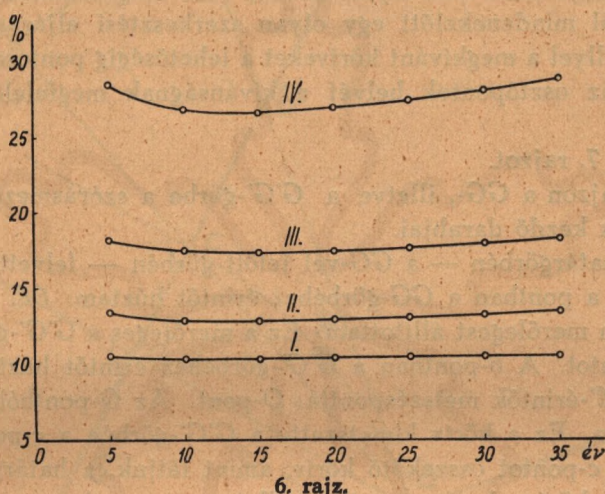
Az 5., 8., 11. és 14. rovat számsorait a 6. rajz szemlélteti.

A 6. rajz világosan mutatja, hogy a *Cotta—Baur*-féle eljárással a termőhelyi osztályokat *viszonylag* eltérő különbségekkel alakítjuk. Az I. termőhelyi osztályra *viszonylag* kisebb különbségeket teremtünk, mint a II. termőhelyi osztályra; a II.-ra kisebbeket, mint a III.-ra; a III.-ra kisebbeket,

mint a IV. termőhelyi osztályra. A viszonylagos különbségek tehát a termőhelyi osztály rosszabbodásával nőnek.

A termőhelyi osztályoknak a *Cotta—Baur*-féle eljárással való megalkotását nem tartom célszerűnek. Felfogásom helyessége könnyen átláthatóvá válik, ha egy gyakorlati példát veszek fel.

Tekintsünk el attól, hogy én az eljárást a felsőmagasságon hajtottam végre, s vegyük úgy, mintha az eljárást a fatömegén (a főállományok összesfatömegén) vittem volna keresztül. És tetelezzük fel, hogy van két 20 éves (azonos származású, azonos kezelésű és teljes sűrűségű) akácfa-állományunk. Az egyik tartozék az I. termőhelyi osztályba, a másik pedig a IV.-be.



6. rajz.

Ha a két állomány fatömegét a fatermési táblával akarnók megbecsülni, akkor (szélsőséges esetben) az I. termőhelyi osztályba tartozó fa-állománynak a területegységen lévő fatömege a fatermési táblából kiolvasható fatömegtől kereken 10%-kal térhetne el, a IV. termőhelyi osztályba tartozó állományé viszont kereken 27%-kal különbözhetne (Lásd a 7. táblázat 5., illetve 14. rovatában a 20 éves korra kimutatott százalékos értéket.)

De a példa lényege természetesen nem abban van, hogy 10%-os, ill. 27%-os különbséget említek, mert hiszen ezeket a viszonyszámokat nem a fatömegre, hanem a felsőmagasságra kaptam. A példa lényege abban áll, hogy az egyes termőhelyi osztályoknál különböző százalékos értékekről van szó, vagyis hogy a termőhelyi minőséget a *Cotta—Baur*-féle eljárással különböző mértékkel mérjük, ami gyakorlatilag azt eredményezi, hogy a különböző termőhelyi osztályokba tartozó faállományokat más és más való-

színű hibával, mégpedig a legjobb termőhelyi osztálytól lefelé haladva egyre növekvő hibával becsüljük.

A termőhelyi osztályokat nem abszolút egyenlő, hanem viszonylag egyenlő különbségekkel kell megalakítanunk!

b) A szórásmező vonulási irányára merőleges köríveket húzunk. A termőhelyi osztályok osztópontjait úgy állapítjuk meg, hogy a köríveknek a határgörbék közé eső szakaszát egyenlő ív-részekre osztjuk. A termőhelyi osztályok határgörbéit azután a megfelelő osztópontokon áthaladva húzzuk meg. (71; 13—14. old.)

*

A termőhelyi osztályok ilyen módon való megalakításának megvizsgálása céljából mindenekelőtt egy olyan szerkesztési eljárást kellett ki-eszelnem, amellyel a megkívánt köríveket a lehetőségig pontosan húzhattam meg, illetve az osztópontok helyét a kívánságnak megfelelően jelölhettem ki.

Nézzük a 7. rajzot.

Ezen a rajzon a GG -, illetve a $G'G'$ -görbe a szórásmező már ismert határgörbéinek kezdő darabjai.

Az alsó határgörbén — a GG -vel jelölt görbén — felvettem egy pontot: a . Ebben a pontban a GG -görbéhez érintőt húztam: $\acute{E}\acute{E}$. Az $\acute{E}\acute{E}$ -érintőre a -pontban merőlegest állítottam. Ez a merőleges a $G'G'$ -görbén kimetszette a b -pontot. A b -pontban a $G'G'$ -görbéhez érintőt húztam: $\acute{E}'\acute{E}'$. — Az $\acute{E}\acute{E}$ - és $\acute{E}'\acute{E}'$ -érintők metszéspontja: O -pont. Az O -pontból Oa -sugárral körívet húztam. Ez a körív kimetszette a $G'G'$ -görbén a c -pontot.

Az a - és c -pontot összekötő körív, amint látjuk, a határgörbékét úgy metszi, hogy a körívnek az a -pontban, illetve a c -pontban meghúzott érintője merőleges a határgörbéknek az a -pontban, illetve b -pontban húzott érintőjére.

Két termőhelyi osztály alakítását tervezve: az osztópont k -pont.

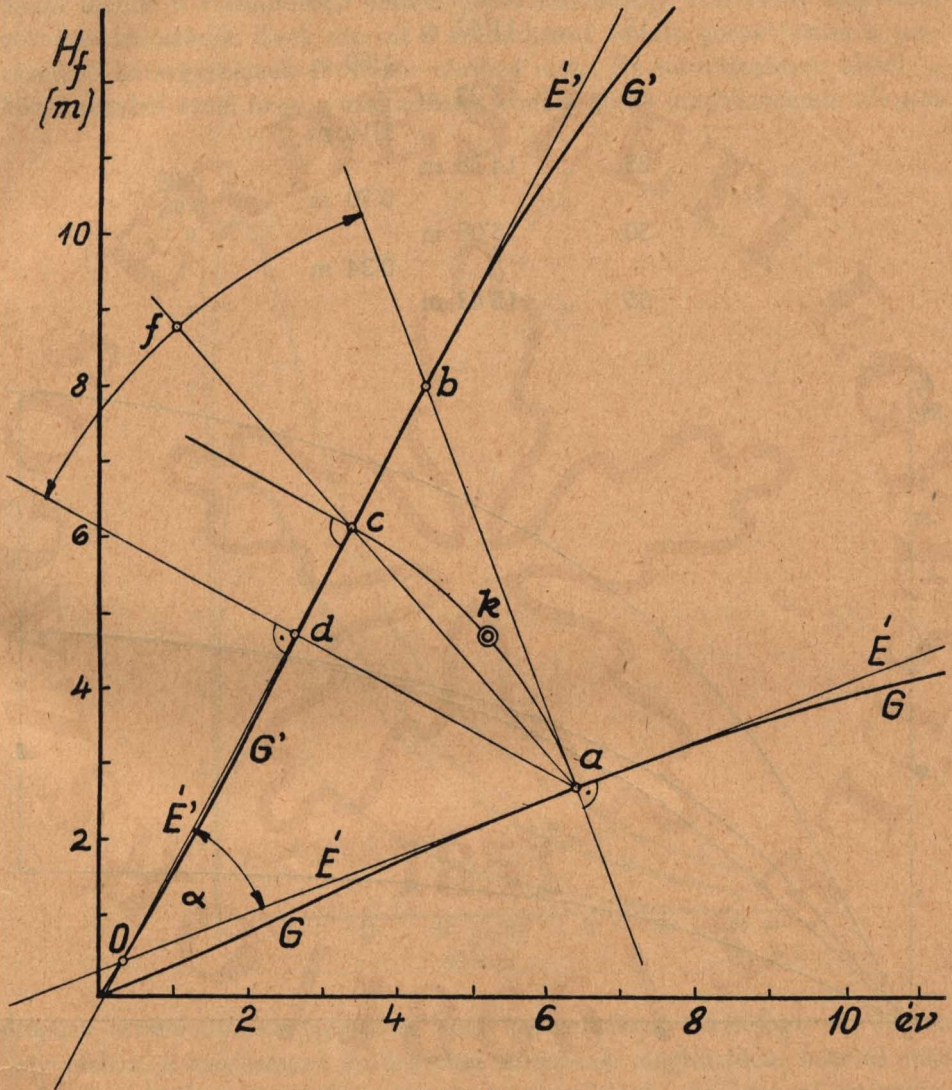
Az eddig leírt szerkesztés azonban a határgörbéknek csak egy bizonyos szakaszán vihető keresztül. Egy bizonyos szakaszon túl ugyanis a határgörbéken felvett, illetve kimetszett „ a “- , illetve „ b “-pontban húzható érintők metszéspontja — O -pont — már olyan távolságra esik, hogy az „ Oa “-sugár normális körzővel nem fogható be, s hogy általában véve a körívek megrajzolása már nehézkessé válik.

De ebben az esetben — két termőhelyi osztály alakítását tervezve — az osztópontok már a körív húrján is meghatározhatók, mert a körív már olyan lapos futást vesz fel, hogy a húrjával helyettesíthető.

A húr megszerkesztését szintén a 7. rajz alapján írom le.

Amikor a szerkesztéssel eljutottam addig, hogy az $\acute{E}'\acute{E}'$ -érintőt meghúztam, akkor erre az a -pontból merőlegest állítottam. (d -pont a talppont.)

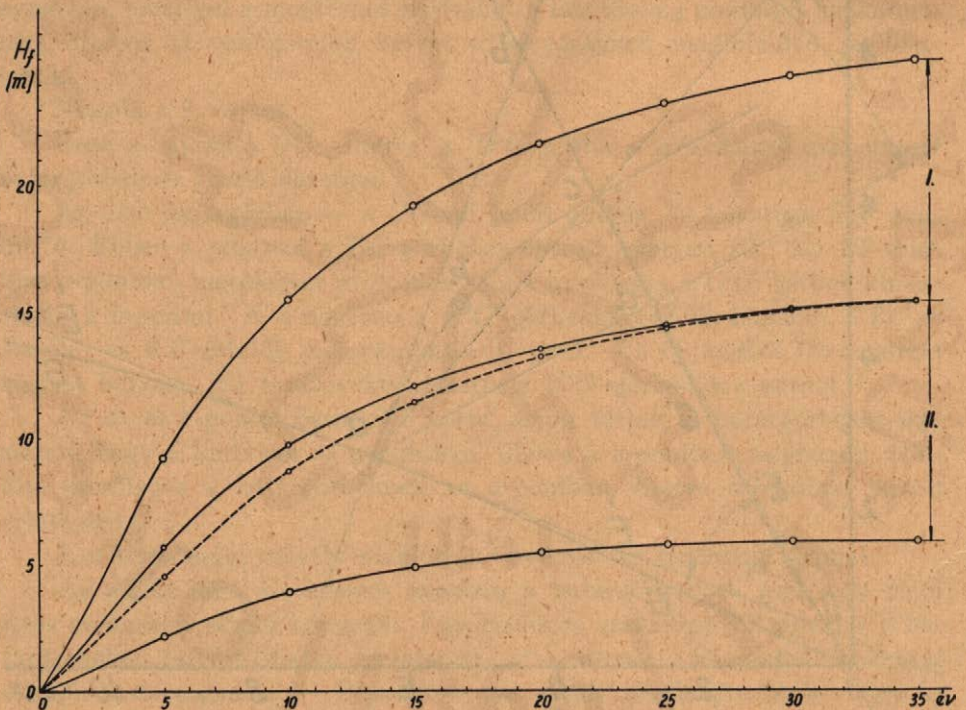
— Az $\acute{E}\acute{E}$ - és $\acute{E}'\acute{E}'$ -érintők által bezárt szög: α , természetesen egyenlő a dab -szöggel. Ennek szögfelezője: af viszont a körív húrja, amely két részre osztható.



7. rajz.

És ezzel egyszersem leírtam azt is, hogy a 8. rajzon látható szakadozott vonalú görbét miképpen szerkesztettem meg. Ez a görbe az alakított két termőhelyi osztály határgörbéjét ábrázolja. A rajta lévő köröknek megfelelő ordináta-értékek és ez utóbbiak különbségei (5—5 évi növedéke) a következő:

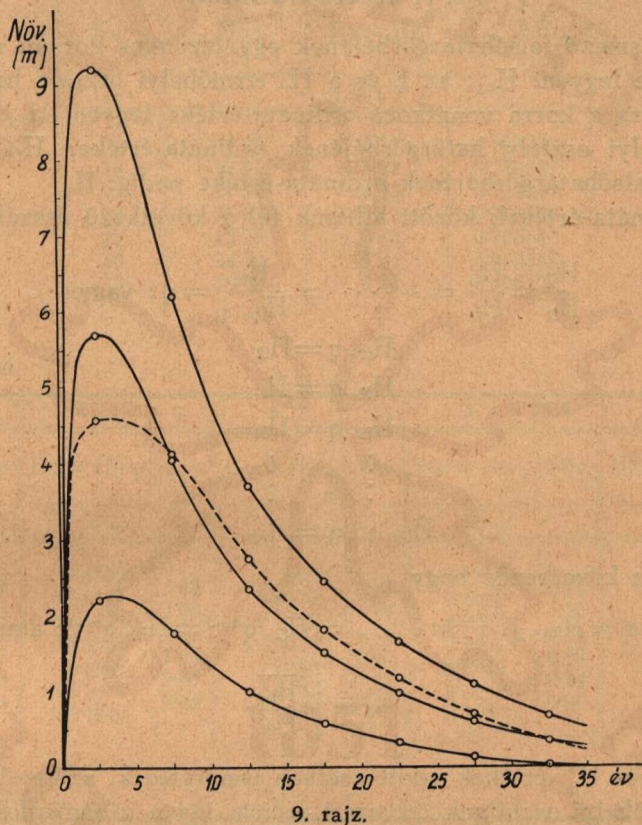
5. évben	4'56 m	4'12 m
10. „	8'68 m	2'74 m
15. „	11'42 m	1'80 m
20. „	13'22 m	1'16 m
25. „	14'38 m	0'70 m
30. „	15'08 m	0'34 m
35. „	15'42 m	



8. rajz.

A 8. rajzon látható szakadozott vonalú görbe futása a szórásmező határgörbéinek futásától eltér. Ez már abból is megállapítható, hogy a szakadozott vonalú görbe a kor előrehaladásával felemelkedik a szórásmező felező-görbéjéhez. (Teljes vonalú görbe.) — De méginkább kitűnik a szakadozott vonalú görbe eltérő futása, ha a különbségi számsorok görbéit hasonlítjuk össze.

A 9. rajzon a szórásmező határgörbéinek, felező-görbéjének és a szakadozott vonalú görbe különbségi számsorát képviselő görbék mutatnak. A szórásmező felező-görbéjének különbségi számsorát képviselő görbe, amint látjuk, a szakadozott vonalú görbe különbségi számsorát képviselő görbével metsződik. Ezek szerint a szakadozott vonalú görbe futása a szórásmező határgörbéinek futásától tényleg eltér. Ez természetesen abból a körülményből ered, hogy a szakadozott vonalú görbe meghúzásának alapját



képező osztópontokat egymással nem koncentrikus köríveken — illetve egymáshoz, a szórásmező határgörbéi futásának megfelelően, más és más szög alatt hajló egyeneseken: húrokon — állítjuk elő, viszont az osztópontokon keresztül húzott görbéről azután az életkornak megfelelően egymástól egyenlő távolságban lévő párhuzamos egyenesek (ordináták) szerint olvassuk le a keresett — jelen esetben felsőmagassági — értékeket.

Végül is megállapítható tehát, hogy a termőhelyi osztályoknak a köríves-módszer alkalmazásával való megalakítása esetén az egyes termőhelyi osztályokra a határgörbék futásától eltérő menetű görbéket vezetünk le,

mivel pedig ez indokolatlan, illetve helytelen, azért a termőhelyi osztályoknak ilyen úton való megalakítása nem ajánlatos.

Ebben a módszerben azonban határozottan kifejezésre jut az a törekvés, hogy a termőhelyi osztályokat arányos különbségekkel alakítsuk meg.

Az alábbiakban ezt a gondolatot kívánom a termőhelyi osztályok megalakítása terén teljes mértékben érvényre juttatni.

2. A kérdés eldöntése.

A szórásmező felsőhatárgörbéjének egy bizonyos korban meglévő ordináta-értéke legyen: H_{f1} ; az I. és a II. termőhelyi osztály határgörbéjének ugyanarra a korra vonatkozó ordináta-értéke legyen: H_{f2} ; a II. és a III. termőhelyi osztály határgörbéjének ordináta-értéke: $H_{f3} \dots \dots$; a szórásmező alsóhatárgörbéjének ordináta-értéke pedig: H_{fn} .

Az ordináta-értékek között állítsuk fel a következő összefüggést:

$$\frac{H_{f2}}{H_{f1}} = \frac{H_{f3}}{H_{f2}} = \dots \dots = \frac{H_{fn}}{H_{f(n-1)}} = q; \text{ vagyis}$$

$$H_{f1} \cdot q = H_{f2}$$

$$H_{f2} \cdot q = H_{f3}$$

$$H_{f3} \cdot q = H_{f4}$$

$$\vdots$$

$$H_{f(n-1)} \cdot q = H_{fn}$$

Ebből az következik, hogy

$$H_{fn} = H_{f(n-1)} \cdot q = H_{f(n-2)} \cdot q^2 = \dots \dots = H_{f2} \cdot q^{n-2} = H_{f1} \cdot q^{n-1}; \text{ amiből viszont:}$$

$$q = \sqrt[n-1]{\frac{H_{fn}}{H_{f1}}}$$

A H_{f1} - és H_{fn} -értékek adott esetben ismeretesek, az $(n-1)$ -nek megfelel a termőhelyi osztályok tervezett száma, így a q -hányados kiszámításának semmi akadályja sincs.

A 8. táblázat 2. és 3. rovata a szórásmező határgörbéinek már ismert számsorát mutatja, a 4. rovatában pedig — négy termőhelyi osztály alakítását tervezve — a kiszámított q -értékek láthatók.

A q -értékek ismerete után kiszámíthattam az egyes termőhelyi osztályok határgörbéinek számsorait. Ezeket a számsorokat, a határgörbék számsoraival együtt, a 9. táblázat foglalja magában. (Ebbe a táblázatba, célszerűségi okokból, két tizedes számjegynyi pontossággal bevezettem a számsorok különbségi sorait [5—5 évi növ.] is.)

A szórásmező határgörbéinek és az egyes termőhelyi osztályok határ-

görbének megfelelő számsorok ismerete után kiszámítottam az egyes termőhelyi osztályok felező-görbének számsorát, valamint a termőhelyi osztályok azonos korra vonatkozó határértékeinek fél-különbségét. — Ezeket az értékeket a 10. táblázat foglalja magában.

8. táblázat.

1.	2.	3.	4.
Kor	H_{fi}	$H_{fn} = H_{f5}$	$q = \sqrt[4]{\frac{H_{f5}}{H_{fi}}}$
év	m é t e r		
5	9'20	2'20	0'699292
10	15'51	3'95	0'710389
15	19'20	4'93	0'711847
20	21'63	5'49	0'709788
25	23'26	5'80	0'706650
30	24'34	5'94	0'702856
35	25'00	5'94	0'898171

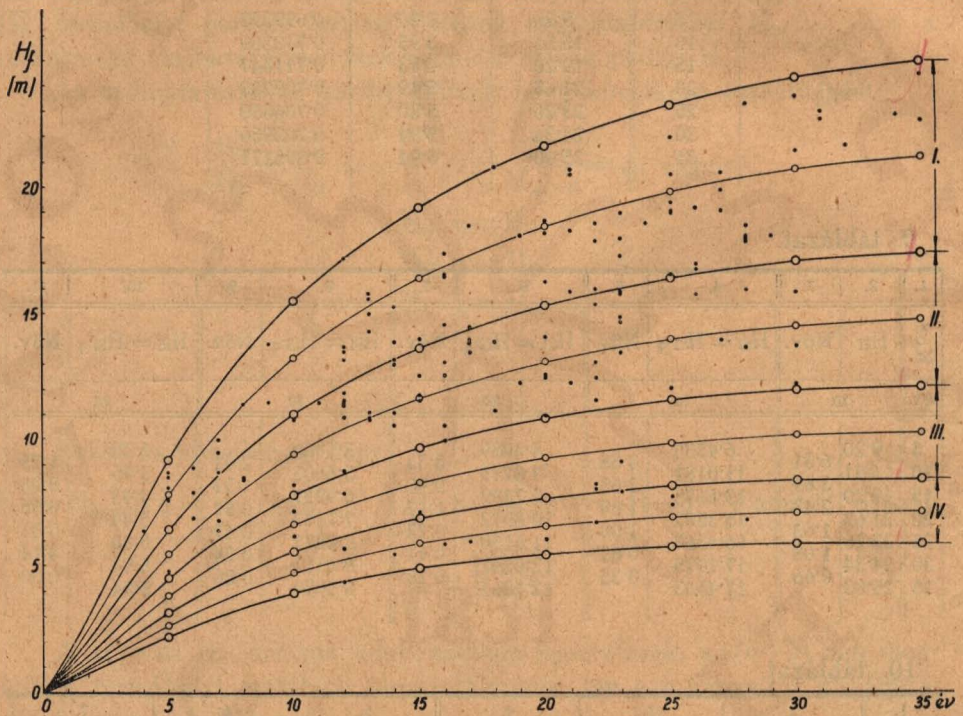
9. táblázat.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
Kor	H_{fi}	Növ.	$H_{f2} = H_{fi \cdot q}$	Növ.	$H_{f3} = H_{f2 \cdot q}$	Növ.	$H_{f4} = H_{f3 \cdot q}$	Növ.	$H_{f5} = H_{f4 \cdot q}$	Növ.
év	m		m		m		m		m	
5	9'20	6'31	6'4335	4'58	4'4989	3'33	3'1460	2'41	2'20	1'75
10	15'51	3'69	11'0181	2'65	7'8271	1'90	5'5603	1'37	3'95	0'98
15	19'20	2'43	13'6675	1'69	9'7292	1'17	6'9257	0'81	4'93	0'56
20	21'63	1'63	15'3527	1'08	10'8972	0'72	7'7347	0'47	5'49	0'31
25	23'26	1'08	16'4367	0'67	11'6150	0'41	8'2077	0'24	5'80	0'14
30	24'34	0'66	17'1075	0'35	12'0241	0'16	8'4512	0'06	5'94	0'00
35	25'00		17'4543		12'1861		8'5080		5'94	

10. táblázat.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Kor	$\frac{H_{fi} - H_{f2}}{2} = k_I$	$\frac{H_{fi} + H_{f2}}{2} = H_{fII}$	$\frac{k_I \times 100}{H_{fII}}$	$\frac{H_{f2} - H_{f3}}{2} = k_{II}$	$\frac{H_{f2} + H_{f3}}{2} = H_{fIII}$	$\frac{k_{II} \times 100}{H_{fIII}}$
év	m		%	m		%
5	1'38325	7'81675	17'70	0'96730	5'46620	17'70
10	2'24595	13'26405	16'93	1'59550	9'42260	16'93
15	2'76625	16'43375	16'83	1'96915	11'69835	16'83
20	3'13865	18'49135	16'97	2'22775	13'12495	16'97
25	3'41165	19'84835	17'19	2'41085	14'02585	17'19
30	3'61625	20'72375	17'45	2'54170	14'56580	17'45
35	3'77285	21'22715	17'77	2'63410	14'82020	17'77

1.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
Kor	$\frac{H_{I3}-H_{I4}}{2}=k_{III}$	$\frac{H_{I3}+H_{I4}}{2}=H_{III}$	$\frac{k_{III} \times 100}{H_{III}}$	$\frac{H_{I4}-H_{I5}}{2}=k_{IV}$	$\frac{H_{I4}+H_{I5}}{2}=H_{IV}$	$\frac{k_{IV} \times 100}{H_{IV}}$
év	m		%	m		%
5	0·67645	3·82245	17·70	0,47300	2·67300	17·70
10	1·13340	6·69370	16·93	0·80515	4·75515	16·93
15	1·40175	8·32745	16·83	0·99785	5·92785	16·83
20	1·58125	9·31595	16·97	1·12235	6·61235	16·97
25	1·70365	9·91135	17·19	1·20385	7·00385	17·19
30	1·78645	10·23765	17·45	1·25560	7·19560	17·45
35	1·83905	10·34705	17·77	1·28400	7·22400	17·77



10. rajz.

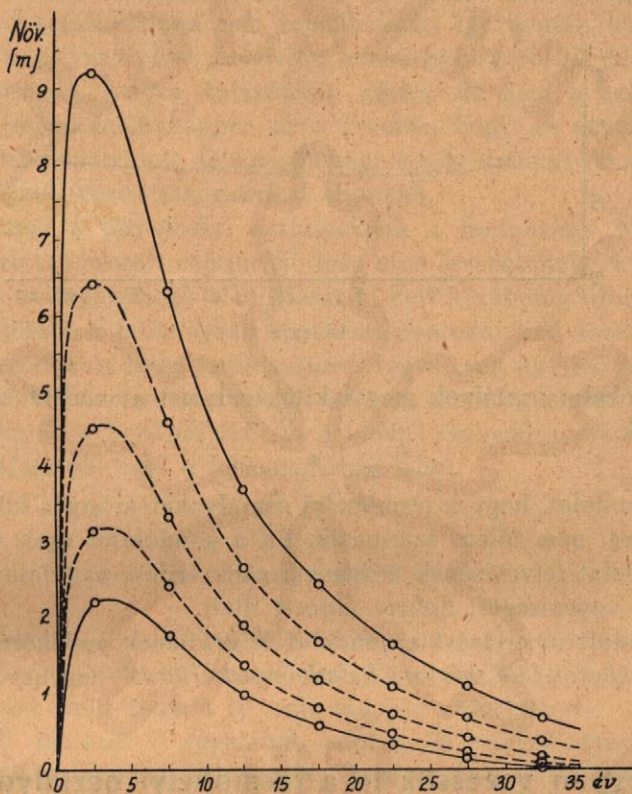
A 10. táblázat: 2., 5., 8. és 11. rovatában a fél-különbségek láthatók, — a 3., 6., 9. és 12. rovatában pedig a felező-görbék számsorai vannak kimutatva. — A táblázat 4., 7., 10. és 13. rovata az egyes fél-különbségeknek az azonos korra vonatkozó középértékekhez való %-os viszonyszámát tartalmazza.

Az így előállított számsorok alapján készítettem el a 10., a 11. és a 12. rajzot.

A 10. rajz a szórásmező határgörbéit, továbbá a megalakított négy ter-

mőhelyi osztály határgörbéit, valamint az egyes termőhelyi osztályok felező-görbéit mutatja. A görbéken látható körök a görbéknek megfelelő számsorok értékeit kívánják feltüntetni. A szórásmezőben lévő kis fekete pontok a minta-faállományok felsőmagasságát képviselik.

Az egyes minta-faállományok termőhelyi minőségét ennek a rajznak az alapján határoztam meg. (Lásd az 5. táblázat 7. rovatát.)



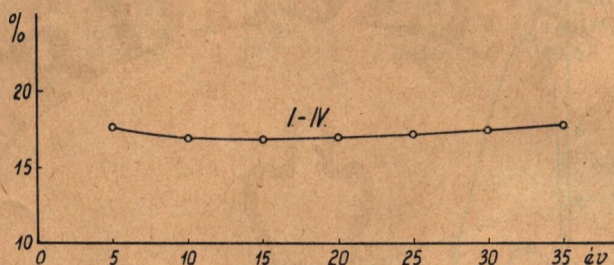
11. rajz.

A 11. rajz a szórásmező határgörbéinek és a megalakított négy termőhelyi osztály határgörbéinek különbségi sorait képviselő görbéket ábrázolja. (Ez utóbbiak szaggatott vonallal vannak jelölve.) — A görbéken lévő körök a különbségi sorok egyes értékeit jelzik.

A megalakított termőhelyi osztályok határgörbéinek különbségi sorai, amint látjuk, ugyanazt a futást mutatják, mint a szórásmező határgörbéinek különbségi sorai. Ez természetesen már abból adódik, hogy a termőhelyi osztályok számsorait a határgörbék számsoraiból vezettem le. (Az egyes termőhelyi osztályok felező-görbéinek különbségi sorait a rajzon a tisztább átnézet kedvéért nem tüntettem fel.)

A 12. rajz a 10. táblázat 4., 7., 10. és 13. rovatában kimutatott viszony-szám-sorokat ábrázolja. Ezeknek a viszonyszám-soroknak a tagjai — a görbén lévő kis körök — az egyes termőhelyi osztályokra vonatkozólag koronként egyenlők, illetve azonosak. A rajzon látható görbe ennél fogva mind a négy termőhelyi osztályra vonatkozik.

A termőhelyi osztályokat tehát ekképpen arányos különbségekkel alakítottam meg.



12. rajz.

A termőhelyi osztályok megalakításának ezt a módját tartom a leg-helyesebbnek.

*

Az a gondolat, hogy a termőhelyi osztályokat arányos különbségekkel alakítsuk meg, nem tőlem származik. Én a gondolatot csak megvalósítottam. A gondolat felvetésének érdeme hazánk erdész-nagyjainak egyik leg-kimagaslóbb egyéniségét: *Fekete Lajos*-t illeti.

Az előadott új eljárást a gondolat felvetőjének emlékére az Ő nevé-ről: „*Fekete Lajos-féle mértani haladványos eljárás*”-nak nevezem el.

IV. Hogyan vezessük le a termőhelyi osztályoknak a főállomány összesfatömegére vonatkozó közép-számsorait?

1. Előzetes megjegyzések.

A kérdéses művelet végrehajtásának a legközvetlenebbül kínálkozó útja az volna, hogy az életkor függvényeképpen felraknók egy összerendező-rendszerben a főállományok összesfatömegét, s az így keletkező szórás-mezőn keresztülvinnének a felsőmagasságon már megejtett eljárást. (A szak-irodalomban a legtöbbször — lényegileg! — ezzel az eljárással találkozunk.)

Ekképpen azonban nem jutnánk helyes eredményekre. A főállományok fatömeg szerinti egyöntetűségére ugyanis — amint erről már volt szó —

nem számíthatunk. Először is le kellene vezetnünk a főállományok összesfatömegéből az életkor szerint előálló szórásmező határgörbéit, illetve határgörbéinek számsorait. A szórásmező szélei felé azonban, amint tudjuk, csak igen kevés pont van. Sőt, ha a határgörbékét úgy akarnók meghúzni, hogy azokon kívül egyetlen pont se maradjon, akkor a határgörbékét legfeljebb csak egy-két ponton húzhatnók keresztül. Egy-két pont esetében pedig a főállományok fatömegszerinti viszonylagos különbözőségének kiegyenlítését semmiképpen sem remélhetnők. Így azután könnyen megtörténhetne, hogy vagy eleve helytelen futású határgörbékét állítanánk elő, vagy pedig esetleg helyes futásúakat ugyan, de nem a helyes magasságban, ami végeredményképpen arra vezetne, hogy az egyes termőhelyi osztályokra már levezetett felsőmagassági közép-számsoroknak meg nem felelő fatömegbeli közép-számsorokat kapnánk.

Eppen ezért a termőhelyi osztályoknak a főállomány összesfatömegére vonatkozó számsorait célszerűbb más úton levezetnünk. A levezetésnél a szórásmező határgörbéinek előállítását el kell kerülnünk, illetve *meg kell kerülnünk*. Először a fatömegbeli közép-számsorokat kell levezetnünk. Ezt a műveletet azonban a dolog természeténél fogva csak úgy hajthatjuk végre, hogy a főállományok összesfatömegét nem az életkor, hanem egy más tényező függvényeképp hordjuk fel. Ez a „más” tényező persze a leghelyesebben megválasztva: csak a felsőmagasság lehet.

2. A kérdés eldöntése.

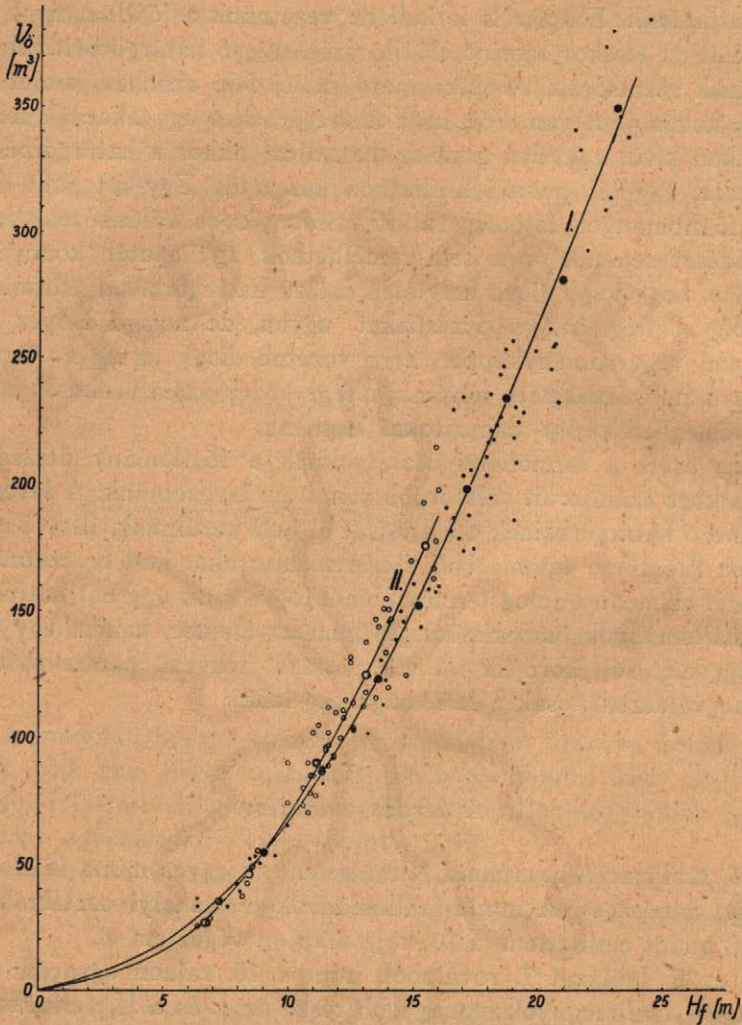
Az 5. táblázat 7. rovatában feltüntettem az egyes minta-faállományok termőhelyi minőségét. A minta-faállományok termőhelyi osztályokba való sorozását, amint említettem, a 10. rajz alapján végeztem el.

Úgy az 5. táblázat 7. rovatából, mint a 10. rajzon egyaránt látható, hogy a minta-faállományok legnagyobb része az I. és a II. termőhelyi osztályba tartozik. Ez a körülmény arra indított, hogy elsősorban az I. és a II. termőhelyi osztályba tartozó állományokkal dolgozzam.

Felraktam az I. és a II. termőhelyi osztályba tartozó minta-faállományok (főállományok) összesfatömegét a felsőmagasságuk függvényeképp.

A 13. rajzon a kis fekete pontok az I. termőhelyi osztályba, a kis üres körök pedig a II. termőhelyi osztályba tartozó állományokat jelzik. (A 3. sz. minta-állományt a felhordásból a feltűnően kis fatömege miatt kihagytam.) Azután úgy az I., mint a II. termőhelyi osztály állományjaiból külön-külön csoportokat képeztem. (Lásd a 34. oldalon.)

Kiszámítottam az egyes csoportok súlypontját, ezeket beraktam a felhordott pontok közé (nagy fekete pontok, illetve nagy üres körök), s a súlypontok alapján megrajzoltam a kiegyenlítő görbékét.



13. rajz.

Az alakított csoportok:

I. th. osztály.

1. cs.: 6'4 m-től 8'1 m-ig;
2. cs.: 8'5 m-től 10'0 m-ig;
3. cs.: 11'2 m-től 11'5 m-ig;
4. cs.: 13'2 m-től 14'0 m-ig;
5. cs.: 14'3 m-től 16'0 m-ig;
6. cs.: 16'3 m-től 18'0 m-ig;
7. cs.: 18'1 m-től 19'9 m-ig;
8. cs.: 20'5 m-től 22'0 m-ig;
9. cs.: 22'7 m-től 24'5 m-ig.

II. th. osztály.

1. cs.: 6'4 m-től 6'9 m-ig;
2. cs.: 8'2 m-től 8'8 m-ig;
3. cs.: 10'0 m-től 11'9 m-ig;
4. cs.: 12'1 m-től 14'0 m-ig;
5. cs.: 14'1 m-től 17'0 m-ig.

A kiegyenlítő görbék számsorait és különbségi sorait idefogalom.

		I. th. o.	II. th. o.
5 m	felsőmagasságnál		15'59 m ³
6 m	"		21'67 m ³ 6'08 m ³
7 m	"	34'00 m ³	30'57 m ³ 8'90 m ³
8 m	"	43'20 m ³	41'37 m ³ 10'80 m ³
9 m	"	53'95 m ³	54'07 m ³ 12'70 m ³
10 m	"	66'25 m ³	68'60 m ³ 14'53 m ³
11 m	"	80'05 m ³	85'00 m ³ 16'40 m ³
12 m	"	95'37 m ³	103'20 m ³ 18'20 m ³
13 m	"	112'19 m ³	122'80 m ³ 19'60 m ³
14 m	"	130'49 m ³	143'50 m ³ 20'70 m ³
15 m	"	150'29 m ³	165'00 m ³ 21'50 m ³
16 m	"	171'35 m ³	187'30 m ³ 22'30 m ³
17 m	"	193'19 m ³	21'84 m ³
18 m	"	215'59 m ³	22'40 m ³
19 m	"	238'55 m ³	22'96 m ³
20 m	"	262'05 m ³	23'50 m ³
21 m	"	286'09 m ³	24'04 m ³
22 m	"	310'65 m ³	24'56 m ³
23 m	"	335'75 m ³	25'10 m ³

A kiegyenlítő görbék számsorainak, illetve különbségi sorainak ismeretével előállítottam az I. és a II. termőhelyi osztályra a felsőmagasság már ismert közép-számsorainak megfelelő fatömegbeli közép-számsorokat. A felsőmagassági számsorok egyes tagjainak megfelelő fatömegértékeket leolvashattam volna a fatömeg-görbékről (13. rajz) is; a számszerű eljárással azonban a fatömegre pontosabb értékeket állíthattam elő a közvetlen leolvasással nyerhető értékeknél. A pontosságra pedig súlyt akartam fektetni. Nézzük a 11. táblázatot.

11. táblázat.

1.	2.	3.	4.	5.	6.
Kor	H_{II}	1 m H_{II} -különbségre eső fatömeg	$V_{\delta I}$	H_{III}	1 m H_{III} -különbségre eső fatömeg
év	m	m^3	m^3	m	m^3
5	7·81675	9·20	41·514	5·46620	6·08
10	13·26405	18·30	117·022	9·42260	14·53
15	16·43375	21·84	180·823	11·69835	18·20
20	18·49135	22·96	226·871	13·12495	20·70
25	19·84835	23·50	258·147	14·02585	21·50
30	20·72375	24·04	279·449	14·56580	21·50
35	21·22715	24·56	291·669	14·82020	21·50

1.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Kor	$V_{\delta II}$	$q = \frac{V_{\delta II}}{V_{\delta I}}$	H_{III}	$V_{\delta II} \cdot q = V_{\delta III}$	H_{IV}	$V_{\delta III} \cdot q = V_{\delta IV}$
év	m^3	m^3	m	m^3	m	m^3
5	18·424	0·4438	3·82245	8·177	2·67300	3·629
10	60·210	0·5145	6·69370	30·978	4·75515	15·938
15	97·710	0·5404	8·32745	52·802	5·92785	28·534
20	125·386	0·5527	9·31595	69·301	6·61235	38·303
25	144·056	0·5580	9·91135	80·383	7·00385	44·854
30	155·667	0·5570	10·23765	86·707	7·19560	48·296
35	161·134	0·5525	10·34705	89·027	7·22400	49·187

Ennek a táblázatnak a 2. rovatába az I. termőhelyi osztály felsőmagassági közép-számsorát írtam be. (Átvéve a 10. táblázat 3. rovatából. — Az egyes értékeknél a harmadik, illetve az azon túlmenő tizedes számjegyeket az összehasonlításoknál esetleg fellépő zavarok elkerülése végett megtartottam.) A 3. rovatába bevezettem először a 7 m és 8 m felsőmagasságnak megfelelő fatömeg-értékek különbségét: 9·20 m^3 -t; majd a 13 m és 14 m felsőmagasságnak megfelelő fatömeg-értékek különbségét: 18·30 m^3 -t; és így tovább.

A táblázat 4. rovatában az 5 éves korra kimutatott $V_{\delta I}$ -értéket így számítottam ki:

$$1 : 9'20 = 0'81675 : x$$

$$x = 0'81675 \cdot 9'20 = 7'5141 \text{ m}^3$$

7'00000 m felsőmagasságnak megfelel: 34'0000 m³ fatömeg

0'81675 m " " 7'5141 m³ "

7'81675 m felsőmagasságnak megfelel: 41'5141 m³ fatömeg; három tizedes számjegynyi pontossággal: 41'514 m³. — Ugyanígy számítottam ki a többi fatömeg-értéket is.

Azután mindezt végrehajtottam a II. termőhelyi osztályra vonatkozóan is. (11. táblázat 5., 6. és 7. rovata.)

A fatömeg-értékeket tehát az egyenesnek megfelelő közbesítéssel állítottam elő. Ez — habár elméletileg kétségtelenül kifogásolható — megengedhető volt, mert a 13. rajzon látható görbék futása két egymásra következő magassági érték között gyakorlatilag egyenesnek tekinthető. Sőt, így pontosabban jártam el, mintha a fatömegértékeket közvetlenül a görbékről olvastam volna le.

A 11. táblázat 7. rovatában kimutatott fatömegértékeket koronként elosztottam a táblázat 4. rovatában az illető korra kimutatott fatömeg-értékkel. ($\frac{V_{\delta II}}{V_{\delta I}} = q$). A nyert viszonzyszámokat (hányadosokat) bevezettem a 8. rovatba.

Ezek a hányadosok a dolog természeténél fogva egy-egy mértani haladvány quociensei.

A hányadosokkal (quociensekkel) kiszoroztam a III. és a IV. termőhelyi osztály fatömegbeli közép-számsorának egyes érték-tagjait. A kapott értékeket a táblázat 10. és 12. rovatába írtam. (A táblázat 9. és 11. rovatába célszerűségi okokból bevezettem a III., illetve IV. termőhelyi osztály már ismert felsőmagassági közép-számsorát. [Átvéve a 10. táblázat 9., illetve 12. rovatából.]])

Így tehát előállítottam mind a négy termőhelyi osztálynak a főállomány összesfatömegére vonatkozó közép-számsorát. Kérdés volt azonban természetesen, hogy a III. és a IV. termőhelyi osztálynak így előállított fatömegbeli közép-számsora hogyan illik bele a III., illetve a IV. termőhelyi osztályba tartozó állományok fatömeg-adataiba?

A kérdés megvizsgálása céljából mindenekelőtt kiírtam az 5. táblázatból a III. termőhelyi osztályba tartozó minta-faállományok felsőmagasságának, összesfatömegének és záródásának adatait. Ezeket az adatokat a könnyebb áttekinthetőség végett egy kis táblázatba zárva idefoglalom. (12. táblázat 1—4. rovata.)

Felraktam a III. termőhelyi osztályba tartozó faállományok (főállományok) fatömegét a felsőmagasságuk függvényeképp, majd az így nyert pontmezőbe beraktam — természetesen szintén a felsőmagassági értékek

alapján — a fatömegre levezetett közép-számsor érték-tagjait. A kapott képet a 14. rajzon mutatom be.

A 14. rajzon lévő kis fekete pontok a minta-faállományok fatömegét jelölik, a kis üres körök pedig a levezetett közép-számsor egyes értékeit mutatják. Az utóbbiakon átvonuló görbe a közép-számsort képviseli.

12. táblázat.

1.	2.	3.	4.	5.
Sorszám	H _f	V ₀	Záródás	Átlagos záródás
	m	m ³		
21	6.2	27	0.72	0.73
22	7.2	34	0.88	
30	7.9	43	0.71	
57	7.2	40	0.79	
64	10.0	74	0.82	
65	10.0	90	0.88	
99	8.1	29	0.47	
100	8.3	53	0.59	
109	9.2	67	—	

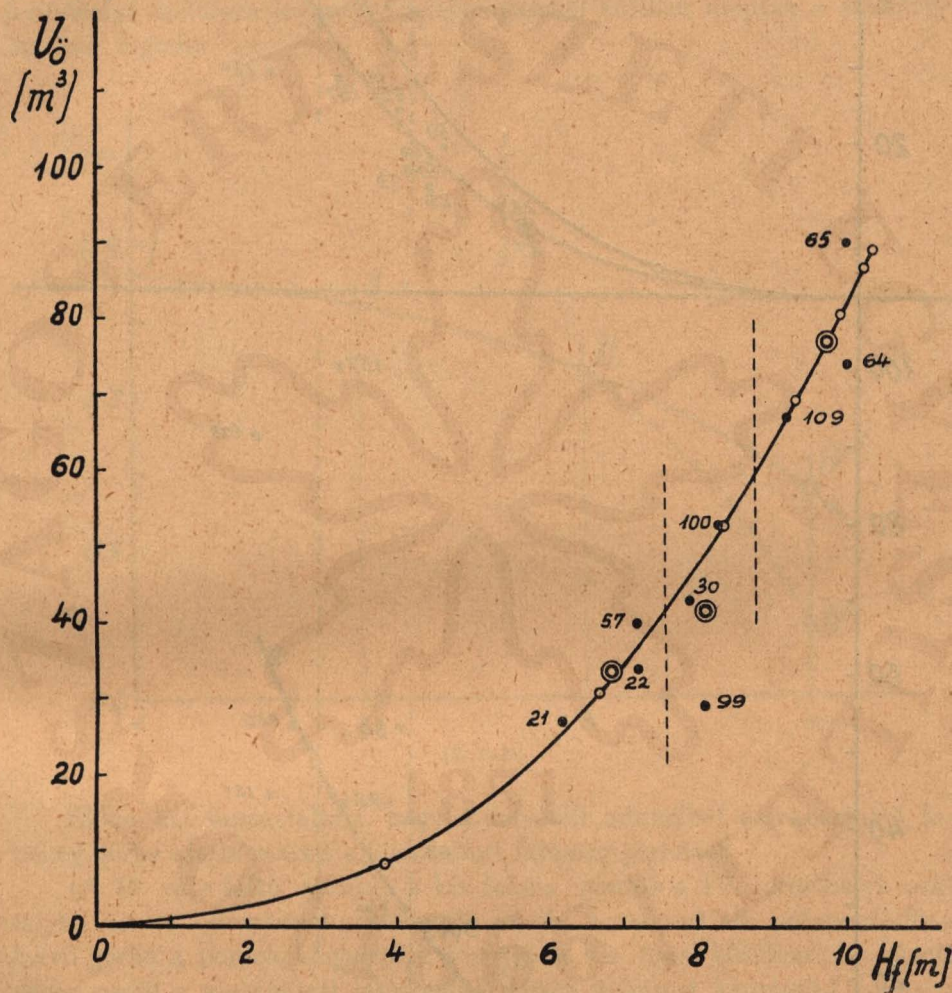
13. táblázat.

1.	2.	3.	4.	5.	6.
Sorszám	H _f	V ₀	Záródás	Átlagos záródás	Teljes sűrűségre átszámított
	m	m ³			V ₀ m ³
27	4.4	8	0.32	0.39	14
28	4.4	9	0.50		10
29	5.7	14	0.53		15
50	5.5	19	0.41		26
63	5.9	16	0.25		36
73	6.0	16	0.31		29
85	6.1	24	0.26		53
98	6.8	44	0.59		43
108	8.0	56	0.35		91
120	7.5	53	0.57		53
121	7.8	29	0.38		44
137	6.9	28	0.16		100

A közép-számsort képviselő görbe, amint látjuk, nagyon jól beleillik a pontmezőbe. A görbétől csupán a 99. sz. állományt jelölő pont esik a többihez képest távolra. Ennek következtében azután a pontcsoport súlypontja is elüt némileg a görbétől.

A 99. sz. állománynak a felsőmagasságához képest kicsi a fatömege. A III. termőhelyi osztályba tartozó minta-faállományok átlagos záródása: 0.73. (12. táblázat 5. rovata.) A 99. sz. állomány záródása csak: 0.47.

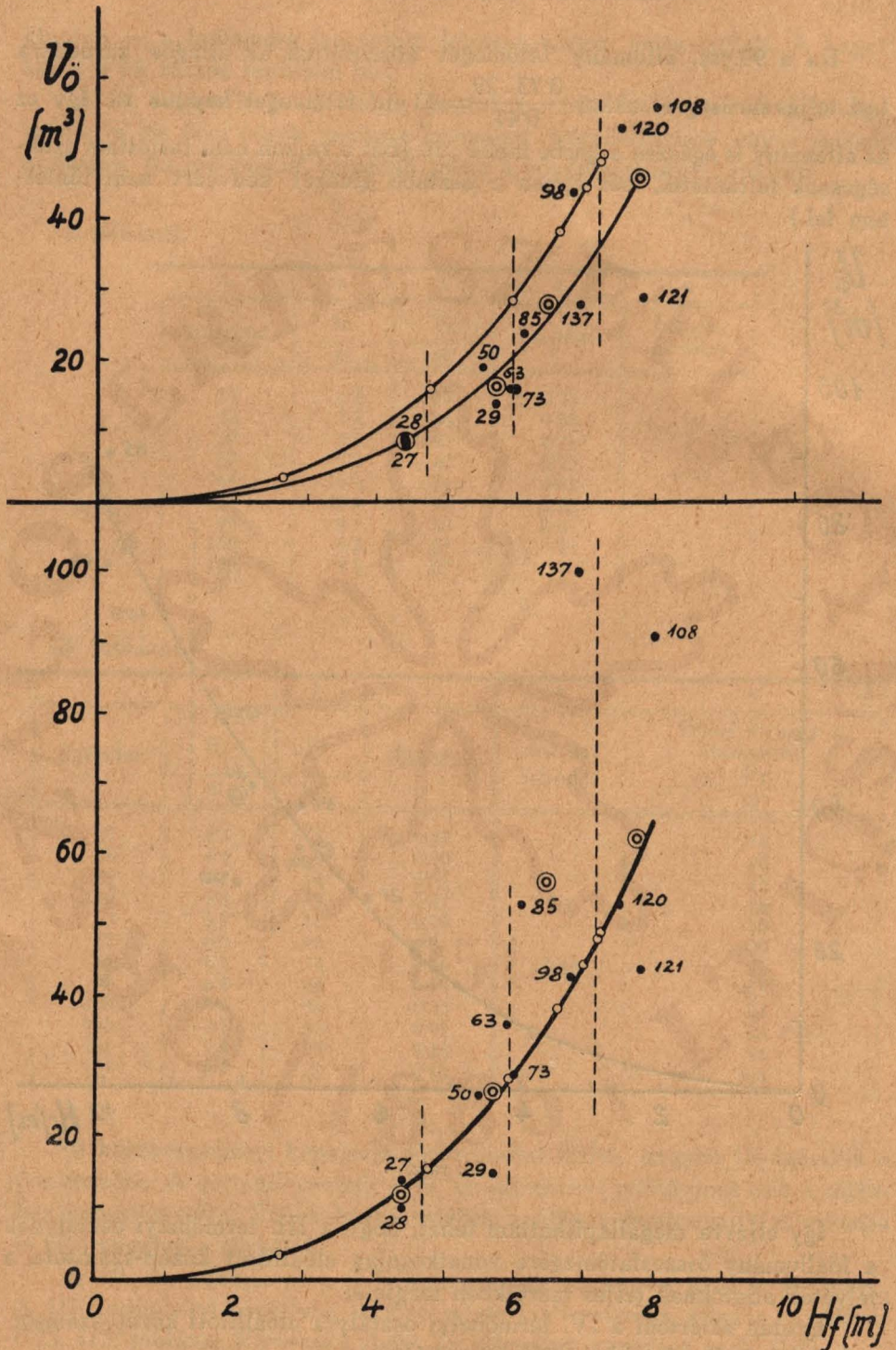
Ha a 99. sz. állomány fatömegét átszámítjuk az átlagos záródásra (átl. teljes sűrűségre), akkor $\frac{0.73 \cdot 29}{0.47} = 43 \text{ m}^3$ fatömeget kapunk rá. Így ez az állomány is egészen a görbe mellé jut. (Ezt a rajzon nem tartottam szükségesnek feltüntetni, sőt éppen a tisztább átnézet kedvéért nem tüntetem fel.)



14. rajz.

Így eljárva megállapíthattam tehát, hogy a III. termőhelyi osztálynak a főállomány összesfatömegére vonatkozólag előállított közép-számsora a felvételi adatoknak teljes mértékben megfelel.

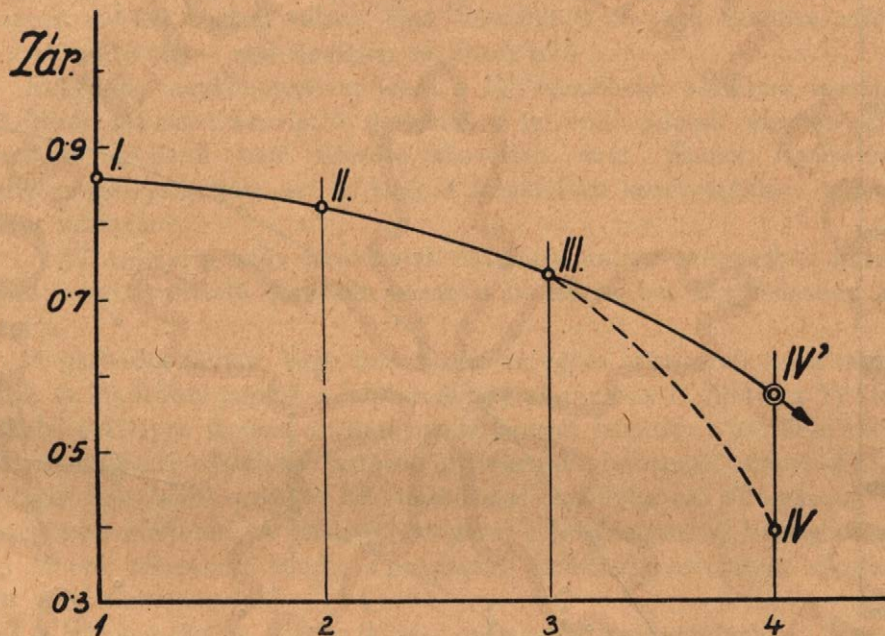
Ezután áttértem a IV. termőhelyi osztályra előállított közép-számsornak a felvételi adatokkal való összevetésére.



15. rajz.

A IV. termőhelyi osztályba tartozó minta-faállományokat, illetve azok felsőmagasságát, fatömegét és záródását a 13. táblázat 1—4. rovata mutatja. (Átvéve az 5. táblázat 1., 3., 4. és 5. rovatából a 7. rovat tekintetbe vételével.)

Felraktam a IV. termőhelyi osztályba sorolt állományok (főállományok) fatömegét a felsőmagasságuk függvényeképp, majd felhordtam a IV. termőhelyi osztályra levezetett felsőmagassági értékek alapján a fatömeg-számsor tagjait.



16. rajz.

Ekkor azt tapasztaltam, hogy a felvételi adatokból szerkeszthető fatömeg-görbe alatta marad a kiszámított fatömeg-görbének.

(A 15. rajz felső ábráján a kis fekete pontok a IV. termőhelyi osztályba sorolt állományok fatömegét jelzik, a csoportjaik súlypontjaiban fekvő görbe a pontok kiegyenlítő görbéje, a kis üres körökön át húzott görbe pedig a kiszámított fatömegbeli közép-számsort képviseli.)

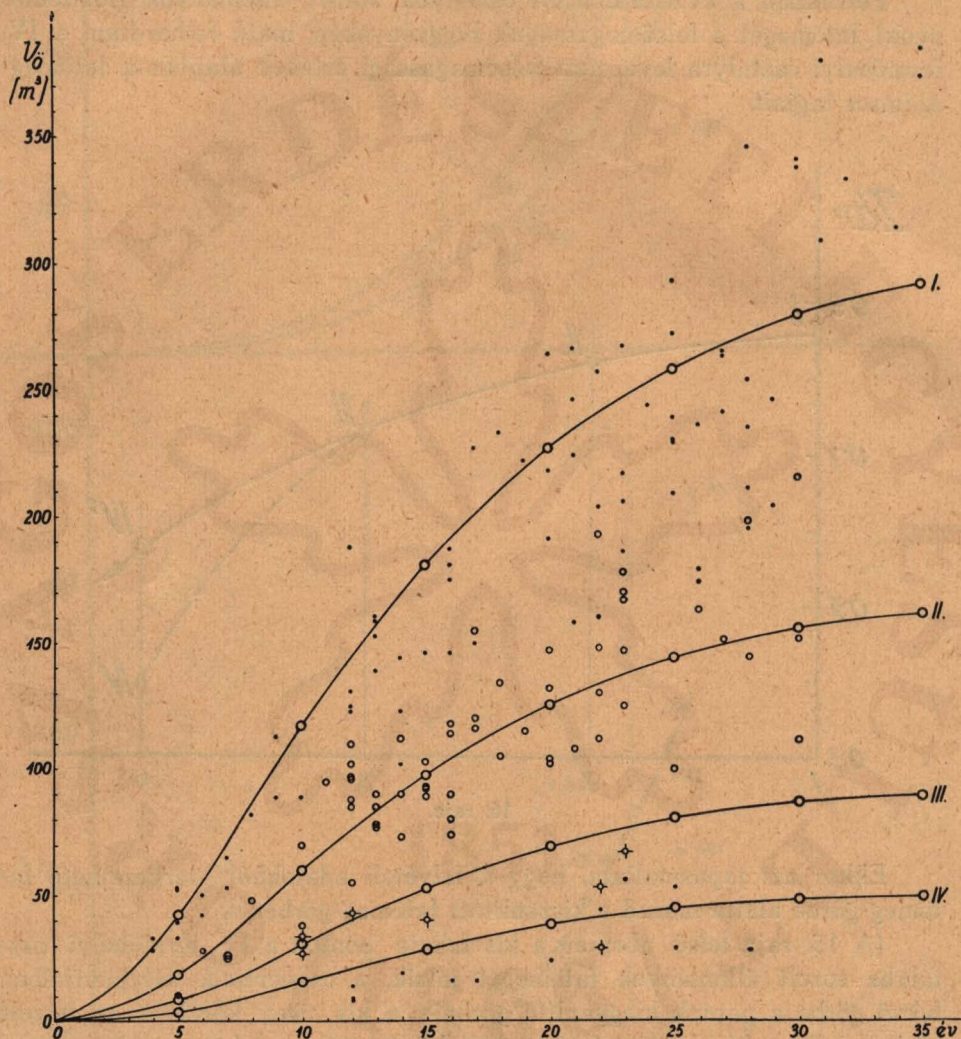
Meg kellett állapítanom, hogy ennek a körülménynek mi az oka?

Kiszámítottam az egyes termőhelyi osztályokra vonatkozóan az állományok átlagos záródását. Ezek a következők:

	I. th. o.	II. th. o.	III. th. o.	IV. th. o.
Átl. zár.:	0'86	0'82	0'73	0'39

A nyert értékeket felhordtam egy összrendező-rendszerbe. (Abszciszsa: egységnyi távolságok; ordináta: átl. záródás.) Az így előálló képet a 16. rajzon mutatom be.

A IV. termőhelyi osztály átlagos záródása — a rajzon: IV. — amint



17. rajz.

látjuk, az első három termőhelyi osztály átlagos záródásához képest kicsi. Mivel pedig a záródás a fatömeggel összefüggésben van, azért a kisebb záródás általában véve kisebb fatömeget is jelent. A IV. termőhelyi osztályba tartozó állományok összességének a sűrűsége nem teljes. Teljes sűrűség esetében az átlagos záródásuk 0'57 lenne. (A rajzon: IV'.)

A IV. termőhelyi osztály állományainak a 0'57 záródásra (átlagos teljes sűrűségre) átszámított fatömegét a 13. táblázat 6. rovata tartalmazza.

Felraktam az állományok felsőmagasságának függvényeképp az átl. teljes sűrűségre átszámított fatömegét. Az így nyert pontmezőbe a kiszámított fatömeg-görbe teljesen beleillett. Ezt a képet mutatja a 15. rajzon látható alsó ábra. A 3. pontcsoport súlypontja természetesen azért üt el a görbétől, mert a pontcsoport tagjai a görbe egyik oldalán helyezkednek el. Azonkívül a 137. sz. állomány mért záródása: 0'16, a mért fatömegéhez: 28 m^3 -hez szélsőséges viszonyban áll. (Valószínű, hogy az állomány záródásának mérése közben valami hiba követtetett el, ami azonban utólag — évek multával — már nemigen deríthető fel.)

Ekképpen megállapítottam tehát a IV. termőhelyi osztályra kiszámított közép-számsort képviselő görbének a felvételi adatok alapján szerkeszthető görbétől való eltérése közvetlen okát. Ennek ismeretével pedig megállapíthattam azt is, hogy a kiszámított közép-számsor teljesen helyes eredmény.

A 17. rajzon a négy termőhelyi osztályra kapott fatömegbeli közép-számsorokat képviselő görbéket mutatom be az életkor függvényeképp ábrázolva.

A görbéken látható nagy üres körök az egyes számsorok érték-tagjait jelzik. A kis fekete pontok a felsőmagasság alapján az I., illetve a IV. termőhelyi osztályba tartozó állományok fatömegét jelentik; a kis üres körök a II. termőhelyi osztályba tartozó állományok fatömegét képviselik; a csillagos üres körök pedig a III. termőhelyi osztályba eső állományok fatömegét szemléltetik. (A felsőmagasságával a felsőmagassági határgörbékre eső néhány állományt mindig a magasabb termőhelyi osztályra alkalmazott jellel tüntettem fel.)

A fatömeg-görbék, illetve (közép)-számsorok levezetésének ezt a módját tartom helyesnek, amely különösen olyan esetekben van hivatva jó szolgálatot tenni, amikor az egyik, vagy a másik termőhelyi osztályban csak kevés állomány van, s amikor éppen ezért a felvételi adatokból közvetlenül levezethető görbék, illetve számsorok megbízhatóságához egyébként kétség férhetne.

V. Hány termőhelyi osztályt alakítsunk?

1. Előzetes megjegyzések.

Értekezésemben a feltett kérdésről eddig egyáltalában nem volt szó. Az I. 1. alatt csupán azt a közismert tényt foglaltam írásba, hogy a „természetadta” szélső határok ahhoz tágak, hogy közöttük a faállományok növekvési törvényeit minden további nélkül levezethetnők, s hogy éppen ezért a szórásmezőt szűkebb mezőkre kell felbontanunk, vagyis hogy ter-

mőhelyi osztályokat kell alakítanunk. Azután a *Cotta—Baur-féle* eljárás vizsgálatánál négy termőhelyi osztályt alakítottam; a köríves-eljárás vizsgálatánál két osztály alakításával számoltam; végül a *Fekete Lajos-féle* mértani haladványos eljárást ismét négy termőhelyi osztály alakításával dolgoztam ki; mégpedig a termőhelyi osztályok számának minden esetben *a priori* történt megállapításával. S ez nyilván megengedhető is volt, mert hiszen nem egy fatermési tábla megszerkesztéséről volt szó, hanem a termőhelyi osztályok megalakítására szolgáló eljárások vizsgálatáról, illetve kidolgozásáról, amikor a termőhelyi osztályok számát inkább csak vizsgálat-technikai szempontból kellett figyelembe vennem.

Másképp áll azonban a helyzet akkor, hogyha egy fatermési tábla megszerkesztése a feladatunk. Ebben az esetben már nemcsak a termőhelyi osztályok megalakításának módja, hanem a termőhelyi osztályok számának megállapítása is igen lényeges kérdés.

A termőhelyi osztályok számának megállapítását illetően a szakirodalomban ma két nézet uralkodik. Az egyik nézet szerint a termőhelyi osztályok számának adott esetben való megállapítása a szakember helyes érzékének dolga. Ekképpen tehát adott esetben annyi termőhelyi osztályt kellene alakítanunk, ahányat a körülményekhez képest sem soknak, sem kevésnek nem tartanánk. A másik nézet szerint viszont a termőhelyi osztályokat úgy kell megalakítanunk, hogy az egyes termőhelyi osztályok fatömegbeli közép-számsorai egy bizonyos korban egy *a priori* meghatározott és könnyen megjegyezhető értéket vegyenek fel. Pl. a 100 éves korban: . . . 600, 500, 400 . . . m³-t, ami azt jelenti, hogy a termőhelyi osztályok 100 éves korra vonatkozó átlagnövedéke: . . . 6, 5, 4 . . . m³-t tesz ki. A termőhelyi osztályok így történő megalakításával azután egyszersmind a termőhelyi osztályok száma is megállapítást nyer. (De természetesen nem minden maradék nélkül.)

A termőhelyi osztályok számának megállapítását illetően — amint látjuk — az elsőnek említett nézet számszerűen kifejezett konkrétumot nem ad. Így ez a nézet „kézzelfogható” bírálat tárgyává nem is tehető. Csupán az a kérdés vethető fel, hogy adott esetben hány termőhelyi osztály: sok, és hány: kevés? — Erre a kérdésre azonban a nézetből kifolyólag feletetet persze nem kaphatunk, mert a nézet a termőhelyi osztályok számának megállapítását a fatermési táblák szerkesztőjének érzékére hárítja.

És nézzük most a másik nézetet.

Ez a nézet mindenesetre tetszetős eredményeket biztosít. Ha az egyes termőhelyi osztályok fatömegbeli közép-számsorát a nézetnek megfelelően állítjuk elő, akkor valamely termőhelyi osztályról szólva, mindjárt bizonyos konkrétum juthat az eszünkbe. Sőt, ha az egyes termőhelyi osztályokat úgy számozzuk meg, hogy pl. annak a termőhelyi osztálynak, amelynek a 100 éves korra vonatkozó átlagnövedéke 6 m³: a VI. számot

adjuk, — amelyiké $5 m^3$, azt V-tel jelöljük (stb.), akkor a termőhelyi osztályok értelmezése terén méginkább kiküszöbölhetjük a termőhelyi minőség egyéni felfogásából származó esetleges bizonytalanságokat. (*K. Philipp: 214.*)

Csakhogy a termőhelyi osztályok ilyen megalakítása, illetve a termőhelyi osztályok számának így történő megállapítása, elméletileg is és gyakorlatilag is olyan káros következményekre vezet, amelyekkel a nézet megvalósítását jelentő eredmények tetszetősége semmiképpen sem tart egyensúlyt.

A nézet a termőhelyi osztályok megalakítását illetően lényegileg a *Cotta—Baur*-féle eljárás alapelveire támaszkodik. A *Cotta—Baur*-féle eljárással pedig, amint már tudjuk, a termőhelyi osztályokat aránytalan különbségekkel alakítjuk meg, ami indokolatlan, illetve helytelen. A termőhelyi osztályok számának megállapítása tehát a *Cotta—Baur*-féle eljárással nem hozható helyesen okozati viszonyba.

A termőhelyi osztályok számának megállapításával kapcsolatban nem szabad megfeledkeztünk arról a körülményről, hogy a termőhelyi-osztályalakítás nem öncél. A termőhelyi-osztályalakítás, amint már ismételten említettem, azért szükséges, mert a „természetadta“ szélső határok tágak. A faállományok levezetendő növekvési törvényeit — akár elméleti, akár gyakorlati célokkal kapcsolatban, de lényegileg alkalmazni akarjuk. Az alkalmazásukhoz pedig bizonyos pontossági kívánalmakat kell fűznünk. (És valójában ezt is tesszük, csak ez a tény eddig kevéssé került éles megvilágításba.)

A termőhelyi osztályok megalakításának és számának kérdését csak ebből a tényből kiindulva oldhatjuk meg helyesen.

Azt, hogy a termőhelyi osztályokat hogyan alakíthatjuk meg arányosan, már előadtam. (Lásd: III. 2. alatt.) Ennek következtében most már csak arról kell szólnom, hogy a termőhelyi osztályokat hány %-os különbséggel alakítsuk meg, s hogy a %-os különbséget melyik tényezőre vonatkoztatassuk?

Először az alapul szolgáló tényezőről szölok.

A termőhely termelő erejének összterméke a fatömeg. A fatermési tábláknak is az a legfőbb céljuk, hogy a fatömegről nyujtsanak felvilágosítást. A kérdéses %-os különbséget tehát a leghelyesebb a fatömegekre vonatkoztatnunk. S ezt illetően szóba jöhet az összes fatermés, a mindenkori teljes faállomány összesfatömege és a mindenkori főállomány összesfatömege. A háromféle fatömeg közül én a *főállomány összesfatömege* mellett foglalom állást. Az összes fatermésnek ugyanis bizonyos fiktív jellege van; az a természetben sohasem áll lábon. A háromféle fatömeg közül a természetben egy időpontban csak a mindenkori teljes faállomány összesfatömege, illetve a gyérités után csak a mindenkori főállomány összesfa-

tömege van meg. Mivel pedig a növekedés állandó alanyának a főállományt tekintjük, azért a kérdéses %-os különbséget a leghelyesebb a főállomány összesfatömegére vonatkoztatnunk.

Megjegyzem azonban, hogy ennek a kérdésnek, — hogy t. i. a kérdéses %-os különbséget a szóbanforgó háromféle fatömeg közül melyikre vonatkoztassuk — tisztán csak elvi jelentősége van, illetve tisztán csak célszerűségi szempontokból van jelentősége. Teljesen azonos kezelés mellett ugyanis ugyanabban a korban a főállomány összesfatömege a teljes faállomány összesfatömegénél viszonylag azonos mértékben kisebb, viszont az összes fatermés viszonylag azonos mértékben nagyobb. — Ez annyira nyilvánvaló, hogy számszerű bizonyításra nem is szorul. — A fatermési táblák szerkesztésénél azonban elsősorban inkább csak a főállomány összesfatömegével dolgozhatunk és nem a teljes faállomány összesfatömegével; az összes fatermés pedig többnyire csak levezethető, de mint felvételi adatok közvetlen eredménye rendelkezésünkre nemigen áll. A kérdéses %-os értéket tehát célszerűségi okokból kell a főállomány összesfatömegére vonatkoztatnunk, mert az egyébként az említett háromféle fatömegre egyaránt áll.

És ezek után már csak az a kérdés, hogy hány %-os különbséggel alakítsuk meg a termőhelyi osztályokat? Ha ezt a kérdést eldöntöttük, akkor ezzel egyszersmind a termőhelyi osztályok számát is megszabtuk.

Amint a 10. táblázat 4., 7., 10. és 13. rovatában a felsőmagasságra vonatkozóan láttuk, a %-os különbségek csak a termőhelyi osztályokra azonosak, a kor szerint azonban különbözők. (Ez természetesen azért van, mert a szórásmező határgörbéinek, illetve határérték-sorainak különbségi sora [folyónövedéke], nem egy időben delel.) Ezt a körülményt a kérdéses %-os érték megállapításánál tekintetbe kell vennünk.

Bármilyen fafajra is szerkesszünk adott esetben fatermési táblát, azt mindig tudhatjuk, hogy az illető fafajra kb. melyik életkortól kezdve kívánjuk a fatermési táblát gyakorlatilag alkalmazni. S így aztán annyi termőhelyi osztályt alakítsunk, ahány alakítása esetében ettől a bizonyos életkortól kezdve egy korban sem maradunk a (\pm) 20%-os különbségen felül. Természetes azonban, hogy a 20%-ot nem szabad mereven értelmeznünk. A lényeg az, hogy a kb. 20%-on felül ne maradjunk, viszont az alá menünk szükségtelen. (Erre még vissza fogok térni.)

Az alábbiakban, az eddig előadott vizsgálataim folytatásaképpen, a vizsgálati alapanyagra vonatkozóan határozom meg, hogy amennyiben fatermési tábla szerkesztése lenne a célom, úgy hány termőhelyi osztályt kellene a mondottak értelmében alakítanom.

2. A kérdés eldöntése.

A 11. táblázat 4., 8., 10. és 12. rovatában kimutattam a megalakított négy termőhelyi osztálynak a főállományok összesfatömegére vonatkozó közép-számsorát, a 17. rajzon pedig az ezeket a számsorokat képviselő görbékét tüntettem fel.

Állapítsuk meg, hogy a megalakított négy termőhelyi osztály mellett a fatömegre vonatkozóan hány %-os különbségek állanak fenn?

A kérdés eldöntése céljából kétségtelenül az a kívánság merülhetne fel, hogy először vezessük le a fatömegre vonatkozóan a szórásmező határgörbéinek, illetve az egyes termőhelyi osztályok határgörbéinek megfelelő számsorokat. A kérdés eldöntéséhez azonban ennek a műveletnek a végrehajtása nem szükséges. (Sőt éppen ebből a tényből kifolyólag állíthatók elő — amint látni fogjuk — a közép-számsorokból a határ-számsorok helyesen.) Állításomat a már ismert felsőmagassági számsoroknak a 35 éves korra vonatkozó értékei és az ezek között az értékek között meglevő, s már szintén ismeretes viszonzszámok alapulvételével bizonyítom be.

A: H_{f1} , H_{f2} , H_{f3} , H_{f4} és H_{f5} értékek quociense: $q = 0'698171$. (Lásd: 8. tábl. 4. rov. 35 év.)

A határértékek középértékeinek quociense ugyanez.

$$\text{Pl. } \frac{H_{f1} + H_{f2}}{2} = H_{II} = 21'22715 \text{ m és } \frac{H_{f2} + H_{f3}}{2} = H_{III} = 14'82020 \text{ m.}$$

(Lásd: 10. tábl. 3. és 6. rov. 35 év.)

$$\frac{H_{III}}{H_{II}} = \frac{14'82020}{21'22715} = 0'698171 = q.$$

Ebből az következik, hogy

$$\frac{\left(\frac{H_{f1} - H_{f2}}{2}\right) 100}{\frac{H_{f1} + H_{f2}}{2}} = \frac{(H_{f1} - H_{f2}) 100}{H_{II}} = \frac{\left(\frac{H_{II} - H_{III}}{2}\right) 100}{\frac{H_{II} + H_{III}}{2}} = \frac{(H_{II} - H_{III}) 100}{H_{II} + H_{III}}$$

Lássuk ezt számszerűen.

$$\frac{(H_{f1} - H_{f2}) 100}{H_{II}} = 17'17\%. \text{ (10. tábl. 4. rov. 35 év.)}$$

$$H_{II} - H_{III} = 21'22715 - 14'82020 = 6'40695 \text{ m.}$$

$$H_{II} + H_{III} = 21'22715 + 14'82020 = 36'04735 \text{ m.}$$

$$\frac{(H_{II} - H_{III}) 100}{H_{II} + H_{III}} = \frac{6'40695 \cdot 100}{36'04735} = 17'77\%.$$

Szabály: Ugyanabban a korban az egymásra következő közép-szám-

sorok azonos korra vonatkozó értékeinek különbsége (illetve félkülönbsége) az értékek összegéhez (illetve középértékéhez) ugyanúgy viszonylik, mint az egymásra következő határszám sorok azonos korra vonatkozó értékeinek félkülönbsége az értékek középértékéhez.

A fatömegre vonatkozóan már ismeretes közép-szám sorok birtokában tehát eldönthetjük azt a kérdést, hogy az alakított négy termőhelyi osztály esetében a fatömegre vonatkozóan hány %-os különbségek állnak fenn.

A kérdést az I. és a II. termőhelyi osztályra vonatkozó szám sorok alapján dolgoztam ki.

A 14. táblázat 2. és 3. rovatába bevezettem a már ismert $V_{\delta I}$ - és $V_{\delta II}$ -értékeket. Azután kiszámítottam koronként ezek különbségét (4. rovat), majd pedig az összegét (5. rovat). A két utóbbi érték koronként való ismer-

14. táblázat.

1.	2.	3.	4.	5.	6.
Kor	$V_{\delta I}$	$V_{\delta II}$	$V_{\delta I} - V_{\delta II}$	$V_{\delta I} + V_{\delta II}$	$\frac{(V_{\delta I} - V_{\delta II}) \cdot 100}{V_{\delta I} + V_{\delta II}} = p$
év	m^3		m^3		%
5	41'514	18'424	23'090	59'938	38'52
10	117'022	60'210	56'812	177'232	32'06
15	180'823	97'710	83'113	278'533	29'84
20	226'871	125'386	101'485	352'257	28'81
25	258'147	144'056	114'091	402'203	28'37
30	279'449	155'667	123'782	435'116	28'45
35	291'669	161'134	130'535	452'803	28'83

retével előállítottam a keresett %-os értékeket. (6. rovat.) Ezeket a továbbiakban p -vel jelölöm.

A p -értékek, amint látjuk, kivétel nélkül nagyobbak a megkívánt 20%-nál. Ha tehát fatermési táblát akarnék szerkeszteni, akkor több termőhelyi osztályt kellene alakítanom. Ebben az esetben azonban természetesen nem kezdeném a munkát előlről, mert hiszen a fatömegre vonatkozóan a szórásmező határgörbéi, illetve határérték-sorai most már könnyen előállíthatók, azok birtokában pedig az alakítandó termőhelyi osztályok száma gyorsan eldönthető.

A fatömegre vonatkozóan a szórásmező felső határérték-sorát a következőképpen számítottam ki.

Minden $V_{\delta I}$ -értéket megszoroztam a megfelelő p -értékkel. Így megkaptam az egyes korokra abszolút értékben azt a különbséget, amelyet a kor szerint megfelelő $V_{\delta I}$ -értékhez csak hozzá kellett adnom, hogy a keresett határérték-sor tagjait nyerjem.

15. táblázat.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Kor	p	$V_{\delta I}$	$V_{\delta I} \cdot p$	$V_{\delta I} =$ $V_{\delta I} + V_{\delta I} \cdot p$	$V_{\delta 2} =$ $V_{\delta I} - V_{\delta I} \cdot p$	$V_{\delta II}$	$V_{\delta II} \cdot p$
év	‰	m^3			m^3		m^3
5	38'52	41'514	15'991	57'505	25'523	18'424	7'097
10	32'06	117'022	37'517	154'539	79'505	60'210	19'303
15	29'84	180'823	53'958	234'781	126'865	97'710	29'157
20	28'81	226'871	65'362	292'233	161'509	125'386	36'124
25	28'37	258'147	73'236	331'383	184'911	144'056	40'869
30	28'45	279'449	79'503	358'952	199'946	155'667	44'287
35	28'83	291'669	84'088	375'757	207'581	161'134	46'455

1.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
Kor	$V_{\delta 3} =$ $V_{\delta II} - V_{\delta II} \cdot p$	$V_{\delta III}$	$V_{\delta IV}$	$V_{\delta IV} \cdot p$	$V_{\delta 4} =$ $V_{\delta IV} + V_{\delta IV} \cdot p$	$V_{\delta 5} =$ $V_{\delta IV} - V_{\delta IV} \cdot p$
év	m^3		m^3			m^3
5	11'327	8'177	3'629	1'398	5'027	2'231
10	40'907	30'978	15'938	5'110	21'048	10'828
15	68'553	52'802	28'534	8'515	37'049	20'019
20	89'262	69'301	38'303	11'035	49'338	27'268
25	103'187	80'383	44'854	12'725	57'579	32'129
30	111'380	86'707	48'296	13'740	62'036	34'556
35	114'679	89'027	49'187	14'181	63'368	35'006

A 15. táblázat 4. rovatába az abszolút értékben kifejezett különbségeket foglaltam be, az 5. rovatába pedig a keresett $V_{\delta I}$ -számsort. És lényegileg ugyanígy számítottam ki az alsó határgörbének megfelelő számsort is (15. tábl. 14. rov.), valamint a megalakított négy termőhelyi osztály határgörbének megfelelő fatömeg-számsorokat is (15. tábl. 6., 9. és 13. rov.) A táblázat fejlécébe írt jelölések az egyes rovatok kitöltését illetően semmi kétséget sem hagyhatnak hátra.

A megalakított négy termőhelyi osztály határgörbének megfelelő számsorokat azért számítottam ki, mert nem fatermési tábla szerkesztése lévén a céлом, a magam elé állított további kérdések vizsgálatát a már megalakított négy termőhelyi osztály megtartásával kívántam végrehajtani. Fatermési táblák szerkesztése esetében a kevésnek bizonyult termőhelyi osztályok fatömegbeli határérték-sorainak az előállítását természetesen főlegesen művelet volna. Ilyen esetben csak a szórásmező határérték-sorait kell előállítanunk.

A szórásmező fatömegbeli határérték-sorainak a 35 éves korra vonatkozó értékei, amint a 15. táblázat 5., illetve 12. rovatában látjuk, egy tizedes számjegynyi pontossággal a következők:

$$V_{\delta 1} = 375 \cdot 8 \text{ m}^3 \quad \text{és} \quad V_{\delta 5} = 35 \cdot 0 \text{ m}^3.$$

Öt termőhelyi osztály alakítása esetén a 35 éves korra keletkező mértani haladvány hányadosa:

$$q_5 = \sqrt[5]{\frac{35 \cdot 0}{375 \cdot 8}} = 0 \cdot 662046.$$

A haladvány tagjai, vagyis az egyes termőhelyi osztályok határértékei pedig:

$$\begin{aligned} V_{\delta 1} &= 375 \cdot 8 \text{ m}^3 \\ V_{\delta 2} &= 233 \cdot 7649 \text{ m}^3 \\ V_{\delta 3} &= 145 \cdot 4125 \text{ m}^3 \\ V_{\delta 4} &= 90 \cdot 4533 \text{ m}^3 \\ V_{\delta 5} &= 56 \cdot 2661 \text{ m}^3 \\ V_{\delta 6} &= 35 \cdot 0 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Két egymásra következő határérték különbsége, illetve összege:

$$\begin{aligned} V_{\delta 1} - V_{\delta 2} &= 375 \cdot 8 - 233 \cdot 7649 = 142 \cdot 0351 \text{ m}^3, \\ V_{\delta 1} + V_{\delta 2} &= 375 \cdot 8 + 233 \cdot 7649 = 609 \cdot 5649 \text{ m}^3. \end{aligned}$$

A keresett %-os különbség: $\frac{142 \cdot 0351 \cdot 100}{609 \cdot 5649} = 23 \cdot 30\%$. — Öt termőhelyi

osztály alakítása tehát kevés.

Hat termőhelyi osztály alakítása esetén a keletkező mértani haladvány hányadosa:

$$q_6 = \sqrt[6]{\frac{35 \cdot 0}{375 \cdot 8}} = 0 \cdot 673264.$$

A haladvány tagjai:

$$\begin{aligned} V_{\delta 1} &= 375 \cdot 8 \text{ m}^3 \\ V_{\delta 2} &= 253 \cdot 0126 \text{ m}^3 \\ V_{\delta 3} &= 170 \cdot 3443 \text{ m}^3 \\ V_{\delta 4} &= 114 \cdot 6867 \text{ m}^3 \\ V_{\delta 5} &= 77 \cdot 6867 \text{ m}^3 \\ V_{\delta 6} &= 51 \cdot 9857 \text{ m}^3 \\ V_{\delta 7} &= 35 \cdot 0 \text{ m}^3. \end{aligned}$$

Két egymásra következő határérték különbsége, illetve összege:

$$\begin{aligned} V_{\delta 1} - V_{\delta 2} &= 375 \cdot 8 - 253 \cdot 0126 = 122 \cdot 7874 \text{ m}^3, \\ V_{\delta 1} + V_{\delta 2} &= 375 \cdot 8 + 253 \cdot 0126 = 628 \cdot 8126 \text{ m}^3. \end{aligned}$$

A keresett %-os különbség: $\frac{122 \cdot 7874 \cdot 100}{628 \cdot 8126} = 19 \cdot 53\%$.

Az akácfaállományok esetében azzal számolhatnánk, hogy a fatermési táblát kb. a 15 éves kortól kezdve kívánnám gyakorlatilag alkalmazni. Hat termőhelyi osztály alakításánál a 15 éves korra a %-os különbség: 20'24%. — A 19'53% és a 20'24% a megkívánt 20%-hoz igen jól illenek. Ha tehát a vizsgálati alpanyagból fatermési táblát akarnék szerkeszteni, akkor hat termőhelyi osztályt alakítanék. S ez a művelet természetesen különösebb feladatot nem jelentene, mert hiszen csupán arról lenne szó, hogy a szó-rásmezőnek a felsőmagasságra és a főállomány összesfatömegére vonatkozóan már ismeretes határérték-sorai közé hat termőhelyi osztálynak megfelelő határérték-sorokat, illetve középérték-sorokat iktassak be.

Hat termőhelyi osztály alakításával azután a kész fatermési táblát a 15 éves kortól kezdve abban a tudatban alkalmazhatnám, hogy egy (fő)-állomány összesfatömegének a megbecslésénél — azonos kezelést és teljes sűrűséget feltételezve — a termőhelyi minőségtől függetlenül maximálisan kb. $\pm 20\%$ -nál nagyobb hibát nem követnék el. Több állomány becslése esetében az elkövethető hiba persze csökkenne. Ha az egy állomány becslésénél elkövethető maximális %-os hibát p -vel; a több állomány becslésekor elkövethető valószínű %-os hibát P -vel, a becslésre kerülő állományok számát pedig n -nel jelöljük, akkor a:

$$P = \pm \frac{p}{\sqrt{n}}$$

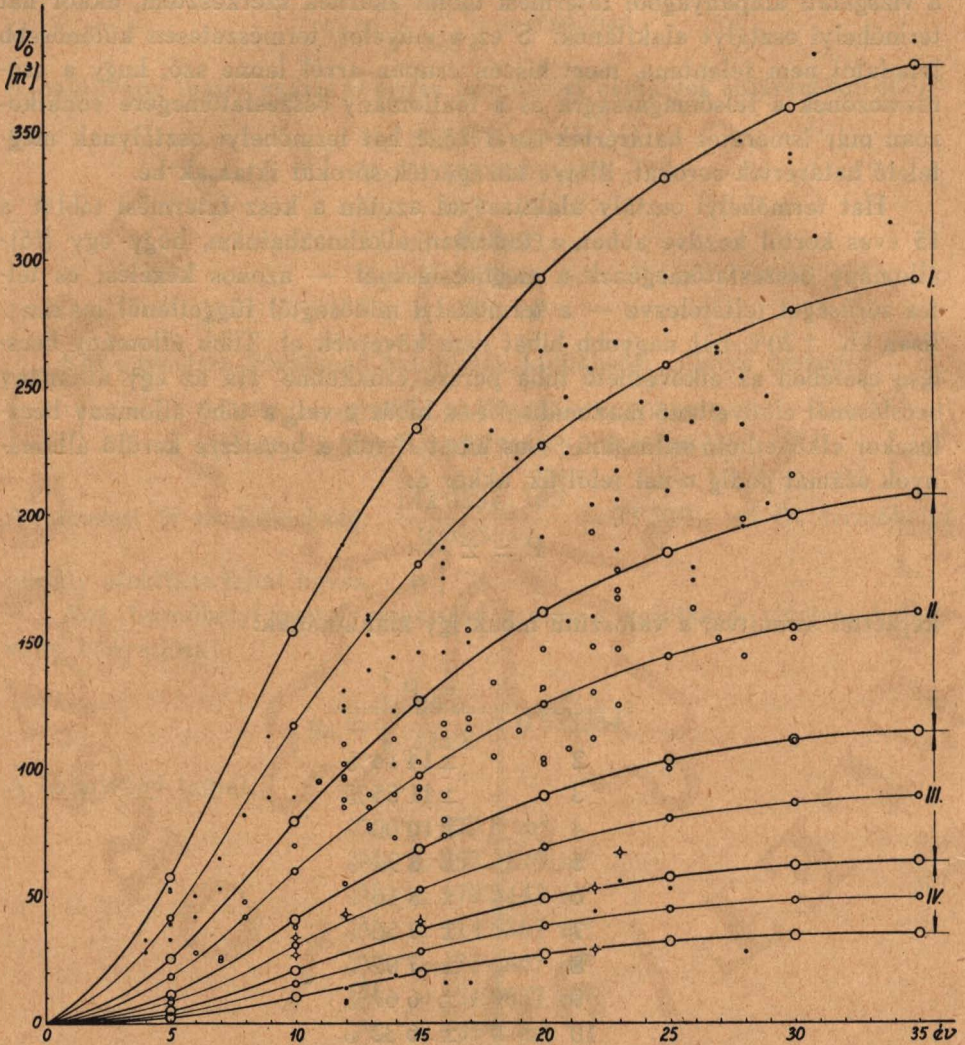
képlettel számítva, a valószínű hibák így alakulnának:

n	P
2	$\pm 14'14\%$
3	$\pm 11'55\%$
4	$\pm 10'00\%$
5	$\pm 8'94\%$
6	$\pm 8'16\%$
7	$\pm 7'56\%$
8	$\pm 7'07\%$
9	$\pm 6'67\%$
10	$\pm 6'32\%$
15	$\pm 5'16\%$
20	$\pm 4'47\%$
25	$\pm 3'80\%$

S jöllehet ezekhez a viszonyszámokhoz messzebbmenő következtetéseket nem fűzhetek, annyi mégis bizonyos, hogy — különleges esetektől eltekintve — a termőhelyi osztályoknak a körülírt korhatárra álló kb. 20%-os

különbségekkel való megalakítása teljesen elegendő számú termőhelyi osztály alakítását jelenti.

A vizsgálati alapanyagra tehát az alakítandó termőhelyi osztályok számát eldöntöttem. Miután azonban nem fatermési táblák szerkesztését tűz-



18. rajz.

tem ki célomul, azért a hat termőhelyi osztály tényleges megalakításától végeredményképpen eltekintettem. — Ez a körülmény a további szerkesztési kérdések vizsgálatát nyilván nem befolyásolja.

A következő kérdés tárgyalása előtt a 18. rajzon bemutatom az alakított négy termőhelyi osztály fatömegbeli határérték-sorait, középérték-

sorait, valamint a szórásmező határérték-sorait képviselő görbéket az egyes minta-faállományok feltüntetésével együtt.

A rajzon ugyanazokat a jeleket alkalmaztam, mint a 17. rajzon. Így a jelek magyarázatot már nem igényelnek.

Az egyes minta-faállományok, amint látjuk, a fatömeg-görbék mellett többé-kevésbé más helyet foglalnak el, mint amilyen elhelyezkedést a felsőmagassági görbék mellett mutattak. Ennek a körülménynek természetesen az az oka, hogy a minta-faállományok (főállományok) összessége a fatömeg szerint nem olyan egyöntetű, mint a felsőmagasság szerint. A minta-faállományok meggyérítését (kezelését) csak elvileg tudjuk azonosan végrehajtani, gyakorlatilag azonban nem. Éppen ezért nem tanácsos a fatermési táblák szerkesztésénél a főállományok összesfatömegéből kiindulnunk, illetve általában véve olyan tényezőtől, amely a gazdasági beavatkozásoknak függvénye.

A IV. 1. alatt említettem, hogy a fatömegbeli szórásmező határgörbéinek, illetve határérték-sorainak a levezetését *meg kell kerülnünk*. Én a fatömegre vonatkozóan, amint előadtam, az egyes termőhelyi osztályoknak először a középgörbéit, illetve a középerték-sorait vezettem le; mégpedig legelőször az I. és a II. termőhelyi osztály középerték-sorait, mert a minta-faállományok legnagyobb része ebbe a két termőhelyi osztályba esett, s így a minta-faállományok nem teljesen azonos kezeléséből származó fatömegbeli eltéréseinek kiegyenlítődesét leginkább ezekkel dolgozva várhattam. Azután a szórásmező fatömegbeli határérték-sorait — az előadott módon — már az előzmények következményeképpen állítottam elő. A fatömegre levezetett számsorok, illetve görbék, mindenesetre a felsőmagasságra levezetett görbék, illetve számsorok fatömegbeli másának tekinthetők.

Mindezek a számsorok, illetve görbék lehetővé tették számomra, hogy az alapanyag fatömeg — és körlap — szerinti egyöntetűségét vizsgálat alá vehessem. Ennek a vizsgálatnak az egyébként egyszerű módját azonban majd a továbbiakban adom elő.

VI. Hogyan vezessük le a termőhelyi osztályoknak a főállomány átlagmagasságára vonatkozó közép-számsorait?

1. Előzetes megjegyzések.

Átlagmagasság alatt egy faállomány esetében a fatömeggel mérlegelt átlagmagasságot kell értenünk. Így tehát:

$$H_a = \frac{v_1 \cdot h_1 + v_2 \cdot h_2 + v_3 \cdot h_3 + \dots + v_n \cdot h_n}{\Sigma v}$$

Mivel azonban jó megközelítéssel fennáll az az arány, hogy

$\frac{v_1}{g_1} = \frac{v_2}{g_2} = \frac{v_3}{g_3} = \dots = \frac{v_n}{g_n} = \frac{\sum v}{\sum g}$, azért az átlagmagasságot többnyire a körlappal mérlegelve számítjuk, azaz:

$$H_{\bar{a}} = \frac{g_1 \cdot h_1 + g_2 \cdot h_2 + g_3 \cdot h_3 + \dots + g_n \cdot h_n}{\sum g}$$

A főállomány átlagmagassága is így nyer kiszámítást. — A fatömeg, az átlagmagasság, a körlapösszeg és az alakszám között azután, amint tudjuk, a következő összefüggésnek kell fennállnia:

$$V_{\bar{a}} = G_{\bar{a}} \cdot H_{\bar{a}} \cdot F_{\bar{a}}$$

A fatermési táblák egyes termőhelyi osztályainak a $V_{\bar{a}}$ -, $G_{\bar{a}}$ -, $H_{\bar{a}}$ - és $F_{\bar{a}}$ -számsorai között minden korra nézve szintén ennek az összefüggésnek a biztosítására kell törekednünk.

Kérdés már most, hogy az egyes termőhelyi osztályokra hogyan vesszük le mindenekelőtt az átlagmagassági számsorokat, mégpedig természetesen azzal a céllal, hogy a $V_{\bar{a}} = G_{\bar{a}} \cdot H_{\bar{a}} \cdot F_{\bar{a}}$ összefüggésnek megfelelő átlagmagassági értékeket nyerjünk?

Az alábbiakban erre a kérdésre akarok feleletet adni.

2. A kérdés eldöntése.

A megalakított négy termőhelyi osztályra eddig levezettem a felsőmagassági számsorokat és a főállomány összesfatömegére vonatkozó számsorokat. Az utóbbiakat, amint láttuk, a felsőmagasság függvényeképpen állítottam elő. — Az átlagmagassági értékek levezetésére szintén a felsőmagasságból indultam ki.

Felraktam egy összrendező-rendszerben az egyes minta-főállományok (főállományok) átlagmagasságát (5. tábl. 6. rov.) a felsőmagasságuk függvényeképpen (5. tábl. 3 rov.). A különböző termőhelyi osztályokba sorolt állományok felrakásához más-más színű tust használtam. Ekkor azt tapasztaltam, hogy a felsőmagasság és az átlagmagasság között igen szoros kapcsolat áll fenn, s hogy a négy termőhelyi osztály pontjainak szórása egy közös egyenessel egyenlíthető ki.

A 19. rajzon a teljes vonal a kiegyenlítő egyenest ábrázolja. Ezt az egyenest két pontja összrendezőinek idefogalásával adom meg.

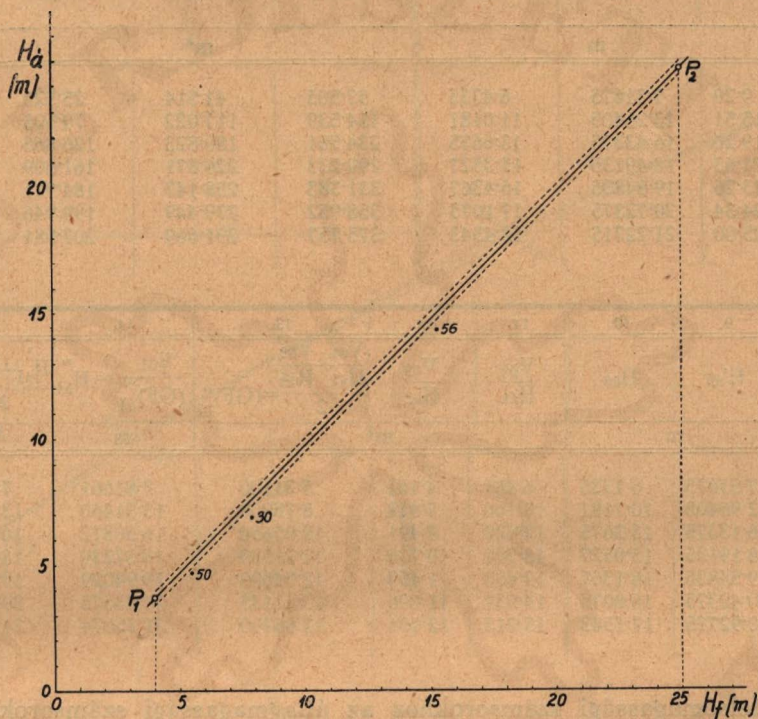
⁷⁾ Ezt a képletet általában véve Lorey-képletnek nevezzük. Helyesebb volna azonban E. Heyer—Lorey-féle képletnek mondanunk. E. Heyer ugyanis ezt a képletet jóval Lorey előtt vezette le. Lorey a képletet tulajdonképpen csak közismertté tette.

E. Heyer: „ $H = \frac{x_1 h_1 + x_2 h_2 + \dots + x_n h_n}{x_1 + x_2 + \dots + x_n} = \text{Summe der Idealcyylinder aller Stämme dividiert durch Bestandeskreisfläche}$ — — —. Bereits 1861 habe ich in meiner Schrift: „Zur Holzmassenermittlung, Bonitierung und Kritik der Taxationsmethoden“ die Giltigkeit der Höhen-Formel auf complicirtem Wege sowohl theoretisch, als mit Hilfe der Massentafeln auch praktisch nachgewiesen.“ (131: 135. old.)

$$\begin{array}{ll} P_1 : H_f = 4'0 \text{ m} & H_{\dot{a}} = 3'7 \text{ m} \\ P_2 : H_f = 25'0 \text{ m} & H_{\dot{a}} = 24'7 \text{ m} \end{array}$$

Ezekből az összrendezőkből az is kitűnik, hogy az átlagmagasság, a kortól és a termőhelyi minőségtől függetlenül, a felsőmagasságnál általánosságban 0'3 m-rel kisebb.

A kiegyenlítő egyenes mellé húzott szaggatott vonalakkal a szórásmező határegyeneseit jelölöm. Az így lehatárolt mezőn kívül a 157 minta-



19. rajz.

állományból csupán 3 állomány maradt ki, éspedig az 50., 30. és az 56. számú állomány. Ezeket a rajzon feltüntettem. A többi minta-állomány feltüntetésétől nyomdatechnikai okok miatt eltekintettem.

A felsőmagasság és az átlagmagasság közötti általánosságban fennálló különbség (0'3 m) ismeretével a felsőmagassági számsorok már levezetett értékeihez a megfelelő átlagmagassági értékeket minden továbbiak nélkül könnyen kiszámíthatóaknak véltem. Rájöttem azonban arra, hogy az egyes termőhelyi osztályok átlagmagassági *középszámsorai* egész könnyedén még sem állíthatók elő.

És most meg kell jegyeznem, hogy ezek után a fejtegetéseimet jórészt már csak az I. termőhelyi osztályra vonatkozóan viszem tovább.

A 16. táblázat 2., 3. és 4. rovatába bevezettem az I. termőhelyi osztály felsőmagassági számsorait; az 5., 6. és 7. rovatába pedig a főállomány fatömeg-számsorait.

16. táblázat.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Kor	H_{f1}	H_{f2}	H_{f2}	$V_{\delta 1}$	$V_{\delta 1}$	$V_{\delta 2}$	$H_{\delta 1}$
év	m			m ³			m
5	9·20	7·81675	6·4335	57·505	41·514	25·523	8·90
10	15·51	13·26405	11·0181	154·539	117·022	79·505	15·21
15	19·20	16·43375	13·6675	234·781	180·823	126·865	18·90
20	21·63	18·49135	15·3527	292·233	226·871	161·509	21·33
25	23·26	19·84835	16·4367	331·383	258·147	184·911	22·96
30	24·34	20·72375	17·1075	358·952	279·449	199·946	24·04
35	25·00	21·22715	17·4543	375·757	291·669	207·581	24·70

1.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
Kor	$H'_{\delta 1}$	$H_{\delta 2}$	$\frac{V_{\delta 1}}{H_{\delta 1}}$	$\frac{V_{\delta 2}}{H_{\delta 2}}$	$\frac{V_{\delta 1} + V_{\delta 2}}{\frac{H_{\delta 1}}{2} + \frac{H_{\delta 2}}{2}} = (GF)''_{\delta 1}$	$\frac{V_{\delta 1}}{(GF)_{\delta 1}} = H''_{\delta 1}$	$\frac{H'_{\delta 1} + H''_{\delta 1}}{2} = H_{\delta 1}$
év	m		m ²			m	m
5	7·51675	6·1335	6·461	4·161	5·31100	7·81661	7·66668
10	12·96405	10·7181	10·160	7·418	8·78900	13·31460	13·13933
15	16·13375	13·3675	12·422	9·491	10·95650	16·50372	16·31873
20	18·19135	15·0527	13·701	10·730	12·21550	18·57239	18·38187
25	19·54835	16·1367	14·433	11·459	12·94600	19·94029	19·74432
30	20·42375	16·8075	14·931	11·896	13·41135	20·83675	20·63025
35	20·92715	17·1543	15·213	12·101	13·65700	21·35674	21·14195

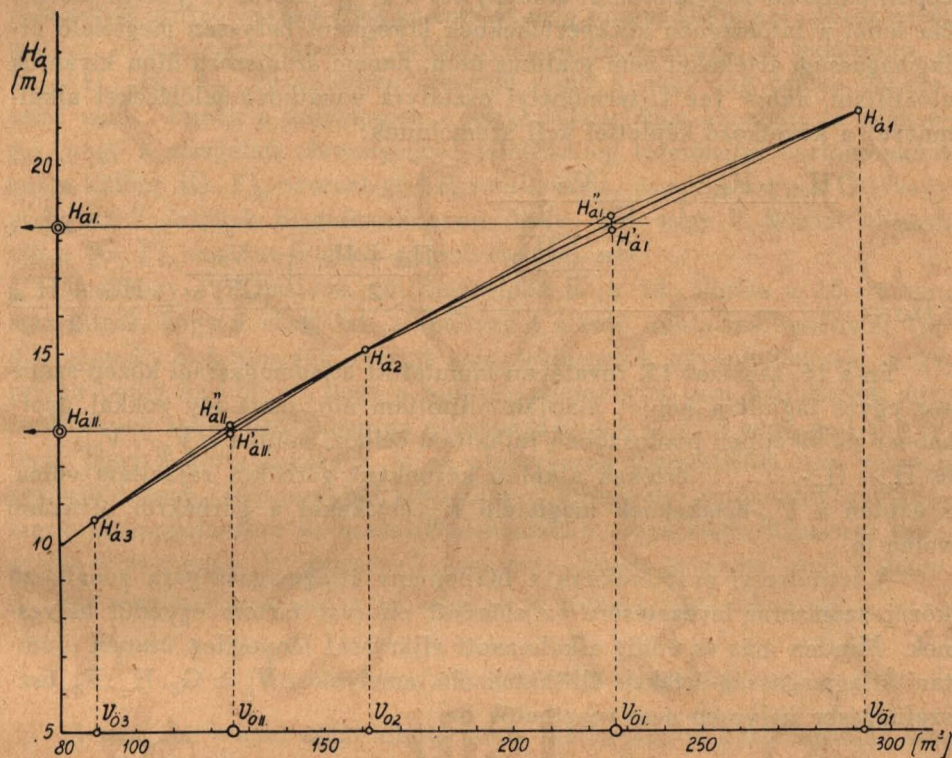
A felsőmagassági számsorokhoz az átlagmagassági számsorokat először úgy állítottam elő, hogy a felsőmagassági számsorok értékeiből következetesen levontam 0·3 m-t. Az így nyert átlagmagassági számsorokat a táblázat 8., 9. és 10. rovatába írtam.

A táblázat 9. rovatában látható átlagmagassági közép-számsor élére: $H'_{\delta 1}$ -jelet tettem, vagyis a „ H' “-t megjelöltem. Ezzel a jellel azt akarom kifejezni, hogy az előállított átlagmagassági közép-számsor helytelen. Az egyes főállományok átlagmagasságát t. i. bármennyire is a fatömeggel, illetve a körlappal mérlegelt átlagmagasságnak vettem, ez a körülmény azonban végeredményképpen nem változtatott azon a tényen, hogy a termőhelyi osztályra vonatkozóan az átlagmagassági közép-számsor gyanánt lényegileg számtani átlagérték-sort állítottam elő. A $H'_{\delta 1}$ -értékek tehát nem olyan átlagmagassági értékek, amelyek a $V_{\delta} = G_{\delta} \cdot H_{\delta} \cdot F_{\delta}$ összefüggésnek megfelelően. Ebbe az összefüggésbe helyesen csak olyan H -értékek vi-

hetők be, amelyek koronként a már levezetett V_{δ} -értékek alapulvételével állítottak elő.

Ennek az egyébként könnyen átlátható állításomnak a helyességét a 20. rajz segítségével bizonyítom be.

A 20. rajz abszcisszáján lévő kis körök a 20 éves korra vonatkozó és már ismeretes $V_{\delta 3}$ -, $V_{\delta 2}$ - és $V_{\delta 1}$ -értékeknek felelnek meg, vagyis az I. és a II. termőhelyi osztálynak a 20 éves korra álló fatömegbeli határértékei-



20. rajz.

nek; a két nagyobb kör pedig ezeknek a határértékeknek a közép-értékeit: a $V_{\delta II}$ - és $V_{\delta I}$ -értékeket jelöli. — A rajz ordinátája: H_a , vagyis átlagmagasság. — Az átlagmagasság, amint a rajz mutatja, a V_{δ} -abszcissza fölött a termőhelyi minőség változásával nem egyenes szerint változik, hanem görbe szerint. Amikor a $V_{\delta I}$ -értékekhez lényegileg a $\frac{H_{a2} + H_{a1}}{2} = H'_{a1}$ átlagmagassági értékeket vezettem le, akkor a $V_{\delta I}$ -értékeknek helyesen megfelelő H_{a1} -értékeknél kisebb átlagmagassági értékeket: H'_{a1} -értékeket állítottam elő, tehát helytelen értékeket.

Azután kiszámítottam az egyes korokra a:

$$\frac{\frac{V_{\delta 1}}{\frac{H_{\delta 2} + H_{\delta 1}}{2}}}{2} = \frac{V_{\delta 1}}{(GF)''_{\delta 1}} = H''_{\delta 1} \text{ átlagmagassági értékeket.}$$

Egy-egy $H''_{\delta 1}$ -átlagmagassági érték, amint a rajz a 20 éves korra és az első két termőhelyi osztályra vonatkozóan mutatja, a fatömegbeli középértéknek helyesen megfelelő átlagmagassági értéknél ($H_{\delta 11}$ - és $H_{\delta 1}$ -értéknél) éppen annyival nagyobb, mint amennyivel a $H'_{\delta 11}$ -, illetve $H'_{\delta 1}$ -érték kisebb. Ha tehát a fatömegbeli középértékeknek koronként helyesen megfelelő átlagmagassági értékeket nem grafikus úton, hanem számszerű úton kívánjuk előállítani, akkor (az I. termőhelyi osztályra vonatkozó jelöléseket alkalmazva) a következő képlettel kell számolnunk:

$$H_{\delta 1} = \frac{\frac{H_{\delta 2} + H_{\delta 1}}{2} + \frac{V_{\delta 1}}{\frac{H_{\delta 2} + H_{\delta 1}}{2}}}{2} = \frac{\frac{H_{\delta 2} + H_{\delta 1}}{2} + \frac{V_{\delta 1}}{(GF)''_{\delta 1}}}{2} = \frac{H'_{\delta 1} + H''_{\delta 1}}{2}$$

Én a 16. táblázat 15. rovatában kimutatott átlagmagassági közép-számsor egyes tagjait a képlet alapján állítottam elő, mert így sokkal gyorsabban és főképpen pontosabban juthattam célhoz, mintha a $V_{\delta 1}$ -, $V_{\delta 2}$ -, ... és $H_{\delta 1}$ -, $H_{\delta 2}$ -, ... értékek alapján koronként görbéket rajzoltam volna, s azután a $V_{\delta 1}$ -értékeknek megfelelő $H_{\delta 1}$ -értékeket a görbékről olvastam volna le.

A termőhelyi osztályoknak a főállomány átlagmagasságára vonatkozó közép-számsorai levezetésére az előadott eljárást tartom egyedül helyesnek. Minden más és eddig alkalmazott eljárással lényegileg csupán számítani átlagmagasság-értékek állíthatók elő, amelyek a $V_{\delta} = G_{\delta} \cdot H_{\delta} \cdot F_{\delta}$ összefüggésbe helyesen nem vezethetők be.

VII. Hogyan vezessük le a termőhelyi osztályoknak a főállomány körlapösszegére és összesfa-alakszámára vonatkozó közép-számsorait?

1. Előzetes megjegyzések.

A termőhelyi osztályoknak a főállomány átlagmagasságára vonatkozó közép-számsorai, amint láttuk, a főállománynak a termőhelyi osztályokon koronként keresztülvágó összes-fatömegértékeitől függetlenül helyesen nem vezethetők le. Ebből azután az következik, hogy G_{δ} - és F_{δ} -számsorok viszont helyesen nem állíthatók elő a V_{δ} - és a H_{δ} -számsoroktól függetlenül.

A $V_{\delta} = G_{\delta} \cdot H_{\delta} \cdot F_{\delta}$ képletben szereplő értékek közül két értéket, és pedig a V_{δ} - és a H_{δ} -értéket, az egyes korokra (de a H_{δ} -értékeket csak az I. termőhelyi osztályra vonatkozóan) már levezettem. S a levezetett két értéken, illetve értéksoron, utólag már nincs is mit változtatnom. A két értéksor a dolog természeténél fogva símafutású, s a megfelelő értékek egymással szoros kapcsolatban állnak. Éppen ezért a $V_{\delta I}$ - és $H_{\delta I}$ -értékekből kiszámíthatom a $(G \cdot F)_{\delta I}$ -szorzatot, amelyen így utólag szintén nem kell és nem is lehet majd változtatnom. Ha azután a $(G \cdot F)_{\delta I}$ -szorzat valamelyik szorzótényezőjének az értékét meg tudom állapítani, akkor ezzel már a másik szorzótényező értékét is meghatározom, s ekképpen a $V_{\delta I} = G_{\delta I} \cdot H_{\delta I} \cdot F_{\delta I}$ egyenletben szereplő mind a négy tag értéke ismertté válik. Ennek a műveletnek a keresztülviteléhez azonban az szükséges, hogy a vizsgálati alapanyagból (elméletileg termőhelyi osztályonként külön-külön) $(G \cdot F)_{\delta}$ -szorzat-görbét szerkesszek, és pedig vagy a G_{δ} - vagy pedig az F_{δ} -értékek függvényeképpen, illetve G_{δ} - vagy F_{δ} -görbét állítsak elő a $(G \cdot F)_{\delta}$ -szorzat-értékek alapulvételével.

Csakhogy a 18. rajzon, sőt már előbb is: a 14., illetve a 15. rajzon, már láttuk, hogy a vizsgálati alapanyagot alkotó minta-faállományok (főállományok) a fatömegük szerint nem tekinthetők egyöntetűeknek, a 19. rajzon pedig az tűnt ki, hogy a minta-faállományok nem tekinthetők egyöntetűeknek teljes mértékben az átlagmagasságuk szerint sem; ami azt jelenti, hogy a körlapösszegük és az alakszámuk tekintetében sem vehetők egyöntetűeknek. Mindezekből kifolyólag a termőhelyi osztálynak a főállomány körlapösszegére és összesfa-alakszámára vonatkozó számsorai levezetése előtt a minta-faállományokat mintegy „közös nevezőre” kell hoznom.

Az alábbiakban ennek a műveletnek a végrehajtását adom elő.

2. Az alapanyag egyöntetűségi vizsgálata.

A vizsgálat alapanyagát alkotó minta-faállományok felsőmagasság szerinti egyöntetűségét — amint az I. 1.—2. alatt láttuk — egy bizonyos, még pedig *a priori* felállított feltételek által mintegy következményképpen megszabott vizsgálati eljárással tettem bírálat tárgyává. S ezt a dolog természeténél fogva meg is tehettem. A minta-faállományok (főállományok) összesfatömeg szerinti egyöntetűségének megvizsgálása céljából azonban már nem állítottam fel *a priori* egy valamilyen tételt, amelynek megfelelően azután a vizsgálatot végrehajtottam volna. E helyett sokkal helyesebbnek tartottam, hogy a felsőmagasság függvényeképpen minden további nélkül levezessem az I. és a II. termőhelyi osztály fatömegbeli közép-görbéjét, illetve közép-számsorát, mert az I. és a II. termőhelyi osztályba tartozó állományok sokasága alapján nemcsak az egyes állományok között fennálló fatömegbeli abszolút-különbségek, hanem az eltérő kezelésből eredő

viszonylagos különbségek kiegyenlítődéására is számíthattam, vagyis számíthattam arra, hogy olyan fatömeg-görbéket állítok elő, amelyek a minta-faállományok átlagos kezelésének jellegét viselik magukon. A nyert két számsorból azután, a mértani haladványok törvényeit célszerűen kihasználva, levezettem a többi fatömeg-számsort. Végül is az előállított fatömeg-számsorokat a felsőmagassági számsorok fatömegbeli másának vehettem. — Erről különben már szoltam. — Így most már csak azt kell megemlítenem, hogy a felsőmagassági görbék, illetve számsorok, bizonyos korban meglévő pontjainak, illetve értékeinek ilyenképpen természetesen megfelelnek a fatömeg-görbéknek, illetve számsoroknak ugyanabban a korban meglévő pontjai, illetve értékei. — Ez az összefüggés a főállományok fatömeg szerinti egyöntetőségének vizsgálatára igen célszerűen kihasználható.

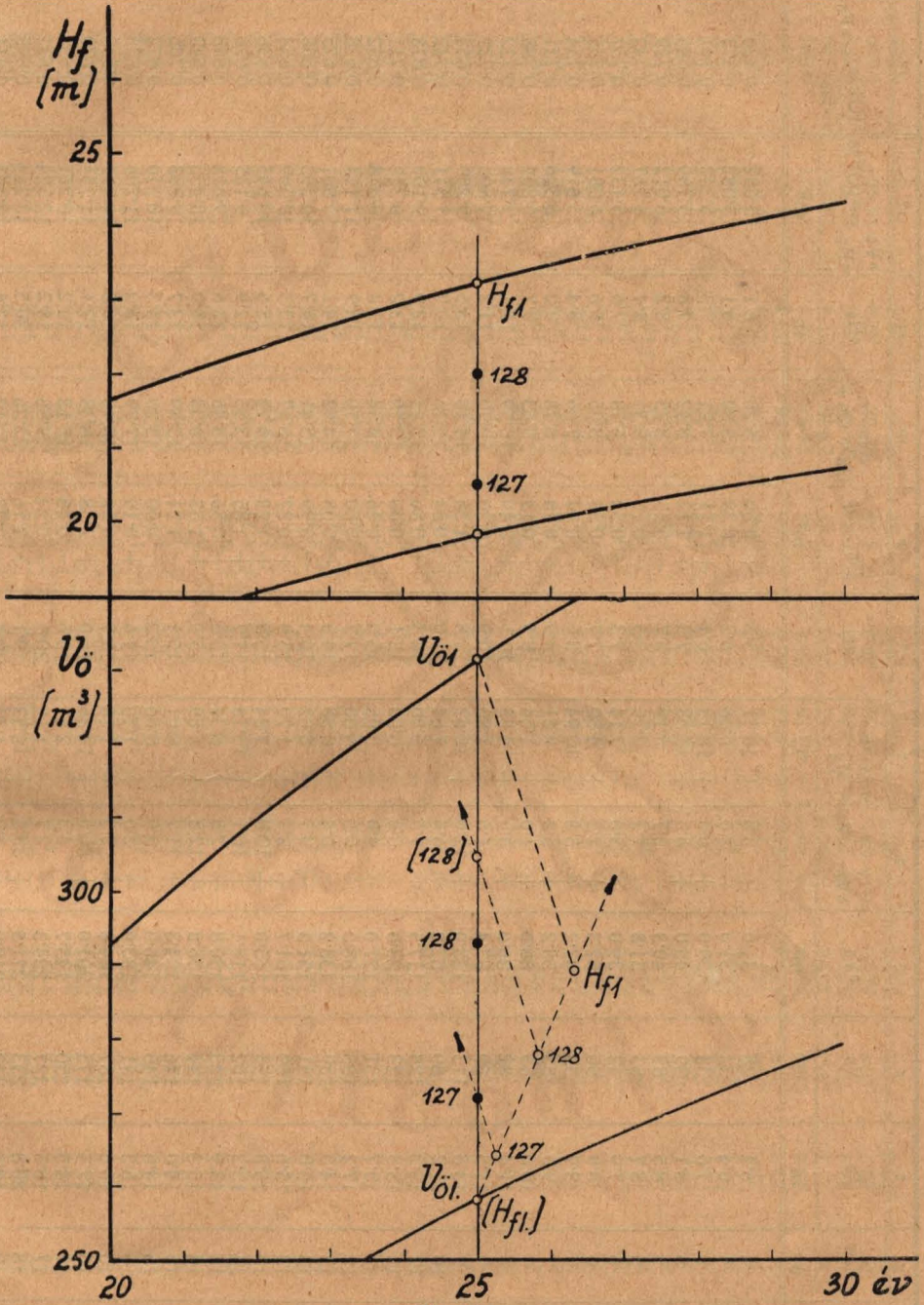
Nézzük a 21. rajzot.

A 21. rajz: kettős ábra. A felül látható két görbe a szórásmező *felsőmagassági* felső-határgörbéjének és az I. termőhelyi osztály (felsőmagassági) közép-görbéjének egy-egy darabja; az alul látható két görbe pedig a szórásmező *fatömegbeli* felső-határgörbéjének és az I. termőhelyi osztály (fatömegbeli) közép-görbéjének egy-egy darabja. A H_{f1} felsőmagassági pontnak megfelel a $V_{\delta1}$ -fatömeg-pont; a H_{f1} felsőmagassági pontnak ugyanígy a $V_{\delta1}$ -fatömeg-pont. A meghúzott ordinátán (25 éves kor) a 127. és a 128. számú minta-állományok felsőmagassága (felül) és fatömege (alul) látható. Ezeket fekete pontok jelölik.

Kérdés, hogy a 127. számú (fő-) állományban annyi összesfatömeg van-e, mint amennyinek benne a felsőmagasságához (és a minta-faállományok átlagos kezeléséhez) képest kellene lenni?

Húzzunk a $V_{\delta1}$ -ponthoz, amely a H_{f1} -pontnak felel meg, egy dőlt egyenest. (Szaggatott vonal.) Mérjük rá erre az egyenesre a $V_{\delta1}$ -pontból a H_{f1} és H_{f1} pontok között lévő felsőmagassági ordináta-darabot. Akkor megkapjuk a H_{f1} -pontot a fatömegbeli szórásmezőben. (Üres körrel jelölve.) És vigyük rá a dőlt egyenesre — szintén a $V_{\delta1}$ -pontból — a H_{f1} és a 127. számú állomány között lévő felsőmagassági ordináta-darabot is. Akkor megkapjuk a 127. sz. állomány felsőmagasságát képviselő pontot is a fatömegbeli szórásmezőben. (Üres körrel jelölve). Ha most a H_{f1} és $V_{\delta1}$ pontokat összekötő szaggatott egyenessel párhuzamos egyenest húzunk a 127. számú üres pontból kiindulva (szintén szaggatott vonal), akkor ez az egyenes, amint látjuk, pontosan keresztülhalad a 127. sz. fekete ponton. Vagyis a 127. sz. főállomány összesfatömege teljesen arányos a felsőmagasságával. — Ha azonban ezt a szerkesztést a 128. sz. állománnyal kapcsolatosan is megejtjük, akkor azt tapasztaljuk, hogy a 128. sz. főállományban kevesebb összesfatömeg van, mint amennyinek benne a felsőmagasságához képest lenni kellene.

A 127. sz. főállomány 20'5 m felsőmagasságának a 272 m³ összes-



21. rajz.

17. táblázat.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
		év	m	m^3	m^3	%	G_0	m^2	m^2	m	m^2	
1	4	64	28	310	30	1071	56	+	620	61	5082	0820
2	4	64	33	310	20	606	62	+	582	61	5082	0873
4	5	76	33	390	60	1818	61	+	721	73	5342	0741
5	5	81	39	450	60	1538	73	+	842	78	5769	0685
6	5	85	52	493	27	519	87	+	825	82	6012	0729
7	5	87	53	518	12	226	85	-	831	84	6167	0742
9	6	79	42	390	30	714	73	+	678	76	5132	0757
10	6	89	50	523	23	460	77	+	805	86	6081	0755
13	7	87	53	472	58	1094	86	-	766	84	5619	0734
14	7	95	53	582	52	981	80	+	878	92	6326	0721
15	7	100	65	660	10	154	85	+	863	97	6804	0788
18	8	114	82	860	40	488	101	+	1059	111	7748	0732
19	9	115	89	874	16	180	109	+	1070	112	7804	0729
20	9	138	113	1250	120	1062	128	+	1416	135	9259	0654
25	10	112	89	822	68	764	110	+	1016	135	7541	0742
38	12	132	125	1175	75	600	143	-	1344	129	9109	0678
39	12	135	123	1230	00	000	131	+	1310	132	9318	0711
40	12	137	131	1270	40	305	150	-	1454	134	9478	0652
41	12	172	188	1880	00	000	177	+	1770	169	11124	0628
46	13	143	139	1382	08	058	146	-	1452	141	9801	0675
47	13	150	161	1513	97	602	164	+	1541	147	10293	0668
48	13	156	159	1617	27	784	159	+	1617	153	10569	0654
49	13	158	153	1650	120	784	155	+	1672	155	10645	0636
54	14	132	102	1181	161	1578	117	+	1355	129	9155	0676
55	14	139	123	1308	78	634	136	+	1446	136	9618	0665
56	14	144	144	1568	128	889	150	+	1633	150	10453	0640
62	15	140	146	1343	117	801	151	-	1389	137	9803	0706
69	16	146	146	1460	00	000	152	+	1520	143	10210	0672
70	16	165	181	1830	20	110	176	+	1779	162	11296	0635
71	16	166	187	1848	22	118	187	-	1848	163	11337	0613
72	16	174	175	2010	260	1486	160	+	1838	171	11754	0639
77	17	145	150	1457	43	287	166	-	1612	142	10261	0637
78	17	185	227	2243	27	119	201	-	1986	182	12324	0621
82	18	208	233	2715	385	1652	191	+	2226	205	13244	0595
84	19	181	222	2190	30	135	204	-	2012	178	12303	0611

90	20	16,3	191	182,0	9,0	4,71	183	0,86	17,44	16,0	11,375	0,652
91	20	18,2	218	220,7	2,7	1,24	19,7	0,24	19,94	17,9	12,330	0,618
92	20	18,7	264	232,2	31,8	12,05	22,8	2,75	20,05	18,4	12,620	0,629
94	21	15,9	158	174,0	16,0	10,13	15,1	1,53	16,63	15,6	11,154	0,671
95	21	18,3	224	225,0	1,0	0,45	19,6	0,09	19,69	18,0	12,500	0,635
96	21	20,5	246	270,0	24,0	9,76	20,2	1,97	22,17	20,2	13,366	0,603
97	21	20,7	266	275,2	9,2	3,46	21,7	0,75	22,45	20,4	13,490	0,601
105	22	16,0	160	176,0	16,0	10,00	15,3	1,53	16,83	15,7	11,210	0,666
106	22	17,9	204	216,0	12,0	5,88	18,8	1,11	19,91	17,6	12,273	0,616
107	22	18,6	257	230,5	26,5	10,31	22,2	2,29	19,91	18,3	12,596	0,633
115	23	17,3	206	204,0	2,0	0,97	19,0	0,18	18,82	17,0	12,000	0,638
116	23	18,0	217	217,9	0,9	0,41	19,0	0,08	19,08	17,7	12,311	0,645
117	23	19,0	186	239,7	53,7	28,87	15,9	4,59	20,49	18,7	12,818	0,626
118	23	19,0	267	239,7	27,3	10,22	22,8	2,33	20,47	18,7	12,818	0,626
119	24	18,6	244	232,0	12,0	4,92	21,7	1,07	20,63	18,3	12,678	0,615
123	25	16,6	230	187,6	42,4	18,43	21,5	3,96	17,54	16,3	11,509	0,656
124	25	19,0	229	239,3	10,3	4,50	19,3	0,87	20,17	18,7	12,797	0,634
125	25	19,1	209	241,7	32,7	15,65	17,9	2,80	20,70	18,8	12,856	0,621
126	25	19,4	239	248,0	9,0	3,77	20,1	0,76	20,86	19,1	12,984	0,622
127	25	20,5	272	272,0	0,0	0,00	21,8	0,00	21,80	20,2	13,465	0,618
128	25	22,0	293	304,8	11,8	4,03	23,0	0,93	23,93	21,7	14,046	0,587
130	26	16,8	179	192,5	13,5	7,54	16,1	1,21	17,31	16,5	11,667	0,674
131	26	17,0	174	197,2	23,2	13,33	15,8	2,11	17,91	16,7	11,808	0,659
132	27	19,2	236	244,0	8,0	3,39	20,1	0,68	20,78	18,9	12,910	0,621
134	27	19,1	241	242,0	1,0	0,41	20,2	0,08	20,28	18,8	12,872	0,635
135	27	19,9	263	260,0	3,0	1,14	21,9	0,25	21,65	19,6	13,265	0,613
136	27	20,6	265	275,0	10,0	3,77	21,2	0,80	22,00	20,3	13,547	0,616
140	28	17,9	211	217,0	6,0	2,84	18,8	0,53	19,33	17,6	12,330	0,638
141	28	18,0	235	219,0	16,0	6,81	20,9	1,42	19,48	17,7	12,373	0,635
142	28	18,1	195	221,2	26,2	13,44	17,7	2,38	20,08	18,8	11,766	0,586
143	28	18,5	254	230,1	23,9	9,41	22,2	2,09	20,11	18,2	12,643	0,629
144	28	23,3	346	335,0	11,0	3,37	25,7	0,87	24,83	23,1	14,502	0,584
145	29	17,0	204	197,3	6,7	3,28	18,6	0,61	17,99	16,7	11,814	0,657
146	29	18,1	246	221,7	24,3	9,88	21,9	2,16	19,74	17,8	12,455	0,631
150	30	21,5	341	295,3	45,7	13,40	27,1	3,63	23,47	21,2	13,929	0,593
151	30	23,6	338	342,0	4,0	1,18	24,6	0,29	24,89	23,3	14,678	0,590
152	31	22,7	309	323,0	14,0	4,53	23,5	1,06	24,56	22,4	14,420	0,587
153	31	23,0	380	330,0	50,0	13,16	28,6	3,76	24,84	22,7	14,537	0,585
154	32	21,7	333	301,6	31,4	9,43	26,2	2,47	23,73	21,4	14,093	0,594
155	34	22,9	314	327,7	13,7	4,36	23,9	1,04	24,94	22,6	14,500	0,561
156	35	22,7	374	324,0	50,0	13,37	28,3	3,78	24,52	22,4	14,464	0,590
157	35	24,5	385	364,3	20,7	5,38	28,0	1,51	26,49	24,2	15,054	0,568

fatömeg teljesen megfelel; a 128. sz. állomány 22'0 m felsőmagasságának azonban a 293 m³ összesfatömeg nem felel meg teljesen. A 128. sz. főállományban a felsőmagasságával arányosan 304'8 m³ összesfatömegnek kellene lenni. [A rajzon ezt az értéket: a (128)-cal jelölt üres kör képviseli.] Ennél az állománynál tehát 11'8 m³ hiány mutatkozik.

S ezzel tulajdonképpen már elő is adtam, hogy az egyes (fő-) állományokat az összesfatömegüket illetően miképpen vettem egyöntetűségi vizsgálat alá.

A 17. táblázat 4. rovatába bevezettem az I. termőhelyi osztályba tartozó minta-állományok (főállományok) mért összesfatömegét: V_{δ} ; az 5. rovatába az egyes állományok felsőmagasságával arányos összesfatömegét: ${}^aV_{\delta}$ -értékeket, amelyeket az előadott grafikus úton állapítottam meg; a 6. rovatába az: ${}^aV_{\delta}$ - és V_{δ} -értékek különbségét: v ; a 7. rovatába pedig állományról-állományra a különbségnek a mért, vagyis a V_{δ} -fatömeg-értékhez való százalékos viszonzszámát: φ .

Kérdés, hogy a v -különbséget miért a: V_{δ} - és miért nem az: ${}^aV_{\delta}$ -értékre vonatkoztattam?

Ennek nyilván oka van.

A táblázat 8. rovatába bevezettem az egyes főállományok mért, de persze 1 ha-ra átszámított, körlapösszegét: G_{δ} . (A G_{δ} -értékek kimutatása eddig nem volt szükséges, így ezeket célszerűségi okokból csak ebbe a táblázatba vettem be.)

Az egyes állományok mért körlapösszege az állományok arányos összesfatömegének természetesen nem felelvén meg, a G_{δ} -értékeket is arányosítanom kellett. A G_{δ} -értékek arányosítását azonban a dolog természeténél fogva csak a V_{δ} -értékekre vonatkoztatott v -különbségek %-os viszonzszáma segítségével végezhettem el, mert hiszen a mért G_{δ} -értékekből kellett előállítanom az: ${}^aG_{\delta}$ -értékeket.

De vajjon a fatömegekre levezetett φ -értékekkel kiszámíthatom-e egyáltalában az arányos körlapösszeg-értékeket?

Írjunk fel az alakszámra két egyenletet:

$$1.: F = \frac{V}{G \cdot H} \quad \text{és} \quad 2.: F' = \frac{V+V \cdot \varphi}{(G+G \cdot \varphi) \cdot H}$$

A kérdés eldöntése céljából azt kell néznünk, hogy F egyenlő-e F' -tel, vagyis

$$\frac{V}{G \cdot H} = \frac{V+V \cdot \varphi}{(G+G \cdot \varphi) \cdot H} \dots\dots\dots?$$

$$\frac{V}{G \cdot H} = \frac{V(1+\varphi)}{G(1+\varphi) \cdot H} = \frac{V}{G \cdot H} \dots\dots\dots!$$

Az arányos körlapösszeg-értékeket tehát kiszámíthattam a fatömegre levezetett φ -értékek segítségével, mert az alakszám, illetve a fatömegnek a körlaphoz való viszonya, azzal nem változik meg, hogy a körlapot ugyanolyan arányban csökkentjük, vagy növeljük, mint a fatömeget.

A 17. táblázat 9. rovatába a G_{δ} φ -értékeket vezettem be, vagyis azokat a körlap-értékeket, amelyeket a G_{δ} -értékekhez hozzá kellett adnom, hogy a keresett arányos körlapösszegeket nyerjem. Ez utóbbiakat a táblázat 10. rovatába írtam.

Az egyes főállományok összesfatömeg- és körlapösszeg-értékeit, amint láttuk, megváltoztattam. És előzőleg (a 19. rajzon) azt is láttuk, hogy az átlagmagasságnak az állományok teljesen azonos (illetve átlagos) kezelése esetében következetesen 0'3 m-rel kellene kisebbnek lennie a felsőmagasságnál. Ennek következtében az egyes főállományok átlagmagasságának most már nem az állományonként „mért” átlagmagasságot vettem, hanem az állományonként „mért” felsőmagasságnál mindég 0'3 m-rel kisebb magassági értéket.

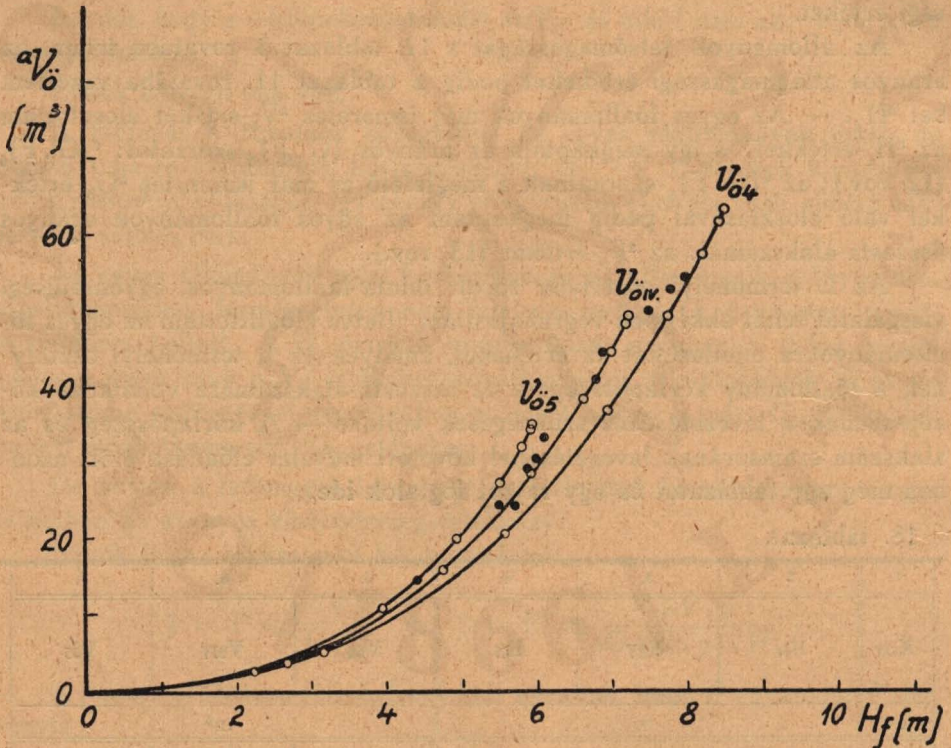
Az állományok felsőmagasságát a 17. táblázat 3. rovatába írtam, az arányos átlagmagassági értékeket pedig a táblázat 11. rovatába vezettem be: aH_a . — Az egyes főállományok már ismeretes ${}^aV_{\delta}$ -értékét elosztottam az aH_a -értékkel, s így megkaptam az arányos $(G \cdot F)_{\delta}$ -szorzatot: ${}^a(G \cdot F)_{\delta}$ (12. rov.); az ${}^a(G \cdot F)_{\delta}$ -szorzatnak a megfelelő és már ismeretes ${}^aG_{\delta}$ -értékei való elosztásával pedig megkaptam az egyes főállományok arányos összesfa-alakszámát: az ${}^aF_{\delta}$ -értéket (13. rov.).

Az I. termőhelyi osztályba sorolt minta-főállományok egyöntetűségi vizsgálatát tehát ekképpen végrehajtottam, illetve előállítottam az egyes főállományokra mindazokat az értékeket, amelyek az I. termőhelyi osztálynak a főállomány körlapösszegére és összesfa-alakszámára vonatkozó közép-számsora levezetéséhez szükségesek voltak. — A körlapösszeg és az alakszám számsorának levezetésénél követett művelet előadása előtt azonban még egy táblázatot és egy rajzot foglalok ide.

18. táblázat.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Kor	H _{I4}	H _{IV}	H _{I5}	V ₆₄	V _{6IV}	V ₆₅
év	m			m ³		
5	3'1460	2'67300	2'20	5'027	3'629	2'231
10	5'5603	4'75515	3'95	21'048	15'938	10'828
15	6'9257	5'92785	4'93	37'049	28'534	20'019
20	7'7347	6'61235	5'49	49'338	38'303	27'268
25	8'2077	7'00385	5'80	57'579	44'854	32'129
30	8'4512	7'19560	5'94	62'036	48'296	34'556
35	8'5080	7'22400	5'94	63'368	49'187	35'006

8.	9.	10.	11.	12.	13.
Sorszám	H_f	V_{δ}	aV_{δ}	$v = aV_{\delta} - V_{\delta}$	$\frac{v \times 100}{V_{\delta}} = \varphi$
	m	m^3	m^3	m^3	%
27	4.4	8	14.7	+ 6.7	+ 83.75
28	4.4	9	14.7	+ 5.7	+ 63.33
29	5.7	14	24.3	+ 10.3	+ 73.57
50	5.5	19	24.2	+ 5.2	+ 27.37
63	5.9	16	29.0	+ 13.0	+ 81.25
73	6.0	16	30.5	+ 14.5	+ 90.63
85	6.1	24	33.2	+ 9.2	+ 38.33
98	6.8	44	41.0	- 3.0	- 6.82
108	8.0	56	53.5	- 2.5	- 4.46
120	7.5	53	50.0	- 3.0	- 5.66
121	7.8	29	53.0	+ 24.0	+ 82.76
137	6.9	28	44.6	+ 16.6	+ 59.29



22. rajz.

A 18. táblázat első részébe (1—7. rov.) bevezettem a IV. termőhelyi osztályra már ismeretes felsőmagassági és fatömegbeli határérték-sorok, illetve középérték-sorok tagjait; a táblázat második részébe (8—13. rov.)

pedig beírtam a IV. termőhelyi osztályba sorolt állományokat, illetve azok H_r , V_{δ} , ${}^aV_{\delta}$, v - és φ -értékeit. — A φ -értékek, amint látjuk, túlnyomórészt nagyok és pozitív előjelűek, vagyis az egyes főállományok összesfatömege a felsőmagasságukkal arányos fatömegnél viszonylag jóval kisebb. Mindössze a 98., 108. és a 120. sz. állomány V_{δ} -fatömege nagyobb 3'0, 2'5, illetve 3'5 m^3 -rel az ${}^aV_{\delta}$ -fatömegnél.

A 22. rajzon a 18. táblázat 5—7. rovatában lévő érték-sorokat képviselő fatömeg-görbékét mutatom be a 2—4. rovatban lévő felsőmagassági értékek függvényeképpen, s közöttük, kis fekete pontokkal jelölve, az egyes minta-főállományokat az arányos fatömegükkel felhordva. Ezzel a rajzzal mintegy a 15. rajzon látható két ábrát egészítem ki, s vele azt akarom könnyen átláthatóvá tenni, hogy a záródás és a fatömeg nem áll egymással olyan szoros kapcsolatban, mint amilyen fennforgását esetleg remélhetők. (Kitűnt ez egyébként már a 15. rajzon is.)

A főállományok záródása és az összesfatömege között fennálló összefüggés számszerű mértékének megállapításával azonban ebben a dolgozatomban éppen úgy nem foglalkozhatom behatóbban, mint ahogyan azzal az egyébként szintén lényeges kérdéssel sem, hogy ezeknek a főállományoknak — vagyis a IV. termőhelyi osztályba sorolt állományoknak — a fatömege a többiekéhez képest általában és viszonylag azért kisebb-e, mert általában véve viszonylag erőteljesebb gyéritéseknek voltak kitéve, vagy pedig azért, mert az akácnak eleve meg nem felelő termőhelyi viszonyok között nőtték?

Ezeket a kérdéseket egyelőre nyílt kérdéseknek tekintem.

S most áttérek a VII-tel jelölt kérdés lezárására.

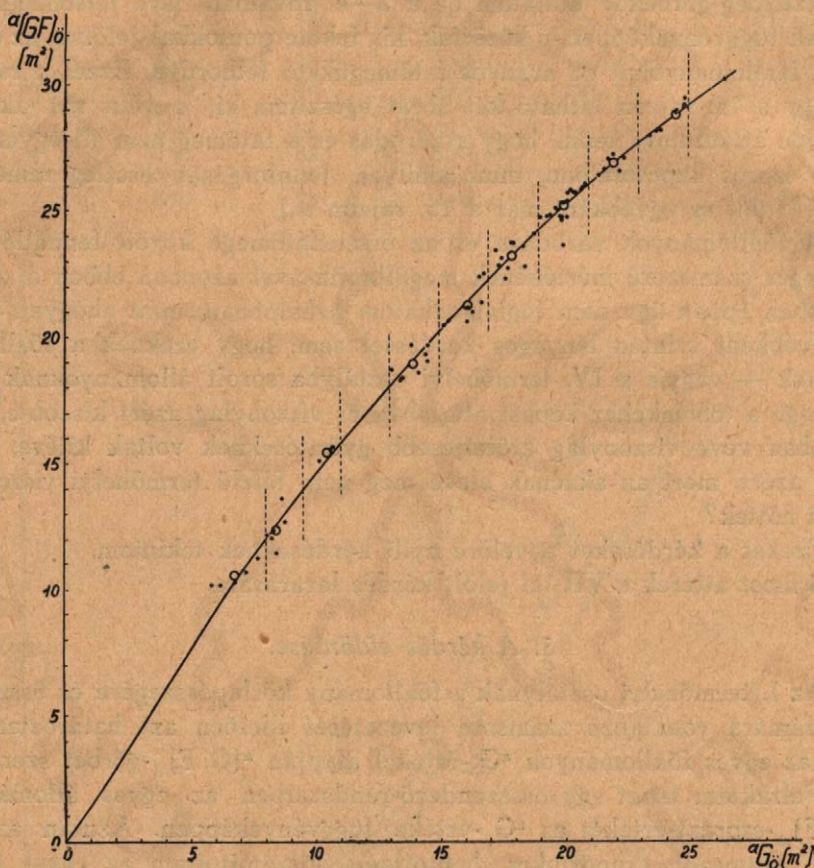
3. A kérdés eldöntése.

Az I. termőhelyi osztálynak a főállomány körlapösszegére és összesfalakszámára vonatkozó számsora levezetését illetően azt határoztam el, hogy az egyes főállományok ${}^aG_{\delta}$ -értékei alapján ${}^a(G.F)_{\delta}$ -görbét szerkeszték. Felraktam tehát egy összerendező-rendszerben az egyes állományok ${}^a(G.F)_{\delta}$ -szorzat-értékét az ${}^aG_{\delta}$ -értéke függvényeképpen. Azután az így nyert pontmezőt csoportokra bontottam; kiszámítottam az egyes pontcsoportok súlypontját; a súlypontokat beraktam a pontmezőbe, s a súlypontoknak megfelelően megrajzoltam a kívánt ${}^a(G.F)_{\delta}$ -görbét.

Az ${}^a(G.F)_{\delta}$ -görbét a 23. rajzon mutatom be. A görbén keresztül húzott függőleges szaggatott vonalak az egyes pontcsoportok határát jelölik; a kis fekete pontok az egyes állományok ${}^a(G.F)_{\delta}$ -értékét képviselik; a nagy üres körök pedig a pontcsoportok súlypontját mutatják.

A pontok, amint a rajzon látjuk, csak igen kis szórást mutatnak. Ennek a körülménynek természetesen kettős oka van: egyrészt a pontokat előzőleg „közös nevezőre” hoztam, másrészt pedig az ${}^aG_{\delta}$ -értékek függ-

vényeképpen olyan szorzat-értékeket hoztam fel, amelyekben az egyik tag az alapul vett ${}^aG_{\delta}$ -érték. Így a pontok (elméletileg) csak az ${}^aF_{\delta}$ -értékekből kifolyólag mutathatnak szórást. A szórásmezőben mindössze négyöt olyan pont van, amely a többi közül többé-kevésbé kiüt. Ezen azonban nyilván nem csodálkozhatunk; az ilyen természetű vizsgálatoknak számtalan hibaforrása van. (Gondoljunk csak pl. a sok közül a fatömegbecslésre.)



23. rajz.

Az ${}^a(G.F)_{\delta}$ -görbe megrajzolása után kiszámítottam az 1. termőhelyi osztályra már ismeretes $V_{\delta 1}$ -számsor egyes értékeinek a $H_{\delta 1}$ -számsor megfelelő értékével való elosztása útján a termőhelyi osztály $(G.F)_{\delta 1}$ -szorzat számsorának egyes értékeit. (19. tábl. 2—4. rov.)

A termőhelyi osztály így nyert $(G.F)_{\delta 1}$ -értékeit megkerestem a szerkesztett ${}^a(G.F)_{\delta}$ -görbén, s visszafelé az ${}^aG_{\delta}$ -abszcisszáról leolvastam a $(G.F)_{\delta 1}$ -szorzat-értékekhez tartozó $G_{\delta 1}$ -értékeket. A $G_{\delta 1}$ -értékekből a

19. táblázat.

1.	2.	3.	4.	5.	6.
Kor	$V_{\delta I}$	$H_{\delta I}$	$\frac{V_{\delta I}}{H_{\delta I}} = (GF)_{\delta I}$	$G_{\delta I}$	$\frac{(GF)_{\delta I}}{G_{\delta I}} = F_{\delta I}$
év	m^3	m	m^2		
5	41'514	7'66668	5'415	7'19	0'753
10	117'022	13'13933	8'906	12'87	0'692
15	180'823	16'31873	11'081	16'96	0'653
20	226'871	18'38187	12'342	19'52	0'632
25	258'147	19'74432	13'074	21'22	0'616
30	279'449	20'63025	13'546	22'40	0'605
35	291'669	21'14195	13'796	23'05	0'599

1.	7.	8.	9.	10.
Kor	$H'_{\delta I}$	$\frac{V_{\delta I}}{H'_{\delta I}} = (GF)'_{\delta I}$	$G'_{\delta I}$	$\frac{(GF)'_{\delta I}}{G'_{\delta I}} = F'_{\delta I}$
év	m	m^2		
5	7'51675	5'513	7'30	0'755
10	12'96405	9'027	13'06	0'691
15	16'13375	11'208	17'23	0'650
20	18'19135	12'471	19'83	0'629
25	19'54835	13'206	21'57	0'612
30	20'42375	13'683	22'77	0'601
35	20'92715	13'937	23'44	0'595

termőhelyi osztályra előálló körlapösszeg-számsor símaságát a számsor különbségi sorának az életkor szerint való felhordásával ellenőriztem. A körlapösszeg-számsort a 19. táblázat 5. rovatába vezettem be.

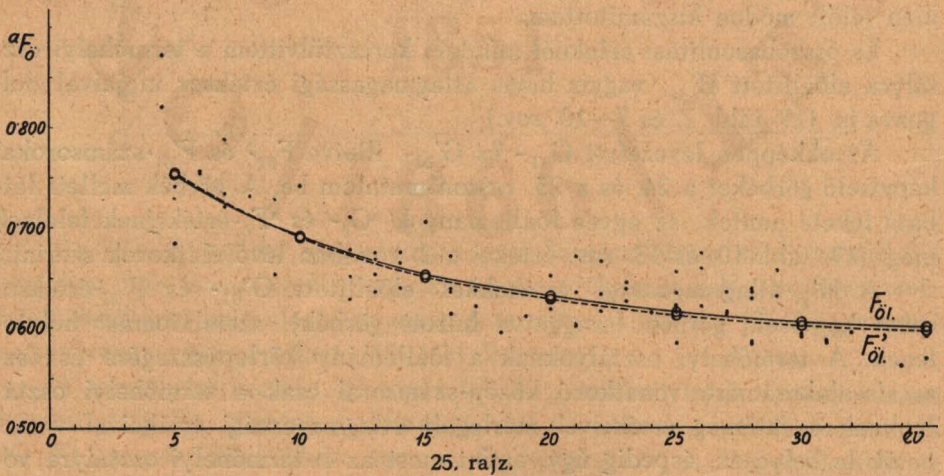
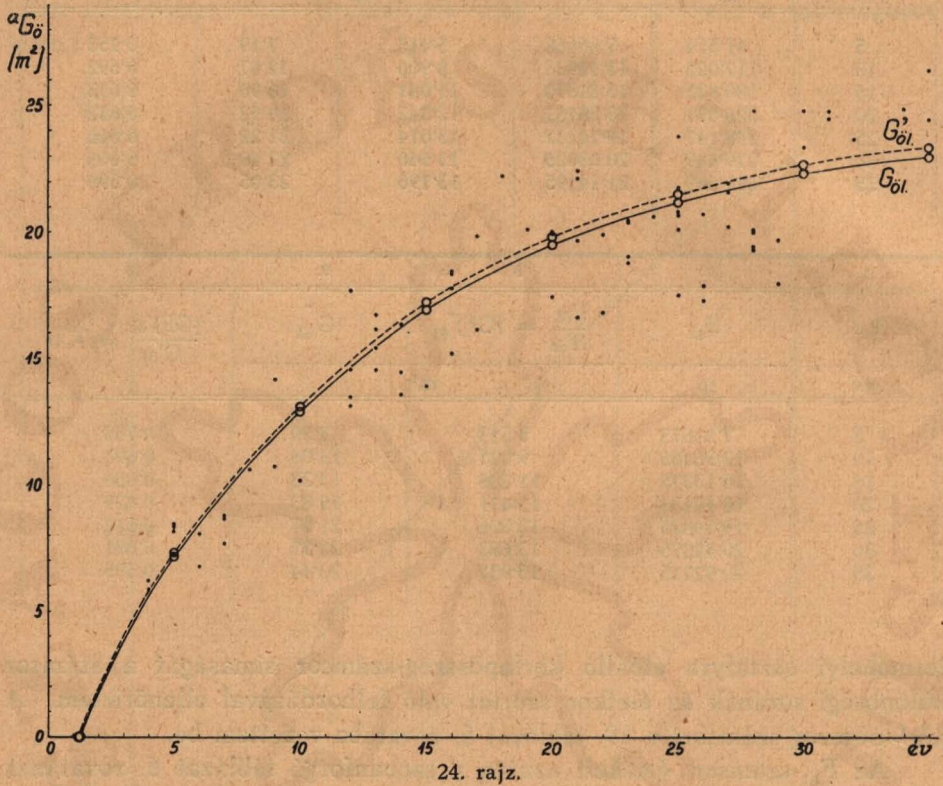
Az $F_{\delta I}$ -számsor értékeit azután a szóbanforgó táblázat 6. rovatának élén jelölt módon kiszámítottam.

Es összehasonlítási célokból mindezt keresztülvittem a termőhelyi osztályra előállított $H'_{\delta I}$, vagyis hibás átlagmagassági értéksor tagjaival dolgozva is. (19. tábl. 2. és 7—10. rov.)

Az ekképpen levezetett $G_{\delta I}$ - és $G'_{\delta I}$, illetve $F_{\delta I}$ - és $F'_{\delta I}$ -számsorokat képviselő görbéket a 24. és a 25. rajzon mutatom be. A görbék mellett látható fekete pontok az egyes főállományok ${}^aG_{\delta}$ - és ${}^aF_{\delta}$ -értékeinek felelnek meg. (17. tábl. 10. és 13. rov. értékei a 2. rov.-ban lévő életkorok szerint.)

A $H'_{\delta I}$ -átlagmagassági értékekkel előállított $G'_{\delta I}$ - és $F'_{\delta I}$ -értéksorokat képviselő görbék (szaggatva húzott görbék), szemlátomást helytelenek. A termőhelyi osztályoknak a főállomány körlapösszegére és összesfa-alakszámára vonatkozó közép-számsorai csak a termőhelyi osztályoknak a fatömeg értékeivel mérlegelt átlagmagassági értékeivel vezethetők le helyesen, éspedig úgy, amint most az I. termőhelyi osztályra vo-

natkozóan előadtam. Természetes azonban, hogy adott esetben a kevés minta-faállománnyal rendelkező termőhelyi osztályok körlapösszeg-szám-sorának előállítására a mértani haladványok ismert törvényei szintén előnyösen alkalmazhatók.



S ezek után meg kell még jegyezmem, hogy a VII. 1. alatt mondottak értelmében az egyes főállományok ${}^a(G.F)_\delta$ -szorzat-értékeinek alapján (az aF -értékek felhasználásával) persze alakszám-görbét is szerkeszthetem volna (vagy fordítva), s akkor nem a $G_{\delta 1}$ -értékeket, hanem az $F_{\delta 1}$ -értékeket határoztam volna meg először. Az összesfa-alakszám görbéje azonban, amint tudjuk, a végtelenből jön, s így a kezdő pontja bizonytalan. Ezért helyesebbnek tartottam, hogy az ${}^aG_\delta$ - és ${}^a(G.F)_\delta$ -értékekből ${}^a(G.F)_\delta$ görbét szerkesszek, mert ennek kezdő pontja az összrendező-rendszer 0-pontja lévén, a kezdő szakaszának helyes meghúzását biztosabbnak láttam. — Az, hogy abszcisszául az ${}^aG_\delta$ -t vettem, kizárólag rajztechnikai okokból történt. — Adott esetben a körlapösszeg-értékeket persze három tizedes számjegynyi pontossággal lehetne előállítani, hogy az alakszám-sorokra teljesen síma futású sorokat nyerjünk, bár az alakszám-sorok jelentősége ilyenképpen elenyészővé válik.

Végül is a termőhelyi osztályoknak a főállomány körlapösszegére és összesfa-alakszámára vonatkozó számsorai levezetésére az előadott eljárást tartom a leghelyesebbnek, mégpedig egyrészt azért, mert így a már levezetett összesfatömeg- és átlagmagasság-számsorokkal a lehető legszorosabb kapcsolatban álló körlapösszeg- és összesfa-alakszám-számsorok nyerhetők, másrészt pedig azért is, mert így a már levezetett számsorok utólagos egyengetése elmarad, ami tekintélyes munkamegtakarítást jelent.

Befejezés.

Az előzőkben a fatermési táblák szerkesztésének alapkérdéseit abban a sorrendben tárgyaltam, amelyben az egyes kérdéseket egy fatermési tábla megszerkesztése esetében oldanám meg. Az egyes kérdésekkel kapcsolatban röviden összefoglaltam a megoldás terén eddig történeteket, s miután a történetek kifogásolható oldalára rámutattam, előadtam esetről-esetre azt a megoldási módot, amelyet a történetesen feltett kérdés megoldására a leghelyesebbnek tartok. Természetes azonban, hogy a vizsgálataim előbbrevitelével egyreinkább csak a saját fejtegetéseimet adtam elő, mert nem láttam annak semmi célját sem, hogy bizonyos kérdéseket illetően a szakirodalomban található olyan megoldási módokat tárgyaljak, amelyek alól a szilárd talajt már valamely előző megállapítással kivettem. S különben is igyekeztem minden tekintetben rövid lenni; legkevésbé sem törekedtem arra, hogy az értekezésemet az egyébként rendelkezésemre álló számtalan szakirodalmi idézettel kibővítssem. Törekvésem az volt, hogy a szakirodalomból mintegy összevonjam a mi erdőgazdasági adottságaink mellett szóba jöhető szerkesztési-eljárás-komplexum lényegét, s annak bírálati szemléletével párhuzamosan konkrét alapanyagot mutassak be egy olyan szerkesztési-eljárás-sort, amellyel a fatermési táblák

szerkesztésének alapkérdései a fatermési táblák céljának jegyében úgy oldhatók meg, hogy az egyes kérdések megoldásának eredményeképpen nyerhető számsorok mind az életkor, mind a termőhelyi minőség változásával egymással a lehető legszorosabb szervi és okozati kapcsolatban állnak.

Ez a szerkesztési-eljárás-sor átnézetes alakban a következő:

1. Ha a minta-faállományok összességét az élettani felsőmagasság tekintetében egyöntetűnek vehetjük, akkor az életkor függvényeképp felrakjuk az egyes minta-faállományok felsőmagasságát, s levezetjük a szórásmező határgörbéit, illetve határérték-sorait.

2. A felsőmagassági szórásmező határérték-sorainak birtokában a *Fekete Lajos*-féle mértani haladványos eljárással 3—4 ideiglenes jellegű termőhelyi osztályt alakítunk, s az egyes minta-faállományokat besorozzuk az ideiglenes termőhelyi osztályokba.

3. Felrakjuk a felsőmagasság függvényeképp a legtöbb minta-faállománnyal rendelkező két ideiglenes termőhelyi osztály főállományainak összesfatömegét, s levezetjük külön-külön a két termőhelyi osztálynak a főállomány összesfatömegére vonatkozó közép-görbéjét, illetve közép-számsorát.

4. A felsőmagasság függvényeképp ismeretessé vált fatömegbeli két közép-számsor birtokában előállítjuk a szóbanforgó ideiglenes két termőhelyi osztályra az életkor függvényeképp már szintén ismeretes felsőmagassági közép-számsornak megfelelő fatömegbeli közép-számsort.

5. A szóbanforgó ideiglenes két termőhelyi osztálynak az életkor függvényeképp már ismeretes fatömegbeli közép-számsora birtokában megállapítjuk, hogy az alakított ideiglenes termőhelyi osztályok száma esetleg elegendő-e, s ha nem, akkor előállítjuk a fatömegbeli szórásmező határértéksorait.

6. A fatömegbeli szórásmező határérték-sorainak birtokában eldöntjük a termőhelyi osztályok végleges számát.

7. Megalakítjuk a végleges termőhelyi osztályokat (úgy a felsőmagassági, mint a fatömegbeli lehatárolt szórásmezőben), s a minta-faállományokat besorozzuk a felsőmagasságuk alapján a végleges termőhelyi osztályokba.

8. Felhordjuk a felsőmagasság függvényeképp a minta-faállományok (főállományok) átlagmagasságát, s megállapítjuk a felsőmagasság és az átlagmagasság között átlagosan fennálló különbség értékét.

9. A felsőmagasság és az átlagmagasság között átlagosan fennálló különbség értékének birtokában előállítjuk a (végleges) termőhelyi osztályok felsőmagassági határérték-sorainak megfelelő átlagmagassági határérték-sorokat.

10. A termőhelyi osztályok átlagmagassági határérték-sorainak és a

már előzőleg ismeretessé vált fatömegbeli határérték- és középérték-sorainak birtokában előállítjuk a termőhelyi osztályokon koronként átvágó értékekből a termőhelyi osztályok átlagmagassági közép-számsorát.

11. Meghatározzuk az egyes minta-faállományok főállományára vonatkozóan a felsőmagassággal arányos összesfatömeg-, körlapösszeg-, átlagmagasság- és tömegkörlap-értéket.

12. Felhordjuk az arányos körlapösszeg függvényeképp az egyes termőhelyi osztályok (fő-) állományainak arányos tömegkörlap-értékét és tömegkörlap-görbét szerkesztünk. (Ezt a műveletet esetleg csak a legtöbb minta-faállománnyal rendelkező két végleges termőhelyi osztályra hajtjuk végre.)

13. Kiszámítjuk a termőhelyi osztályoknak a főállomány tömegkörlapjára vonatkozó számsorát, s megállapítjuk az egyes értékekhez tartozó körlapösszeg-értéket a szerkesztett megfelelő tömegkörlap-görbe révén. (Ezt a műveletet esetleg csak a legtöbb minta-faállománnyal képviselt két végleges termőhelyi osztályra hajtjuk végre, a többire pedig a körlapösszeg-számsorokat a két termőhelyi osztály közvetlenül levezetett körlapösszeg-számsora révén állítjuk elő.)

14. A termőhelyi osztályoknak a főállomány tömegkörlapjára és körlapösszegére vonatkozó számsorai birtokában kiszámítjuk a termőhelyi osztályoknak a főállomány összesfa-alakszámára vonatkozó számsorát.

Mint lényeges szerkesztési jellegzetességet megemlítem még egyszer itt is, hogy így eljárva, a már levezetett számsorok utólagos egyengetésének szükségességét eleve kizárjuk.

S ezek után még csak a termőhelyi osztályoknak a főállomány átlagos átmérőjére és törzsszámára vonatkozó számsorai levezetéséről szólok röviden. A fatermési táblák többi számsorainak levezetése ugyanis részint gépies munkát jelent, részint pedig már minden tekintetben megoldottnak vehető. (Lásd ezt illetően *Fekete Z.*: „Akác-fatermési táblák a magyar Alföld számára” c. művét. — 76.)

15. Felhordjuk az azonos termőhelyi osztályba tartozó (fő-) állományok körlapösszegének függvényeképp az egyes (fő-) állományok átlagfájának mellmagassági átmérőjét, s átmérő-görbét szerkesztünk, amelyről leolvassuk a termőhelyi osztályra már ismeretes körlapösszeg-számsor egyes értékeihez tartozó átlagátmérő-értéket. Azután körlaptáblákból kiolvassuk az átlagátmérő-értékeknek megfelelő körlapértékeket. Ezekkel elosztjuk a termőhelyi osztály megfelelő körlapösszeg-értékét, s akkor megkapjuk végeredményképpen a törzsszám-számsort. Az így nyert törzsszám-számsort képviselő görbét az életkor függvényeképp összehasonlítjuk a felvételi adatokból szerkeszthető törzsszám-görbével.

Meggyőződésesem, hogy ekképpen a termőhelyi osztályoknak a főállomány átlagos átmérőjére és törzsszámára is olyan számsorokat vezetünk le, amelyek a már levezetett egyéb számsorokkal szintén szervi és okozati kapcsolatban állanak.

A mértani haladványok törvényeit természetesen ezen a téren is hasznosíthatjuk. Azonban mindég azoknak a termőhelyi osztályoknak a számsorai-ból térjünk át más termőhelyi osztályok számsorának a levezetésére, amelyekbe több minta-faállomány jutott. Tehát mindég a *többről* következtesünk a *kevesebbre*. Mert egyébképpen az eljárásunk eleve indokolatlan volna.

Irodalom.

1. *Badische Forstpolicei-Direction*: Erfahrungen über die Holzhaltigkeit geschlossener Waldbestände bei verschiedener Betriebsweise und über die Derbräume der Holzmasse. 1. Heft. Karlsruhe, 1838; 2. Heft. Karlsruhe, 1840. G. Braun.
2. *Barger*: A termőhelyi jóság megállapítása. Erdészeti Lapok, 1898. 345—347. old.
3. *Bartha A.*: A lúcfenyőről. Erd. Kísérletek, 1906. 119—148. old. — 1907. 1—21. old.
4. *Baur*: Untersuchungen über die Normalformzahlen der Fichte. Monatschrift für das Forst- u. Jagdwesen, 1876. S. 49—72.
5. — Untersuchungen über die Brusthöhenformzahlen der Fichte. Monatschrift für das Forst- u. Jagdwesen, 1876. S. 97—116.
6. — Die Fichte in Bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form. Stuttgart, 1876. A. Müller. — Berlin, 1877. J. Springer.
7. — Ein einfaches Bonitierungsverfahren für die Waldungen. Monatschrift für das Forst- u. Jagdwesen, 1877. S. 1—15.
8. — Ueber die Aufstellung von Holzertragstafeln. Monatschrift für das Forst- u. Jagdwesen, 1878. S. 1—21. u. 49—85.
9. — Die Rotbuche in Bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form. Berlin, 1881. P. Parey.
10. — Zur Lehre von der mittleren Bestandeshöhe. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 1882. S. 549—556.
11. *Beckmann*: Anweisung zu einer pfleglichen Forstwirtschaft. Chemnitz, 1759. Stössel.
12. *Belházy*: Az államerdőkben alkalmazandó erdőrendezési eljárás alapelveiről. Erdészeti Lapok, 1876. 297—309; 360—368. és 411—424. old.
13. *Bernhardt, A.*: Geschichte des Waldeigenthums, der Waldwirthschaft und Forstwissenschaft in Deutschland. Bd. I. (Von den ältesten Zeiten bis zum Jahre 1750.) Berlin, 1872. — Bd. II. (Von 1750 bis 1820.) Berlin, 1874. — Bd. III. (Von 1820 bis 1860.) Berlin, 1875. J. Springer.
14. *Béky*: Tölgy sarjerdő fatermési táblája. Erdészeti Lapok, 1908. 449—502. old.
15. *Blankmeister—Mertz*: Untersuchungen über die Brauchbarkeit von Florentypen im Riesengebirge. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 1929. S. 344—353.
16. *Bloch*: Ueber Ertragstafeln für schlagweise bewirthschaftete Hochwaldbestände. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1889. S. 229—235.
17. *Borggreve*: Die neuen Ertragstafeln der deutschen forstlichen Versuchsanstalten und die aus denselben zu ziehenden Folgerungen, insbesondere betreffs gemeinwirthschaftlich vortheilhaftesten Haubarkeitsalters. Forstliche Blätter, 1883. S. 353—376.

18. *Borgmann*: Wie sind die Ergebnisse der neuen forstlichen Ertragsuntersuchungen nach ihrem wissenschaftlichen und praktischen Wert zu beurteilen? Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1913. S. 397—412.
19. *Böhmerle, K.*: Ueber vergleichende Zuwachsuntersuchungen. Centralblatt für das gesammte Forstwesen, 1895. S. 241—245.
20. — Bestandesdichte und Bestandeshöhe. Centralblatt für das gesamte Forstwesen, 1903. S. 97—119.
21. *Braza*: Ertragstafeln für die Kiefer. Im Auftrage des Vereins deutscher forstlicher Versuchs-Anstalten bearbeitet von W. Weise. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 1881. S. 179—187.
22. — Ueber die Bedeutung der Standortsanalysen zur Feststellung der Standortbonität. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 1881. S. 273—279.
23. — Graphische Methode oder Weiserverfahren bei Aufstellung von Ertragstafeln? Forstwissenschaftliches Centralblatt, 1887. S. 273—289.
24. *Breymann, K.*: Tafeln für Forst-Ingenieure und Taxatoren. Wien, 1859. W. Braumüller.
25. *Brumhard*: Ueber die Ermittlung der Bodenkraft, und ihren Einfluß auf den Holzertrag. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1834. S. 5—8, 9—11. u. 13—15.
26. *Bund*: Luczfenyőre vonatkozó fatermési tábláink összehasonlítása. Erdészeti Lapok, 1898. 797—806. old.
27. — Még néhány szó a luczfenyő-fatermési táblákról. Erd. Lap., 1898. 1149. old.
28. — Egyszerű helyi fatermési táblák. Erdészeti Lapok, 1921. 433—435. old.
29. *Burckhardt, H.*: Fichte und Kiefer in Bezug auf Form, Sortiment und Inhalt nebst anderen Hülftafeln für Forstmänner. Hannover, 1856. C. Rümpler.
30. — Hülftafeln für Forsttaxatoren und zum forstwirtschaftlichen Gebrauch. Hannover, 1861. — 2. Heft. Hannover, 1873. C. Rümpler.
31. *Busse*: Die Ausgleichsrechnung und ihre Bedeutung für die Beurteilung forstlicher Fragen. Stuttgart, 1912. E. Ulmer.
32. — Zuwachsprozenttafel. Hannover, 1931. M. u. H. Schaper.
33. *Busse—Jaehn*: Wachsraum und Zuwachs. Mitteilungen aus der Sächsischen forstlichen Versuchsanstalt zu Tharandt. Berlin, 1925. Bd. II. S. 199—281.
34. *Cajander, A. K.*: Ueber Waldtypen. Acta Forestalia Fennica, 1909. (1.) S. 1—175.
35. — Was wird mit den Waldtypen bezweckt? Acta Forestalia Fennica, 1923. (25.) S. 1—16.
36. — Wesen und Bedeutung der Waldtypen. Silva Fennica, 1930. (15.) S. 1—66.
37. *Cajander, A. K.—Ilvessalo, Y.*: Ueber Waldtypen II. Acta Forestalia Fennica, 1921. (20.) S. 1—77.
38. *Cajanus*: Ueber die Entwicklung gleichaltriger Waldbestände. Acta Forestalia Fennica, 1914. (3.) S. 1—142.
39. *Cotta*: Hülftafeln für Forstwirthe und Forsttaxatoren. Dresden, 1821. Arnoldische Buchhandlung.
40. *Danckelmann*: Die Fichte in Bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form. Von Dr. Franz Baur. Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen, 1878. S. 155—163.
41. — Die Rothbuche in Bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form. Von Dr. Franz Baur. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, 1882. S. 481—486.
42. *Dieterich*: Eine neue Kiefern-ertragstafel. Forstliche Wochenschrift Silva. 1921. S. 257—258.
43. — Hilfszahlen zur Vorrats-, Ertrags- und Zuwachsschätzung in reinen Fichtenbeständen. Forstliche Wochenschrift Silva, 1922. S. 81—87.
44. — Hilfszahlen zur Ertrags- und Zuwachsschätzung in reinen Weißtannenbeständen. Forstliche Wochenschrift Silva, 1922. S. 337—342.

45. — Aus den Aufnahmeergebnissen von Durchforstungsversuchen in Fichtenbeständen. Forstliche Wochenschrift *Silva*, 1924. S. 1—7; 17—23; 26—30; 35—38. und 41—47.
46. — Aus den Ergebnissen von Durchforstungsversuchen in Buchenbeständen. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1924. S. 566—577. — 1925. S. 16—35. u. 41—50.
47. — Hilfszahlen zur Bonitierung, Vorrats- und Zuwachsschätzung in reinen Buchenbeständen. Forstliche Wochenschrift *Silva*, 1925. S. 57—63. u. 65—71.
48. *Eberhad*: Ertragsuntersuchungen in Buchenbeständen. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 1899. S. 160—163.
49. — Graphische Darstellung der Ertragstafeln für die Praxis. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1902. S. 233—234.
50. — Tafeln zur Bonitierung und Ertragsbestimmung nach Mittelhöhen. Tübingen, 1902. Im Selbstverlag des Verfassers. (IV. Aufl., Langenbrand, Württ., 1930.)
51. — Die Normalertragstafeln im Dienste der Praxis. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 1912. S. 155—162.
52. *Eichhorn*: Ertragstafeln für die Weißtanne. Berlin, 1902. J. Springer.
53. — Beziehungen zwischen Bestandeshöhe und Bestandesmasse. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1904. S. 45—49.
54. *Eide*: Richtlinien für das Studium der Zuwachsgesetze. Verhandlungen des Internationalen Kongresses Forstl. Versuchsanstalten, Stockholm, 1929. S. 280—286.
55. *Endres*: Ueber die mathematische Interpolation der Ertragstafelkurven. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1889. S. 88—93.
56. — Wachstum und Ertrag der Weymoutskiefer. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1890. S. 206—211.
57. *Erdödi*: A fatermési és növekvési táblákról, azok összeállítása és használatá módjáról. Erdészeti Lapok, 1862. 99—117; 131—142; 163—174. és 221—272. old.
58. — A bródi határozred erdősegeinek leírása. Erdészeti Lapok, 1866. 207—219; 254—265; 314—318; 352—358. és 400—406. old.
59. *Fabricius—Oudin—Gillebaud*: Richtlinien für die Ausführung von Ertragsuntersuchungen. München, 1936. Wolf u. Sohn.
60. *Faustmann*: Die Stammzahl in ihrem Verhältnisse zur Holzmasse der Bestände. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 1855. S. 324—327.
61. *Feistmantel*: Allgemeine Waldbestandstafeln oder übersichtliche Darstellung der vorzüglichsten Wachstums- und Holztrags-Verhältnisse der Forste. Wien, 1854. W. Braumüller.
62. *Fekete L.*: A dobrócsi és karámi erdőgondnokságok luczfenyveseinek növekvési viszonyai a Véporhegység észak-nyugati lejtőin. Erd. Lapok, 1898. 121—146. old.
63. — A dobrócsi luczfenyő fatermési táblák ügyében. Erdészeti Lapok, 1898. 1014—1024. old.
64. — Tanulmány a lucfenyő törzsek átlagos alakú és térfogatú viszonyairól, a Véporhegységben felvett adatok alapján. Erdészeti Kísérletek, 1901. 37—52. old.
65. — Tanulmány az egykorú luczfenyvesek növekvésének és átlagfájának viszonyairól, a Véporhegység elsőrendű termőhelyein, a dobrócsi és karámi erdőgondnokságok területén felvett adatok alapján. Erdészeti Kísérletek, 1902. 1—9. old.
66. — Tanulmány az egykorú luczfenyvesek vastagsági összetételéről, a Véporhegység elsőrendű termőhelyein felvett adatok alapján. Erdészeti Kísérletek, 1902. 81—97. old.
67. — Szabályos egykorú erdőkben keletkező mellékállomány meghatározásának egy módja. Erdészeti Kísérletek, 1903. 43—49. old.
68. — Tanulmány az ungmegyei bükk őserdők faállományának szerkezetéről. Erdészeti Kísérletek, 1906. 105—118. old. — 1909. 8—28. old.

69. — Előhaladás a lúcyenyő erdők vastagsági összetétele elméletének és az ú. n. mellékállomány kiválásának felfogásában. Erdészeti Kísérletek, 1909. 162—164. old.
70. *Fekete Z.*: Az óhegyi „fatermési kísérleti terület”. Erdészeti Kísérletek, 1913. 17—28. old.
71. — Fatermési tábláink. Erdészeti Lapok, 1916. 1—41. old.
72. — A helyi fatermési táblák kérdéséhez. Erdészeti Lapok, 1922. 276—291. old.
73. — A vég- és előhasználati fatömegek arányának megállapítása a helyi fatermési táblákban. Erdészeti Lapok, 1923. 109—117. old.
74. — Erdőmérnöki segédtablák. Sopron, 1926. Rábaközi nyomda és lapkiadó vállalat.
75. — Ertragstafeln für die Robinie des ungarischen Tieflandes. Verhandlungen des Internationalen Kongresses Forstlicher Versuchsanstalten Sopron, 1936.
76. — Akác-fatermési táblák a magyar Alföld számára. (Ertragstafeln für die Robinie des ungarischen Tieflandes.) Sopron, 1937.
77. *Feucht*: Die Bodenflora als waldbaulicher Weiser. Forstliche Wochenschrift Silva, 1922. S. 369—375.
78. *Flury*: Ertragstafeln für die Fichte und Buche der Schweiz. Zürich, 1907.
79. — Zur methodischen Behandlung des Plenterwaldes in versuchstechnischer Betrachtung. Verhandlungen des Internationalen Kongresses Forstlichen Versuchsanstalten Stockholm 1929. S. 148—166.
80. *Fricke*: Die Rotbuche, wirtschaftliche und statische Untersuchungen der forstlichen Abteilung der Hauptstation des forstlichen Versuchswesens. Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen, 1912. S. 110—126.
81. — Einheitliche Schätzungstafel für Kiefer. Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen, 1914. S. 325—342.
82. *Ganghofer, A.*: Das forstliche Versuchswesen. Bd. I. Augsburg, 1881. — Bd. II. Augsburg, 1884. B. Schmid.
83. *Geerling*: Vergleichbarkeitsforderungen bei Durchforstungsversuchsflächen an der Holländischen Versuchsanstalt. Verhandlungen des Internationalen Kongresses Forstlicher Versuchsanstalten Nancy 1932. S. 257—262.
84. *Gehrhardt*: Die theoretische und praktische Bedeutung des arithmetischen Mittelstammes. Meiningen, 1901. Kreyssner.
85. — Ueber Bestandes-Wachstumsgesetze und ihre Anwendung zur Aufstellung von Ertragstafeln. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1909. S. 117—128.
86. — Eine neue Kiefern-Ertragstafel. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1921. S. 145—156.
87. — Eine neue Fichten-Ertragstafel. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1921. S. 241—246.
88. — Eine neue Eichen-Ertragstafel. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1922. S. 173—180.
89. — Eine neue Tannen-Ertragstafel. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1923. S. 82—87.
90. — Ertragstafeln für Eiche, Buche, Tanne, Fichte und Kiefer. Berlin, 1923. J. Springer.
91. — Die Ertragskunde als Wegweiser zur Buchen-Starkholzzucht. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1924. S. 489—498.
92. — Über die Bestands-Wachstumsverhältnisse der grünen Douglasie. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1926. S. 6—15.
93. — British Yield Tables. Britische Ertragstafeln. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1926. S. 142—147.

94. — Kiefern-Schnellwuchsbetrieb auf Bärenthorener Grundlage. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1927. S. 323—335.
95. — Zur Ertragstafelfrage. Eine Dreiteilige Fichtenertragstafel. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1928. S. 377—386.
96. — Eine neue (mehrteilige) Buchen-Ertragstafel an Stelle meiner Tafeln von 1909 und 1924. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1930. S. 41—58.
97. — Ertragstafeln für reine und gleichartige Hochwaldbestände von Eiche, Buche, Tanne, Fichte, Kiefer, grüne Douglasie und Lärche. Berlin, 1930. J. Springer.
98. *Grebe, C.*: Vergleichende Untersuchungen über den Ertrag der Rothbuche im Hoch- und Pflanzwalde, im Mittel- und Niederwaldbetriebe, nebst Anleitung zu vergleichenden Ertragsforschungen von Dr. Th. Hartig. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1847. S. 339—345. u. 366—374.
99. — Die Betriebs- und Ertragsregulierung der Forsten, Wien, 1867. W. Braumüller.
100. *Greiner*: Ueber die Construction der Ertragstafeln nach dem Stammzuwachs und der Stammzahl, deren Ertragsätze, Anwendung und Vergleichung mit andern nach der Holzmasse ganzer Bestände zusammengestellter Ertragstafeln. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1847. S. 241—247.
101. *Grochowski*: Über die Forschungsmethode des Einflusses der Durchforstungen und Lichtungen auf die Entwicklung und den Zuwachs der Bäume und Waldbestände. Verhandlungen des Internationalen Kongresses Forstlicher Versuchsanstalten Stockholm 1929. S. 243—247.
102. — Methode der Formbestimmung der Baumschäfte und ihre Bedeutung für das forstliche Versuchswesen und die Holzmeßkunde. Verhandlungen des Internationalen Kongresses Forstlicher Versuchsanstalten Nancy 1932. S. 267—270.
103. *Grundner*: Untersuchungen über die Verwendbarkeit des Huber'schen Mittelstammes bei Aufstellung von Holz'ertragstafeln. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1878. S. 113—121.
104. — Untersuchungen im Buchenhochwalde über Wachstumsgang und Massenertrag. Berlin, 1904. J. Springer.
105. — Normal'ertragstafel für Fichtenbestände, Berlin, 1913. J. Springer.
106. *Guttenberg*: Ueber Holz'ertragstafeln und die Methoden ihrer Aufstellung. Centralblatt für das gesammte Forstwesen, 1878. S. 203.
107. — Die Aufstellung von Ertragstafeln. Oesterreichische Vierteljahresschrift für Forstwesen, 1885. S. 1—27.
108. — Die Aufstellung von Holzmassen- und Geld'ertragstafeln auf Grundlage von Stammanalysen. Oesterreichische Vierteljahresschrift für Forstwesen, 1896. S. 203—237. u. 319—345.
109. — Wachstum und Ertrag der Fichte im Hochgebirge. Wien u. Leipzig, 1915. F. Deuticke.
110. *Gyldenfeldt*: Dr. J. P. Gram, Ueber die Construction von Normal-Zuwachsübersichten. 1. Abteilung: Untersuchungen über Höhe, Mittel-Stammgrundfläche und Stammzahl. Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen, 1880. S. 240—246.
111. *Gyr*: Die forstlichen Bonitierungsmethoden. Der praktische Forstwirth für die Schweiz, 1886, S. 209—214.
112. *H.*: Ujabb termési táblák az erdei fenyő számára. Erdészeti Lapok, 1884. 530—534. o.
113. *Hartig, G. L.*: Anweisung zur Taxation der Forste, oder zur Bestimmung des Holz'ertrags der Wälder. Giessen, 1795. Heyer.
114. *Hartig, R.*: Vergleichende Untersuchungen über den Wachstumsgang und Ertrag der Rothbuche und Eiche im Spessart, der Rothbuche im östlichen Wesergebirge,

- der Kiefer in Pommern und der Weißtanne im Schwarzwalde. Stuttgart, 1865. J. G. Cotta.
115. — Erwiderng auf die Recension der „Vergleichenden Untersuchungen über den Wachsthumsgang und Ertrag der Rothbuche und Eiche im Spessart, der Rothbuche im östlichen Wesergebirge, der Kiefer in Pommern und der Weißtanne im Schwarzwalde“. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1867. S. 13—16.
116. — Die Rentabilität der Fichtennutzholz- und Buchenbrennholzwirtschaft im Harze und im Wesergebirge. Stuttgart, 1868. J. G. Cotta.
117. *Hartig, Th.*: Vergleichende Untersuchungen über den Ertrag der Rothbuche im Hoch- und Pflanz-Walde, im Mittel- und Niederwald-Betriebe nebst Anleitung zu vergleichenden Ertragsforschungen. Berlin, A. Förstner.
118. — Ueber Tendenz und Construction von Erfahrungstafeln, Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1847. S. 445—453.
119. — Ueber Anwendbarkeit der Formzahlen bei Schätzungen und Zuwachs-Berechnungen. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1848. S. 48—59.
120. — Ueber Weiserbestände. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1848. S. 163—172.
121. *Haehnle*: Ertragsuntersuchungen in Eschenbeständen. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1900. S. 290—296.
122. — Ertragsuntersuchungen in Eschenbeständen. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1902. S. 283—289.
123. *Hennert*: Anweisung zu Taxation der Forsten nach den hierüber ergangenen und bereits bey vielen Forsten in Ausübung gebrachten Königl. Preuß. Verordnungen. Berlin u. Stettin, 1791. F. Nicolai.
124. *Henze*: Ueber Bonitäten und Bonitätenbildung. Tharandter Forstliches Jahrbuch, 1912. S. 25—129.
125. *Herwig*: Versuch einer Aufstellung von Lokalertragstafeln für Kiefern bei Grubenhholzwirtschaft mit 50—60jährigem Umtrieb. Alsfeld, 1912. C. Rühl.
126. *Hesselman*: Die Schätzung des Holzvorrates in den Wäldern des Län Värmland. Abdruck aus Internationalen Agrarökonomischen Rundschau, Oktober 1915, VI. Jhrg., Heft 10. Berlin, P. Parey.
127. — Studien über die Humusdecke des Nadelwaldes, ihre Eigenschaften und deren Abhängigkeit vom Waldbau. Meddelanden Fran Statens Skogsförsöksanstalt. Häfte 22. Nr. 5. Centraltryckeriet, Stockholm, 1926.
128. *Heyer, C.*: Die Waldertrags-Regelung. Giessen, 1841. B. C. Ferber.
129. *Heyer, E.*: Ueber Aufstellung von Holzertragstafeln. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1857. S. 329—331.
130. — Ueber Messung der Höhen sowie der Durchmesser der Bäume im Allgemeinen, besonders aber bei forststatistischen Untersuchungen, nebst einleitenden Bemerkungen über Bildung der Massen- und Ertragstafeln. Giessen, 1870. J. Ricker.
131. — Berechnung der mittleren Bestandeshöhe. Forstliche Blätter, 1883. S. 134—135.
132. *Heyer, G.*: Der nachhaltige Waldertrag. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1839. S. 153—155. u. 157.
133. — Ueber die Aufstellung von Holzertragstafeln. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1877. S. 185—198.
134. *Hierl*: Zur Berechnung und Construction von Ertragstafeln. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1848. S. 232—238.
135. *Hobfeld*: Forsttaxation nach ihrem ganzen Umfange in zwei Bänden. I. Bd. Hildburghausen, 1823. Kesselring.
136. *Huber*: Ueber Forst-Material-Anschätzung. Zeitschrift für das Forst- u. Jagdwesen, 1824. II. Bd. 1. Heft S. 61—67; 2. Heft S. 13—33; 3. Heft S. 1—22.

137. — Ueber die Abnahme der Stämmezahl in den Hochwäldungen mit dem vorrückenden Alter der Bestände. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1825. No. 23.
138. — Exemplifikation einer genauen Anschätzung des Holzmaterial-Vorrathes, Zuwachses und Ertrages eines Waldbezirkes. Zeitschrift für das Forst- u. Jagdwesens, 1825. IV. Bd. 1. Heft S. 30—62.
139. — Hilfs-Tafeln für Bedienstete des Forst- und Baufaches zunächst zur leichten und schnellen Berechnung des Massengehaltes roher Holzstämme und der Theile derselben, und auch zu anderm Gebrauche für jedes landesübliche Maaß anwendbar. München, 1828. E. A. Fleischmann.
140. *Illés*: Egy érdekes ákác állab. Erdészeti Lapok, 1877. 10—13. old.
141. — Az ákácz fordaidejének kérdéséhez. Erdészeti Lapok, 1877. 354—360. old.
142. — Könyvismertetés. Erdészeti Lapok, 1886. 648—649. old.
143. *Ibessalo, Y.*: Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnlands. Acta Forestalia Fennica, 1920. (15.) S. 1—9.
144. — Untersuchungen über die taxatorische Bedeutung der Waldtypen, hauptsächlich auf den Arbeiten für die Aufstellung der neuen Ertragstafeln Finnlands fußend. Acta Forestalia Fennica, 1920. (15.) S. 1—26.
145. — Vegetationsstatistische Untersuchungen über die Waldtypen. Acta Forestalia Fennica, 1922. (20.) S. 1—73.
146. — On the possibilities of finding a uniform basis for the study of growth and yield in different countries. Verhandlungen des Internationalen Kongresses Forstlicher Versuchsanstalten Stockholm 1929. S. 274—279.
147. *Jedlinski*: Methoden der Beseitigung des Subjektivismus bei der Wahl der Ertragstafel- und Durchforstungs-Probeflächen, sowie bei der Ermittlung der taxatorischen Mittelwerte. Verhandlungen des Internationalen Kongresses Forstlicher Versuchsanstalten Stockholm 1929. S. 192—196.
148. — Die Verteilungskurven der relativen und absoluten Dezilenwerte der Baumstärken und -Höhen als Mittel zur Erhebung der biologischen Bestandesstruktur, sowie zur Bestimmung und deutlichen Veranschaulichung der Erfolge verschiedener Durchforstungs- und Lichtungsmethoden. Verhandlungen des Internationalen Kongresses Forstl. Versuchsanstalten Nancy 1932. S. 276—292.
149. A jelenlegi földadó szabályozásnál teljesítendő erdőbecsléseknél a katasteri erdőbecslők által követendő eljárás. Erdészeti Lapok, 1876. 310—324; 368—384; 424—439. és 498—510. old.
150. *Judeich*: Die Forsteinrichtung. Dresden, 1871. G. Schönfeld. (C. A. Werner.)
151. *Kanzow*: Die Duglasie. — Aufstellung einer Ertragstafel auf Grund der Ergebnisse der Preussischen Probeflächen und Auswertung von Provenienzversuchen. Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen, 1937. S. 65—93; 113—139. u. 241—271.
152. *Kiss F.*: A fák levélzetének figyelembevétele a termőhelyi viszonyok becslésénél. Erdészeti Lapok, 1899. 143—144. old.
153. — A Szeged-vidéki homokterületek erdősfítéséről. Erdészeti Lapok, 1892. 279—299. és 385—404. old.
154. *Kovács E.*: A termőhelyi osztályozásokról. Erdészeti Lapok, 1933. 392—405. és 528—541. old.
155. — Az egykorú faállományok törzsszámának vastagság szerinti megoszlásában rejlő törvényszerűség és annak gyakorlati jelentősége. (Über die Gesetzmäßigkeit der Stammverteilung gleichaltriger Waldbestände nach der Brusthöhenstärke und ihre praktische Verwendbarkeit.) Erdészeti Kísérletek, 1934. 1—74.

156. — A sarjeredetű akácállományok faállományszerkezettani vizsgálata. (Studie über die innere Struktur der Robinienausschlagbestände.) Erdészeti Kísérletek, 1937. 40—162. old.
157. *König*: Allgemeine Waldschätzungs-Tafeln. Gedruckt für die Versammlung der deutschen Land- und Forstwirthe im Jahre 1840. Gotha. Engelhard-Reyher.
158. *König—Grebe*: Die Forst-Mathematik in den Grenzen wirthschaftlicher Anwendung nebst Hülftafeln für die Forstschätzung und den täglichen Forstdienst. V. Aufl. Gotha, 1864. Thienemann.
159. *Kötz*: Untersuchungen über Waldtyp und Standortsbonität der Fichte im sächsischen Erzgebirge. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 1929. S. 41—51; 81—91. u. 121—136.
160. *Kraft*: Zur Theorie der forstlichen Zuwachsrechnung. Tharandter Forstliches Jahrbuch, 1872. S. 89—120.
161. — Zur Bestimmung der mittleren Bestandeshöhe. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1879. S. 38—39.
162. *Krutzsch*: Mittheilungen und Anregung zur Frage neuer Ertragstafeln für den Gebrauch bei der Sächsischen Forsteinrichtungsanstalt. Tharandter Forstliches Jahrbuch, 1923. S. 183—200. u. 216—239.
163. *Krutzsch—Weck*: Bärenthoren 1934. Der naturgemäße Wirtschaftswald. J. Neumann-Neudamm, 1935.
164. *Kujala*: Über Waldvegetationstypen einander klimatisch entsprechender Länder. Verhandlungen des Internationalen Kongresses Forstlicher Versuchsanstalten Sopron 1936.
165. *Kunze*: Zur Kenntnis des Ertrages der gemeinen Kiefer auf normal bestockten Flächen. Tharandter Forstliches Jahrbuch, 1876. S. 243—245.
166. — Beiträge zur Kenntnis des Ertrages der Fichte auf normal bestockten Flächen. Supplemente zum Tharandter Forstlichen Jahrbuch. XXVII. Bd. Dresden, 1877.
167. — Beiträge zur Kenntnis des Ertrages der Fichte auf normal bestockten Flächen. Suppl. des Tharandter Forstlichen Jahrbuches, III. Bd. S. 18—118. Dresden, 1884. Schönfeld.
168. — Beiträge zur Kenntnis des Ertrages der gemeinen Kiefer auf normal bestockten Flächen. Suppl. des Tharandter Forstlichen Jahrbuches, III. Bd. S. 119—214. Dresden, 1884. Schönfeld.
169. *Kvapil—Konšel*: Anleitung zur Standorts- und Bestandesbeschreibung beim forstlichen Versuchswesen. Verhandlungen des Internationalen Kongresses Forstlicher Versuchsanstalten Nancy 1932. S. 117—163.
170. *Langenbacher*: Interpolation bei Holzzuwachs- und Massenreihen. Monatschrift für das Forst- u. Jagdwesen, 1873. S. 159—169.
171. *Langsalter*: Höhenanalyse von Versuchsflächen mittels stehender Probestämme. Verhandlungen des Internationalen Kongresses Forstlicher Versuchsanstalten Stockholm 1929. S. 222—228.
172. *Laspeyres*: Erlen-Ertragstafeln. Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen, 1899. S. 696—697.
173. *Lesenyi*: A magyar erdőgazdaság története és mai helyzete. Budapest, 1936. „Patria.”
174. *Lorey*: Die mittlere Bestandeshöhe. Allg. Forst- u. Jagdzeitung, 1878. S. 149—155.
175. — Ertragstafeln für die Kiefer. Allg. Forst- u. Jagdzeitung, 1880. S. 266—272.
176. — Ertragsuntersuchungen in Fichtenbeständen. Sonderabdruck aus dem Supplement zur Allgemeinen Forst- u. Jagdzeitung. Bd. XII. Heft 1. Frankfurt a. M., 1884.
177. — Ertragstafeln für die Weißtanne. Frankfurt a. M., 1884. J. D. Sauerländer.

178. — Versammlung des Vereines deutscher forstlicher Versuchsanstalten für 1888. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1889. S. 71—76.
179. — Ertragstafeln für die Weißtanne. Frankfurt a. M., 1897. J. D. Sauerländer.
180. — Ertragstafeln für die Fichte. Frankfurt a. M. 1899. J. D. Sauerländer.
181. *Lönroth, E.*: Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände. Helsinki, 1925. Suomal. Kirjall. Seuran Kirjapaino O. Y.
182. *Maertens*: J. C. Paulsen. Ein forstliches Lebensbild. Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen, 1875. S. 388—394.
183. *Martin*: Die ökonomischen Aufgaben der Forstwirtschaft mit besonderer Berücksichtigung der preußischen Staatsforsten. I. Ertragstafeln. Tharandter Forstliches Jahrbuch, 1912. S. 40—58. u. 79—142.
184. *Metzger*: Inwieweit sind die nordischen Waldtypen natürliche? Verhandlungen des Internationalen Kongresses Forstlicher Versuchsanstalten Stockholm 1929. S. 472—477.
185. *Muzsnay*: Észrevételek Bartha Ábelnek „A lucfenyőről“ c. dolgozatára. Erdészeti Kísérletek, 1909. 28—32. old.
186. *Müller, U.*: Lehrbuch der Holzmeßkunde. III. Aufl. Berlin, 1923. P. Parey.
187. *Neubauer*: Ein neues Verfahren der Bestandesaufnahme. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 1938. S. 497—510. u. 544—555.
188. *Ney*: Glossen über die neuesten Normal-Ertragstafeln. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 1884. S. 81—84.
189. *Nördlinger*: Ertragsuntersuchungen in Buchenbeständen. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1886. S. 109—125.
190. *Oettelt*: Practischer Beweis, das die Mathesis bey dem Forstwesen unentbehrliche Dienste thue. Arnstadt, 1764. J. A. Schill. — Eisenach, 1765.
191. *Ostwald*: Die Normalertragstafeln im Dienste der Forsteinrichtung. Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen, 1909. S. 14—27.
192. — Ertragstafelstudien. Forstliche Wochenschrift Silva, 1924. S. 401—408.
193. *Paulsen*: Kurze praktische Anweisung zum Forstwesen, oder Grundsätze über die vortheilhafteste Einrichtung der Forsthaushaltung und über Ausmittlung des Werths vom Forstgrunde besonders auf Grafschaft Lippe angewendet, verfasst von einem Forstmanne und herausgegeben von G. F. Führer, Detmold, 1795.
194. *Pernitzsch*: Praktische Anweisung zur Anstellung von Versuchen und Benutzung von Erfahrungen für forstwissenschaftliche Zwecke. Frankfurt a. M., 1842. J. D. Sauerländer.
195. *Petterson*: Bonität und Produktion. Verhandlungen des Internationalen Kongresses Forstlicher Versuchsanstalten Stockholm 1929. S. 287—291.
196. *Pfeil*: Hülftafeln für Forstwirthe und Forsttaxatoren, von H. Cotta. Kritische Blätter für Forst- u. Jagdwissenschaft, 1823. 2. Heft. S. 226—251.
197. — Von den idealen Erträgen der verschiedenen Holzgattungen und Betriebsarten, wie sie durch die Erfahrungstafeln nachgewiesen werden. Kritische Blätter für Forst- u. Jagdwissenschaft, 1834. I. Heft S. 42—213. u. 2. Heft S. 40—158.
198. — Ueber Erfahrungstafeln in Kiefern, nebst Erläuterung der beigefügten, nach einer versuchten Berichtigung. Kritische Blätter für Forst- u. Jagdwissenschaft, 1837, 2. Heft S. 100—126.
199. — Hülftafeln für Forstwirthe und Forsttaxatoren, von H. Cotta. Zweite gänzlich umgearbeitete Auflage. Kritische Blätter für Forst- u. Jagdwissenschaft, 1842. 2. Heft S. 1—35.

200. — Wie viel Bodenklassen bedürfen wir zum Entwurfe brauchbarer Erfahrungstafeln? Krit. Blätter für Forst- u. Jagdwissenschaft, 1842. 2. Heft S. 186—192.
201. — Vergleichende Untersuchungen über den Ertrag der Rotbuche im Hoch- und Pflanzwalde, im Mittel- und Niederwaldbetriebe, nebst Anleitung zu vergleichenden Ertragsforschungen von Dr. Th. Hartig. Kritische Blätter für Forst- u. Jagdwissenschaft, 1847. 2. Heft S. 38—64.
202. — Die Bildung der Bodenklassen nach der Eigenthümlichkeit des Holzwuchses. Kritische Blätter für Forst- u. Jagdwissenschaft, 1850. 2. Heft S. 257—260.
203. — Bestimmung der Bodenklassen für die Kiefer nach der Länge und Stärke der Mitteltriebe. Kritische Blätter für Forst- u. Jagdwesen, 1851. 2. Heft S. 235—240.
204. — Berücksichtigung der größern Holzerzeugung geneigter Flächen bei den Erfahrungstafeln. Kritische Blätter für Forst- u. Jagdwissenschaft, 1851. 2. Heft S. 240—244.
205. — Gedrängte Uebersicht der Mittel und des Verfahrens, durch welche man die nachhaltige Benutzung der Forsten sicher zu stellen versucht hat. Kritische Blätter für Forst- u. Jagdwissenschaft, 1852. 2. Heft S. 156—174.
206. — Etwas über die Erfahrungstafeln für Hochwald. Kritische Blätter für Forst- u. Jagdwissenschaft, 1852. 1. Heft S. 174—216.
207. — Die Bestimmung der Güteklassen des Bodens in jungen Beständen. Kritische Blätter für Forst- u. Jagdwissenschaft, 1852. 1. Heft S. 226—236.
208. — Das Lächerliche der zu ausgedehnten Zuwachsberechnung, besonders an den jungen Holzpflanzen. Kritische Blätter für Forst- u. Jagdwissenschaft, 1852. 2. Heft 200—204.
209. — Die verschiedenen Güteklassen des Bodens für Kiefern in Bezug auf die Aufstellung von Erfahrungstafeln. Kritische Blätter für Forst- u. Jagdwissenschaft, 1854. 1. Heft S. 261—268.
210. — Beitrag zur Bestimmung der Ertragsklassen des Bodens aus dem Holzbestand, insbesondere in Kiefern. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1854. S. 246—248.
211. — Von der Zahl der zu machenden Güteklassen des Bodens. Kritische Blätter für Forst- u. Jagdwissenschaft, 1858. 1. Heft S. 149—159.
212. *Pfeil—Schneider*: Erfahrungstafeln über Massengehalt der in Deutschland in reinen Beständen vorkommenden Holzarten in verschiedenem Alter für Hoch- und Niederwald mit Angabe des Nutzungsprozent, des Durchschnittszuwachses und Werthnutzungsprozents. Berlin, 1843. Veit u. Comp.
213. *Philipp, K.*: Ertragstafeln für die Forle. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 1893. S. 37—46.
214. — Forstliche Hilfstabellen. Karlsruhe, 1931. Badenia.
215. *Plonski*: Über Verwendung mancher Elemente der speziellen Bestandesbeschreibung in Herleitung von Ertragstafeln, auf Grund polnischer Erfahrungen. Verhandlungen des Internationalen Kongresses Forstlicher Versuchsanstalten Sopron 1936.
216. *Pogrebñjak*: Über die Methodik der Standortsuntersuchungen in Verbindung mit den Waldtypen. Verhandlungen des Internationalen Kongresses Forstlicher Versuchsanstalten Stockholm 1929. S. 455—471.
217. *Preßler*: Neue Holzwirtschaftliche Tafeln. Dresden, 1857. — Forstliches Hilfsbuch für Schule und Praxis. — Türk.
218. — In Sachen neuer Bestands- und Bonitirungstafeln. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1871. S. 328—331.

219. — Zur Lichtungszuwachs- und Durchforstungsfrage im Fichtenwalde und deren Einfluß auf Betrieb, Zuwachskurve und Ertragstafel. Tharandter Forstliches Jahrbuch, 1878. S. 160—169.
220. — Die Normalertragstafeln, ihre Bedeutung und Bedeutungslosigkeit, mit Hinblick auf das Baur'sche Werk: „Die Fichte in Bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form.“ Centralblatt für das gesammte Forstwesen, 1878. S. 57—68.
221. *v. R.*: Die Stammzahlzunahme mit wachsender Meereshöhe. Forstliche Blätter, 1882. S. 297—298.
222. *Rebel*: Über Waldtypen. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1925. S. 75—77.
223. *Reinhold*: Die Bedeutung der Gesamtwuchsleistung an Baumholzmasse für die Beurteilung der Standorts- und Bestandsgröße. Mitteilungen aus der Staatsforstverwaltung Bayerns. 18. Heft. München, 1926. Vedula A.-G.
224. — Die Ergebnisse der bayerischen Durchforstungsversuchsflächen und die Frage der starken Durchforstung. Zeitschr. für Forst- u. Jagdwesen, 1930. S. 302—307.
225. *Réaumur*: Betrachtungen über den Zustand der Gehölze in Frankreich, und was man für Vorsicht brauchen könne, die Abnahme des Holzes zu verhindern, und dasselbe gut zu nutzen. (Aus den Memoires de l'Academie royale des Sciences de Paris 1721. Jahres übersetzt.) Allgemeines oconomisches Forst-Magasin, 1763. S. 263—285.
226. *Rittmeyer*: Ueber Ertragstafeln. Oesterreichische Forst- u. Jagdzeitung, 1905. S. 173.
227. *Rokitansky*: Feistmatel's allgemeine Waldbestandstafeln. Cubiktabellen für runde, geschnittene und behauene Hölzer nebst anderen Hülfstafeln für Waldschätzungszwecke. Wien, 1876. W. Braumüller.
228. *Roth Gy.*: Erdölési (áterdölési) kísérletek. Erdészeti Kísérletek, 1905. 79—115. old.
229. — Az erdölések gyakorlati keresztülviteléről. Erdészeti Lapok, 1907. 371—404. old. és 1035—1047 old. — Erdészeti Kísérletek, 1907. 22—48. old.
230. — A likavkai erdölési kísérleti terület a gyakorlati erdőgazdaság szempontjából. Erdészeti Kísérletek, 1908. 75—93. old.
231. — Adatok az erősebb erdölés élettani hatásához. Erdészeti Kísérletek, 1909. 43—52. old.
232. — A likavai erdölési kísérleti terület gyakorlati eredményei. Erdészeti Kísérletek, 1914. 104—123. old.
233. — Erdőműveléstan. I.—II. köt. Sopron, 1935. Röttig-Romwalter.
234. *Roth, K.*: Ueber die Bedeutung und Aufstellung von Ertragstafeln. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1877. S. 1—10.
235. *Rónai*: A likavai erdölési kísérletek eddigi eredményei. Selmecebánya, 1914. Joerges Á. özv. és fia.
236. — A hazai fatermesi táblák felállításának munkaterve. Erdészeti Kísérletek, 1916. 93—123. old.
237. — Az egyöntetű faállományok szerkezetéről. Erdészeti Lapok, 1921. 193—217. és 257—281. old.
238. *Rubner*: Die Bedeutung der Waldtypen für den deutschen Wald. Forstliche Wochenschrift Silva, 1922. S. 89—93.
239. *Rudori*: Ein Wort über forstliche Bonitierungstafeln. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1871. S. 179—181. u. 247—249.
240. — Auch ein Wort über den Begriff: Haupt- und Zwischennutzung. Tharandter Forstliches Jahrbuch, 1872. S. 120—130.
241. *Saussenthaler*: Theoretisches und Praktisches über Ertragstafeln und über Ertragsregelung im schlagweisen Hochwald. Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen, 1938. S. 121—149. u. 194—210.

242. *Seuter*: Ueber Wachstum, Bewirthschaftung und Behandlung der Buch-Waldungen. Ulm, 1799. Stettin.
243. *Sintzel*: Taschenbuch für Forstwirthe und Forsttaxatoren. Nürnberg, 1828. Riegel u. Wiessner.
244. — Ueber die aus Musterbäumen konstruirten Holzertragstafeln. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1844. S. 201—206.
245. *Sivén*: Grundsätze zur Berechnung des Höhenwachstums der Nadelhölzer. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 1896. S. 91—94.
246. *Smalian*: Allgemeine Holzertrag-Tafel, für den Abtriebs-Ertrag, Zuwachssatz, jährlichen Durchschnitts-Ertrag, die gesammte Holzmasse und den Ertragsatz, zur wissenschaftlichen Holzertrag- und Waldwerth-Berechnung; im Auszuge von 10 zu 10 Jahren. Stralsund, 1837. C. Löffler.
247. *Sóltz Gy.—Fekete L.*: Az erdőbecsléstan kézikönyve. II. kiad. Selmechánya, 1893. Joerges Á. özv. és fia.
248. *Späth*: Ueber die örtliche progressive Wachstumszunahme der Waldbäume in Anwendung auf den möglichststen Ertrag eines Waldbodens. Nürnberg, 1796. Stein.
249. *Speidel*: Ertrags-Untersuchungen in Forchenbeständen Württenbergs. Supplement zur Allgemeinen Forst- u. Jagdzeitung. Bd. XIII. Heft 2. Frankfurt a. M., 1886.
250. *Sprengel*: Ueber Aufstellung von Holzertragstafeln für Kiefern nach Stahl'scher Methode in dem Lehrinstituts-Revier Liepe bei Neustadt-Eberswalde und über die Abstands-Schreitmethode als Erleichterung für Vorrathsaufnahme. Forstliche Blätter, 1866. XI. Heft S. 57—86.
251. *Stahl*: Neus Verfahren, bei der Betriebsregulierung und Ertragsberechnung der Hochwaldungen, die Holzbestände zu beschreiben und Holzertragstafeln (Erfahrungstafeln) aufzustellen. Forstliche Blätter, 1862. IV. Heft S. 90—122.
252. —*ss.*: Zur Bonitrungsfrage. Centralblatt für das gesammte Forstwesen, 1881. S. 311—312.
253. *Schädelin*: Über Klasseneinteilung und Qualifikation der Waldbäume. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 1931. S. 1—12.
254. *Schember*: Ueber die Pflanzweite. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1858..S. 261—267
255. *Schemmel*: Fatermési és növekvési táblák felállítására törzselemzések és kövzetlenül kipuhatót fatömegek alapján. Erdészeti Lapok, 1878. 351—362; 415—421; 464—478. és 525—539. old.
256. *Schiffel*: Erziehungshiebe mit Bezug auf Ertragstafeln. Centralblatt für das gesammte Forstwesen, 1901. S. 115. u. 52—65.
257. — Über die gesetzmäßigkeiten Beziehungen der Massenfaktoren in normalen Fichtenbeständen. Centralblatt für das gesammte Forstwesen, 1903. S. 189—207.
258. — Wuchsgesetze normaler Fichtenbestände. Wien, 1904. W. Frick.
259. — Ueber Ertragstafeln. Oesterreichische Forst- u. Jagdzeitung, 1905. S. 198.
260. *Schinzinger*: Ertragsuntersuchungen im Eichenhochwald. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1901. S. 8—18.
261. *Schlich*: Robert Hartig. Vergleichende Untersuchungen über den Wachstumsgang und Ertrag der Rothbuche und Eiche im Spessart, der Rothbuche im östlichen Wesergebirge, der Kiefer in Pommern und der Weißtanne im Schwarzwalde. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1866. S. 337—342.
262. *Schmied*: Über Bestandesaufnahmen für Versuchszwecke. Verhandlungen des Internationalen Kongresses Forstlicher Versuchsanstalten Stockholm 1929. S. 197—198.
263. *Schröder*: Bodenrückgang unter Fichte. Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen, 1919. S. 439—444.

264. *Schüpfer*: Die Entwicklung der Methoden der Holzmassenermittlung für wissenschaftliche Untersuchungen. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 1904. S. 22—35.
265. — Wuchsleistungen von *Pseudotsuga Douglasii*. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 1913. S. 337—351.
266. — Wuchsleistungen von *Pseudotsuga Douglasii*. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 1922. S. 205—214.
267. *Schütze*: Beziehungen zwischen chemischer Zusammensetzung und Ertragsfähigkeit des Waldbodens. Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen, 1869. S. 500—515.
268. — Chemische Hilfsmittel beim Bonitiren des Waldbodens. Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen, 1869. S. 523—525.
269. *Schuberg*: Das Gesetz der Stammzahl und die Aufstellung von Waldertragstafeln. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 1880. S. 213—230. u. 269—292.
270. — Die Rothbuche in Bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form, von Dr. Franz Baur. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 1882. S. 158—165.
271. — Untersuchungen über den Wuchs der Esche im Mittelwalde. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 1888. S. 1—16.
272. — Die Weißtanne bei der Erziehung in geschlossenen Beständen. „Aus deutschen Forsten.“ Tübingen, 1888. H. Laupp.
273. — Die Rothbuche im natürlich verjüngten geschlossenen Hochwalde. „Aus deutschen Forsten.“ Tübingen, 1894. H. Laupp.
274. — Zur Betriebstatik im Mittelwalde. Berlin, 1898. P. Parey.
275. *Schwappach*: Grundriß der Forst- und Jagdgeschichte Deutschlands. Berlin, 1883. J. Springer.
276. — Wachstum und Ertrag der Kiefer im Großherzogthum Hessen. Sonderabdruck aus der Allgemeinen Forst- u. Jagdzeitung. Frankfurt a. M., 1886.
277. — Das Wachstum der wichtigsten Waldbäume in Ostpreußen. Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen. 1889. S. 22—35.
278. — Wachstum und Ertrag normaler Kiefernbestände in der norddeutschen Tiefebene. Berlin, 1889. J. Springer.
279. — Beiträge zur Kenntnis der Wachstumsleistung von Weymoutskiefernbeständen. Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen, 1890. S. 321—326.
280. — Wachstum und Ertrag normaler Fichtenbestände. Berlin, 1890. J. Springer.
281. — Zur Konstruktion von Ertragstafeln. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1893. S. 159—162.
282. — Wachstum und Ertrag normaler Rothbuchenbestände. Berlin, 1893. J. Springer.
283. — Beiträge zur Kenntnis der Wachstumsleistungen von Weymoutskiefernbeständen. Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen, 1896. S. 215—219.
284. — Neuere Untersuchungen über Wachstum und Ertrag normaler Kiefernbestände in der norddeutschen Tiefebene. Berlin, 1896. J. Springer.
285. — Beiträge zur Kenntnis der Wachstumsleistung von Lärchenbeständen. Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen, 1901. S. 36—38.
286. — Über forstliches Versuchswesen. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 1902. S. 566—572.
287. — I. Untersuchungen über Zuwachs und Form der Schwarzerle. II. Wachstum und Ertrag normaler Fichtenbestände in Preußen unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses verschiedener wirtschaftlicher Behandlungsweise. Neudamm, 1902. J. Neumann.
288. — Beiträge zur Kenntnis der Wachstumsleistung von Birkenbeständen. Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen, 1903. S. 479—484.
289. — Wachstumsleistungen und Holz von *Pseudotsuga Douglasii* in Deutschland. Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen, 1905. S. 282—287.

290. — Untersuchungen über die Zuwachsleistungen von Eichen-Hochwaldbeständen in Preußen unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses verschiedener wirtschaftlicher Behandlungsweise. Neudamm, 1905. J. Neumann.
291. — Die Kiefer. Neudamm, 1908. J. Neumann.
292. — Die Rothbuche. Neudamm, 1911. J. Neumann.
293. — Entgegnung. Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen, 1912. S. 182—188.
294. — Neuere Untersuchungen über Wachstumsgang der Schwarzerlen-Beständen. Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen, 1919. S. 184—190.
295. — Untersuchungen über die Zuwachsleistungen von Eichen-Hochwaldbeständen in Preußen. Neudamm, 1920. J. Neumann.
296. — Leitfaden der Holzmeßkunde. III. Aufl. Berlin, 1923. J. Springer.
297. — Ertragstabern der wichtigeren Holzarten in tabellarischer und graphischer Form. Neudamm, 1929. J. Neumann.
298. Sz. H.: Ujabb termési táblák. Erdészeti Lapok, 1887. 482—495. old.
299. Tamm: Die Bodentypen und ihre forstliche Bedeutung. Verhandlungen des Internationalen Kongresses Forstlicher Versuchsanstalten Stockholm 1929. S. 449—453.
300. Tavi: Néhány szó a fatermési táblákról. Erdészeti Lapok, 1890. 268—281. old.
301. Tischendorf: Lehrbuch der Holzmassenermittlung. Berlin, 1927. P. Parey.
302. Tjurin: Die Konstruktion der Waldbestände. Verhandlungen des Internationalen Kongresses Forstlicher Versuchsanstalten Stockholm 1929. S. 293—294.
303. Tomcsányi: Ákác fatermési táblák. Erdészeti Lapok, 1887. 550—556. old.
304. Urich: Über Ertragstabern für schlagweise bewirtschaftete Hochwaldbestände. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 1890. S. 73—84.
305. Vater: Die Bodenanalyse und ihre Anwendung in der Forstwirtschaft. Tharandter Forstliches Jahrbuch, 1908. S. 1—20.
306. — Über die Anstellung waldbaulicher Versuche und über die Klassen der forstlichen Ertragstabern. Tharandter Forstliches Jahrbuch, 1912. S. 252—264.
307. — Zur Weiterentwicklung der Ertragstabern. Tharandter Forstliches Jahrbuch, 1923. S. 161—183.
308. Vanselow: Theorie und Praxis der natürlichen Verjüngung im Wirtschaftswald. 1931. J. Neumann-Neudamm.
309. Vorkamff-Laue: Versuch einer Aufstellung von Kiefern-ertragstabern für das Großherzogtum Hessen gemäß den Bestimmungen des Vereins deutscher forstlicher Versuchsanstalten. Giessen, 1904. Heppeler-Meyer.
310. Vincent: Einfluß der Seehöhe auf das Wachstum der Fichte in den Karpathen. Verhandlungen des Internationalen Kongresses Forstlicher Versuchsanstalten Sopron 1936.
311. — Lokale Lage und Standortbonität der Fichten in den tschechoslowakischen Karpathen. Verhandlungen des Internationalen Kongresses Forstlicher Versuchsanstalten Sopron 1936.
312. Wagoner: Anleitung zur Regelung des Forstbetriebs nach Maßgabe der nachhaltig erreichbaren Rentabilität und in Hinblick auf die zeitgemäße Fortbildung der forstlichen Praxis. Berlin, 1875. J. Springer.
313. — Über die Wachstumsleistungen der Fichte im freien und im geschlossenen Stande. Supplemente zur Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung. X. Bd. Frankfurt a. M., 1878. S. 41—57.
314. — Ueber die Aufstellung von Ertragstabern nach dem Wachstumsgange der in den haubaren Hochwald-Beständen verbliebenen Stämme. Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen, 1889. S. 65—92.
315. Wagner, Chr.: Lehrbuch der theoretischen Forsteinrichtung. Berlin, 1928. P. Parey.

316. *Weise*: In welchen Punkten bedürfen die Baur'schen Angaben über Ertrag, Zuwachs und Form der Fichte eine Revision? Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen, 1878. 473—479.
317. — Ueber Aufstellung von Kiefern-Ertragstafeln. Zeitschrift für Forst- u. Jagdzeitung, 1879. S. 225—260.
318. — Ertragstafeln für die Kiefer. Berlin, 1880. J. Springer.
319. — Aus Baur's Roth-Buche. Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen, 1882. S. 291—299.
320. — Zur Frage der Bestandsnormalität. Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen, 1885. S. 377—380.
321. — Studien über den Schluß der Bestände und seine Einwirkung auf den Zuwachs. Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen, 1889. S. 129—146.
322. — Die Kiefern-ertragstafeln von 1880. Mündener Forstliche Hefte, 1896. X. Heft S. 1—21.
323. — Eine einfache Methode für die Aufstellung von Ertragstafeln für die Kiefer. Mündener Forstliche Hefte, 1896. X. Heft S. 22—35.
324. — Ueber Weißtannen-Ertragstafeln. Mündener Forstliche Hefte, 1897. XI. Heft S. 1—21.
325. — Über forstliches Versuchswesen. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 1902. S. 349—359.
326. — Eine Ertragstafel für Eiche, Standortsklasse I. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, 1906. S. 145—150.
327. *Weiss*: Allgemeine Waldbestandestafeln. Nach R. Feistmantel. Für Eiche, Buche, Tanne, Fichte, Lärche, Weiß- und Schwarzföhre. Wien u. Leipzig, 1909. C. Fromme.
328. *Wiedemann*: Anweisung für die Aufnahme und Bearbeitung der Versuchsflächen der Preußischen Forstlichen Versuchsanstalt. J. Neumann-Neudamm.
329. — Die Ertragskundliche und waldbauliche Brauchbarkeit der Waldtypen nach Cajander im sächsischen Erzgebirge. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 1929. S. 247—254.
330. — Über die Durchforstungs- und Lichtungsflächen der Preußischen Forstlichen Versuchsanstalt. Verhandlungen des Internationalen Kongresses Forstlicher Versuchsanstalten Stockholm 1929. S. 271—273.
331. — Über die Weiterentwicklung der Ertragstafeln. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 1930. S. 403—419.
332. — Die Rotbuche 1931. Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft, 1932. S. 96—285. M. u. H. Schaper, Hannover.
333. — Über die wertsteigernde Wirkung der Durchforstung auf den preußischen forstlichen Versuchsflächen. Verhandlungen des Internationalen Kongresses Forstlicher Versuchsanstalten Sopron 1936.
334. — Die Fichte 1936. Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft, 1937. S. 103—248. M. u. H. Schaper, Hannover.
335. *Wimmenauer*: Ertrags-Untersuchungen im Buchenhochwald. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 1880. S. 1—7.
336. — Ertrags-Untersuchungen im Buchenhochwald. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1889. S. 77—86.
337. — Ertragstafeln für Buchenhochwald in Oberhessen. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1893. S. 300—306.
338. — Ertragsuntersuchungen im Eichenhochwald. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1898. S. 181—188.
339. — Ertragsuntersuchungen im Eichenhochwald. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1900. S. 2—9.

340. — Ertragstafeln für Kiefern im Lichtungsbetrieb. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1908. S. 266—268.
 341. — Ertragstafeln für Kiefern im Lichtungsbetrieb. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1910. S. 321—333.
 342. — Ertragstafeln für Buchenhochwald bei starker und freier Durchforstung. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1911. S. 196—200.
 343. — Bemerkungen zu vorstehendem Aufsätze. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1912. S. 162.
 344. — Ertragsuntersuchungen im Eichenhochwald. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1913. S. 261—266.
 345. — Ertragsuntersuchungen im Eichenhochwald. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1918. S. 221—228.
 346. — Wachstum und Ertrag der Esche. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1919. S. 9—17. u. 37—41.
 347. — Ertragsuntersuchungen im Buchenhochwald. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1921. S. 1—8.
 348. *Wimmer*: Die gesetzmäßigen Beziehungen der Massenfaktoren in normalen Buchenbeständen. Centralblatt für das gesamte Forstwesen, 1914. S. 354—363.
 349. *Wobst*: Zur Ertragstafel- und Bonitierungsfrage. Forstliche Wochenschrift *Silva*, 1928. S. 201—204.
 350. *Wohlfarth*: Die Ergebnisse der badischen Durchforstungsversuche. Mitteilungen der Badischen Forstlichen Versuchsanstalt. Neue Folge II. 1938. J. D. Sauerländer, Frankfurt am Main.
 351. *Zschimmer*: Zuwachsuntersuchungen an einer aufgeasteten Kiefer. Tharandter Forstliches Jahrbuch, 1880. S. 35—39.
-

Grundfragen der Aufstellung von Ertragstafeln.*)

(Auszug.)

Von Dipl.-Forstingenieur J. Magyar.

Die Festsetzung der Grundfragen der Aufstellung von Ertragstafeln konnte, obwohl bis zum heutigen Tage viele Arbeiten dieser Richtung erschienen, zu keiner endgültigen und befriedigenden Lösung gebracht werden. Diese Tatsache ist ohne Zweifel von weitläufigen theoretischen und praktischen Gesichtspunkten aus betrachtet, äußerst nachteilig. Das Streben nach der Lösung der Grundprobleme führte im nachfolgenden dazu, diese einzeln einem abschließenden Ende entgegen zu leiten.

Die Grundlage der Arbeit boten die nötigen Angaben von 157 Robnienbeständen der ungarischen Tiefebene.

I. Welches ist der Faktor, der bei der Aufstellung von Ertragstafeln als richtiger Ausgangspunkt gewählt werden kann?

Die Erfahrung zeigt, daß zwischen Beständen gleicher Eigenschaften bezüglich der auf die Flächeneinheit fallenden Holzmasse, der Massenfaktoren und deren mit dem Alter verbundenen Änderung durch die verschiedenen Standortsverhältnisse sehr beträchtliche Unterschiede auftreten können.

Wenn wir in solchen Fällen ohne weiteres nur eine einzige Mittelwertskurve, bzw. Zahlenreihe betreffs der Masse und Massenfaktoren ableiten, erhielten wir über den Wachstumsverlauf der Bestände nur ein sehr ungefährtes Bild, das weder theoretisch, noch praktisch zu verwerten wäre. Gerade darum muß das sog. Streuungsfeld auf mehrere engere Felder aufgelöst werden, in deren Rahmen die Wachstumskurven gesondert darzustellen sind.

Zur Durchführung der Auflösung des Streuungsfeldes stehen heute dem Wesen nach zwei Verfahren in Anwendung. Das eine stützt sich auf die Bodenflora, das zweite auf einen zahlenmäßig ausdrückbaren Wert der

*) Von der Abteilung für Berg-, Hütten- und Forstingenieure der kön. ung. Palatin-Josef-Universität für technische und Wirtschaftswissenschaften genehmigte Dissertation. (Beendet im Frühjahr 1939.)

Bestände. Ersteres wird in der Fachliteratur als „natürliches“, letzteres als „künstliches“ (mechanisches) Verfahren erwähnt.

Das „natürliche“ Verfahren ist nach den bisher erschienenen Untersuchungen in unseren forstlichen Verhältnissen nicht anwendbar. Wir müssen daher mit dem „künstlichen“ Verfahren arbeiten.

Fraglich ist nun, welcher Faktor dem „künstlichen“ Verfahren als Grundlage dienen kann.

Dieser Faktor muß zwei Bedingungen entsprechen, u. zw. 1. er muß die Standortqualität der Bestände richtig charakterisieren und 2. von der Bestandespflege unabhängig sein (was eigentlich in Kulturwäldern eine logische Folge der ersten Bedingung ist).

Der diesen Ansprüchen entsprechende Faktor wurde mit allgemeiner Giltigkeit bis jetzt nicht festgelegt. Es ist daher verständlich, daß wir uns mit obigem Faktor nur hinsichtlich der Robinienbestände befassen.

Nach den diesbezüglichen Untersuchungen von Kovács ist der fragliche Faktor die biologische Oberhöhe.

Die biologische Oberhöhe — im folgenden kurz Oberhöhe genannt — ist die arithmetische Mittelhöhe der in die erste relative Höhenklasse fallenden Bäume.

Die Untersuchungsergebnisse von Kovács wurden von meinen Feststellungen vollauf bestätigt! Als Beispiel werden hier nur die Zahlenwerte der Oberhöhen zweier Robinienbestände vor und nach der Durchführung angeführt.

	Biolog. Oberhöhe	
	vor	nach
	Durchforstung	
Bestand I.	15'965 m	16'015 m
„ II.	18'158 m	18'147 m

Die Unterschiede der Zahlenwerte vor und nach der Durchforstung sind hier derart gering (0'05, bzw. 0'011 m), daß diese vollkommen vernachlässigt werden können. (Denken wir daran, daß die Baumhöhe, bzw. Länge am liegenden Stamme nur mit einer Abrundung von 0'1 m gemessen wird.)

Bei der Erörterung der gestellten weiteren Aufgabe wurde die Oberhöhe als Grundlage gewählt.

II. Wie sind die Grenzkurven, bzw. die Grenzzahlenwerte des Streuungsfeldes abzuleiten?

Voranehend wurde schon erwähnt, daß die Auflösung des Streuungsfeldes auf künstlichem Wege erfolgt. Diesem Vorgehen geht die Ableitung der Grenzkurven, bzw. Grenzzahlenwerte des Streuungsfeldes voraus. Zu

diesem Zwecke sind in der Literatur mehrere Methoden angeführt, die jedoch ausnahmslos in einer oder anderen Beziehung mit Fehlern behaftet sind. *L. Fekete* schlug vor im Streuungsfeld zuerst eine Durchschnittskurve zu konstruieren und nachher die Grenzkurven in Anlehnung an erstere zu ziehen. Dies Vorgehen läßt sich natürlich nur bei gleichmäßiger Verteilung der Punkte anwenden. Die Anwendung ist daher an eine Vorbedingung gebunden und ist nicht in allen Fällen zu brauchen. Der Grudgedanke ist jedoch vorzüglich und kann das Verfahren weiterentwickelt werden. Das Wesen der Weiterentwicklung besteht darin, daß wir die durch ungleichmäßige Anordnung der Punkte gegebene Wirkung ausschalten. U. zw. so, daß wir nach Ableitung der Durchschnittskurve für den oberen und unteren Teil des Streuungsfeldes gesondert wieder je eine Durchschnittskurve ziehen. Auf diese Art nach oben und unten weiter verfahren, leiten wir wieder Durchschnittskurven ab, zu deren Verlauf entsprechend wir endlich die obere und untere Grenzkurve durch die äußersten Punkte des Feldes ziehen.

Diesen einfachen Vorgang sehen wir auf Abb. 4 (s. S. 19 [Abszisse: Alter; Ordinate: Oberhöhe]) verwirklicht. (Die Abbildung benötigt keine weitere Erklärung. Ergänzend wird nur bemerkt, daß die gestrichelte Kurve die Halbierungslinie des zwischen den Grenzkurven liegenden Feldes darstellt.) Die von den Grenzkurven abgelesenen Werte, bzw. Differenzreihen enthält Tab. 6. (Kor = Alter; felső határgörbe = Obere Grenzkurve; alsó határgörbe = Untere Grenzkurve.)

Wir betonen ausdrücklich, daß dies Verfahren dem Ziele dient, bei der Ableitung der Grenzkurven subjektive Einflüsse, bzw. — wie schon erwähnt — die aus der ungleichmäßigen Verteilung der Punkte gegebene Wirkung auszuschließen.

III. Wie soll die Bonitätenbildung erfolgen?

Nachdem die Grenzkurven, bzw. die Grenzzahlenwerte des Streuungsfeldes abgeleitet sind, kann die Bonitätenbildung erfolgen. Die Bonitätenbildung geschieht im Wesen nach zwei Verfahren, von denen hier nur das allgemein bekannte *Cotta—Bauer'sche**) sog. Streifenverfahren kurz besprochen werden soll.

Die Bonitätenbildung nach *Cotta—Baur* zeigt Abb. 5 (s. S. 21) als Fortsetzung des bisher angeführten, indem beispielweise vier Bonitäten gebildet wurden. Das *Cotta—Baur'sche* Verfahren ist nach unserer Meinung nicht ganz richtig, weil die Bonitäten in abweichendem Verhältnis gebildet werden. Bei gleichem Alter gehört z. B. zum Durchschnittswert der I. Bo-

*) Das sog. Streifenverfahren wurde von *Baur* in graphischer Darstellung eingeführt, jedoch hatte es *Cotta* schon am Beginn des XIX. Jahrhunderts numerisch angewandt. Darum nenne ich das Streifenverfahren als *Cotta—Baur'sches*.

nität eine verhältnismäßig kleinere \pm Ordinatendifferenz, als zum Mittelwert der II. Bonität und weiterlaufend werden die Differenzen verhältnismäßig immer höher. Abb. 6 (s. S. 23) zeigt in graphischer Darstellung die prozentualen Unterschiede der Ordinatenwerte.

Die Bonitätenbildung soll nicht mit absolut, sondern mit relativ gleichen Ordinatendifferenzen vor sich gehen! U. zw. auf folgende Weise:

Der Ordinatenwert der oberen Grenzkurve des Feldes in einem gewissen Alter sei: H_{f_1} ; der Ordinatenwert der Grenzkurve der I. und II. Bonität bezogen auf dasselbe Alter sei: H_{f_2} ; der Ordinatenwert der Grenzkurve der II. und III. Bonität sei: $H_{f_3} \dots$; der Ordinatenwert der unteren Grenzkurve des Streuungsfeldes sei: H_{f_n} .

Zwischen den Ordinatenwerten läßt sich folgender Zusammenhang aufstellen:

$$\frac{H_{f_2}}{H_{f_1}} = \frac{H_{f_3}}{H_{f_2}} = \dots = \frac{H_{f_n}}{H_{f_{(n-1)}}} = q; \text{ daraus folgt}$$

$$H_{f_1} \cdot q = H_{f_2}$$

$$H_{f_2} \cdot q = H_{f_3}$$

$$H_{f_3} \cdot q = H_{f_4}$$

$$\dots$$

$$\dots$$

$$H_{f_{(n-1)}} \cdot q = H_{f_n}$$

Und nun weiter

$$H_{f_n} = H_{f_{(n-1)}} \cdot q = H_{f_{(n-2)}} \cdot q^2 = \dots = H_{f_2} \cdot q^{n-2} = H_{f_1} \cdot q^{n-1}, \text{ woraus wiederum}$$

$$q = \sqrt[n-1]{\frac{H_{f_n}}{H_{f_1}}}$$

Die Werte H_{f_1} und H_{f_n} sind im gegebenen Falle bekannt, $(n-1)$ entspricht der Zahl der zu bildenden Bonitäten; der Quotient q kann daher leicht errechnet werden. Mit Hilfe des bekannten Quotienten, der selbstverständlich für jedes Alter eigens errechnet werden muß, kann für jedes Alter der gesuchte Ordinatenwert der Bonitätengrenzkurven ermittelt werden. Die Mittelwertskurve (bzw. Mittelwertszahlenreihe) der Bonität erhält man durch einfache Halbierung.

Die auf obige Art gebildeten vier Bonitäten sind auf Abb. 10 ersichtlich.

(S. S. 30. [Abszisse=Alter; Ordinate=Oberhöhe; die kleinen schwarzen Punkte bedeuten die Oberhöhe der einzelnen Bestände. Die Bonitierung erfolgte nach Abb. 10 und die für die einzelnen Bestände festgestellten Bonitätsqualitäten sind in Tab. 5 (s. S. 17—18. zusammengefaßt)], Erklärung zu Tab. 5:

Spalte 1:	Sorszám	=	Laufende Nummer des Bestandes.
„ 2:	Kor	=	Bestandesalter.
„ 3:	H_t	=	Oberhöhe.
„ 4:	Vö	=	Gesamtmasse des verbleibenden Bestandes.
„ 5:	Zár.	=	Schlußgrad.
„ 6:	Há	=	Mittelhöhe des verbleibenden Bestandes nach der Grundfläche gewogen.
„ 7:	Tho.	=	Bonität.

Die Bonitäten sind nach dem besprochenen Verfahren mit gleichen relativen Ordinattendifferenzen ermittelt. Dies zeigt auch Abb. 12 (s. S. 32).

Diese Art der Festlegung der Bonitäten wird von uns für die richtigste gehalten.

*

Der Gedanke, die Bonitätenbildung mit relativ gleichen Ordinattendifferenzen zu vollziehen, stammt vom hochverdienten ehemaligen Professor *L. Fekete*. Wir haben die Idee nur aufgegriffen und verwirklicht.

Das Verfahren wird von uns zum Gedenken als: *Geometrisch-progressive Verfahren von Lajos Fekete* benannt.

IV. Wie sind die Gesamtmassen-Mittelzahlenreihen des verbleibenden Bestandes von Bonitäten abzuleiten?

Die Frage ließe sich am einfachsten lösen, indem wir mit der Gesamtmasse des verbleibenden Bestandes ähnlich wie mit der Oberhöhe verfahren würden. (In der Fachliteratur treffen wir dem Wesen nach dies Verfahren am häufigsten.) Auf diese Art käme man jedoch zu keinem richtigen Ergebnis, da man auf die Homogenität der Bestände nach Holzmasse nicht rechnen kann.

Das Zeichen der Grenzkurven des Streuungsfeldes im Falle der Gesamtmasse des verbleibenden Bestandes muß umgegangen werden. Die Massenkurven, bzw. Reihen sind nicht als Funktion des Bestandesalters, sondern als jene der Oberhöhe abzuleiten.

Abb. 10 zeigt, daß der überwiegende Teil der als Untersuchungsgrundlage dienenden Bestände in die I. und II. Bonität fällt. In diesem Falle erfolgt die Festlegung der Massenmittelkurven vorerst bei den erwähnten Bonitäten.

Die Massenwerte wurden nach Abb. 13 (s. S. 34) als Funktion der Oberhöhe aufgetragen und dann je eine Massenkurve für die I., bzw. II. Bonität gezogen, mit deren Hilfe die zu den schon bekannten Oberhöhenreihen der Bonitäten gehörigen Massenmittelwerte bestimmt wurden.

Für die I. und II. Bonität sind die Massenmittelwerte eines bestimmten Alters selbstredend Glieder einer geometrischen Progression. Aus den beiden Massenmittelwerten kann man daher für jedes Alter den Quotien-

ten der Progression berechnen, mit dessen Hilfe die Massenmittelwerte der III. und IV. Bonität ohne weiteres zu errechnen sind.

Fraglich ist, wie die aus den errechneten Werten darzustellenden Massenmittelkurven den tatsächlichen Holzmassen der Bestände der III. und IV. Bonität entsprechen, und zwar als Funktion der Oberhöhe?

Betrachten wir Abb. 14 (s. S. 39 [Abszisse=Oberhöhe; Ordinate=Gesamtmasse des verbleibenden Bestandes]). Die kleinen Nullkreise bedeuten die auf obige Art errechneten Massenmittelwerte der III. Bonität, bzw. die diese verbindende Kurve ist die massenmittelkurve. Die kleinen schwarzen Punkte sind die der Oberhöhe entsprechenden Gesamtmassen der Bestände III. Bonität. Wie ersichtlich, paßt die errechnete Kurve vollkommen in das kleine Massenstreuungsfeld; nur Bestand Nr. 99 weicht der Masse nach von der Kurve ab. Der Durchschnitts-Schlußgrad der Bestände III. Bonität beträgt 0,73 (s. Tab. 12), der Schlußgrad des Bestandes Nr. 99 jedoch nur 0,47; deswegen die geringe Holzmasse (29 m³) dieser Nummer. Wenn wir die Holzmasse dieses Bestandes auf den durchschnittlichen Schlußgrad (durchschn. vollkommener Bestockungsgrad) umrechnen, so

erhalten wir $\frac{0,73 \times 29}{0,47} = 43 \text{ m}^3$ für diesen Bestand, wodurch sich auch dieser extreme Wert der errechneten Kurve anpassen würde.

Der obere Teil der Abb. 15 (s. S. 40) zeigt ähnlich dem obenerwähnten die errechneten Massenmittelwerte, bzw. Massen-Mittelwertskurve der IV. Bonität und darunter die Massenkurve, die aus den Beständen IV. Bonität nach den bestehenden Holzmassen gezeichnet wurde. Die errechnete Kurve zeigt höhere Werte.

Im allgemeinen läßt sich dieser Umstand auf ähnliche Ursachen zurückführen, wie bei Bestand Nr. 99 auf Abb. 14. Der Durchschnitts-Schlußgrad der Bestände I. Bonität beträgt 0,86, bei der II. Bonität 0,82, bei der III. Bonität — wie schon erwähnt — 0,73 und bei der IV. Bonität nur 0,39. Der letzte Wert ist gegenüber den anderen angeführten auffallend niedrig. Dies ist auf Abb. 16 (s. S. 41) ersichtlich.

Der Durchschnitts-Schlußgrad der IV. Bonität wäre im richtigen Verhältnis zu den übrigen Werten (durch Extrapolierung ermittelt) 0,57 (Abb. 16, IV').

Der Durchschnitts-Schlußgrad von 0,57 entspräche dem durchschnittlichen, vollkommenen Bestockungsgrad der Bestände IV. Bonität. Wenn wir nun die Massenwerte der einzelnen Bestände auf diesen Schlußgrad, d. h. Vollkommenheitsgrad umrechnen, erhalten wir das untere Kurvenbild v. Abb. 15. Die errechnete Kurve paßt vollkommen in das so entstehende Streuungsfeld. Es ist aber nicht zu verwundern, daß einzelne Bestände selbst nach der Umrechnung stark abweichen, denn zwischen Schlußgrad und Bestockungsgrad sind die Zusammenhänge nicht so innige,

als daß bei einigen Beständen größere Verschiedenheiten nicht auftreten könnten. Dies ist auch sehr verständlich.

Die Tatsache, daß die Bestände IV. Bonität im Verhältnis zu den übrigen Bonitäten im allgemeinen sehr geringe Holzmassen aufweisen, ist vermutlich darauf zurückzuführen, daß die Standorte, auf denen diese Bestände stocken, für die Robinie flächenweise unfruchtbar sind. Die weitere Erörterung dieser Frage, sowie Hinweise auf ihre praktische Bedeutung werden an dieser Stelle unterlassen, da sie vom jetzigen Fragenkomplex unabhängig ist.

Abschließend weisen wir auf Abb. 17 (s. S. 42) hin, die die nach der Oberhöhe abgeleiteten Massenmittelwerte, bzw. Massen-Mittelwertskurven der vier Bonitäten als Funktion des Bestandesalters darstellt.

V. *Wieviele Bonitäten sind zu bilden?*

Im bisher angeführten wurde diese Frage nicht berührt. Es war nur von der Methode der Bonitätenbildung die Rede und in dieser Hinsicht war die Zahl der zu bildenden Bonitäten eigentlich nebensächlich. Wenn wir jedoch eine Ertragstafel aufstellen wollen, so ist die Anzahl der Bonitäten ein wichtiger Punkt.

In der Fachliteratur sind hinsichtlich der Frage zwei Ansichten dominierend. Es sei dazu im deutschen Auszug nur bemerkt, daß diese den Schlüssel der Lösung des Problems nicht enthalten.

Bei der Feststellung der Zahl der Bonitäten dürfen wir den Umstand nicht vergessen, daß die Bonitätenbildung kein Selbstzweck ist. Die Bonitätenbildung ist nur darum notwendig, da die „naturgegebenen“ Grenzen, d. h. die oberen und unteren Grenzen des Streuungsfeldes zu weit auseinander liegen können. Die abzuleitenden Wachstumsgesetze der Bestände wollen wir so vom theoretischen, als praktischen Gesichtspunkte heraus anwenden, und zu ihrer Anwendung sind wir an gewisse Genauigkeitsanforderungen gebunden.

Die Frage der Bonitätenbildung und der Zahl der zu bildenden Bonitäten ist nur aus dieser Tatsache heraus zu lösen.

Wie die Bonitätenbildung proportional zu erfolgen hat, wurde schon erörtert. Infolgedessen soll nur davon gesprochen werden, mit welchen Prozentunterschieden die Bonitätenbildung erfolgen soll und auf welchen Faktor die Prozentunterschiede zu beziehen sind.

Dies Doppelproblem wird im Auszug auch nur kurz behandelt. Der als Grundlage dienende Faktor ist aus praktischen Rücksichten, bzw. jenen der Zweckmäßigkeit die Gesamtmasse des verbleibenden Bestandes.

Die Prozentunterschiede sind in verschiedenem Alter verschieden. Das kommt davon, weil die Differenzreihen (laufender Zuwachs) der

Grenzkurven, bzw. Grenzkurven-Zahlenreihen nicht gleichzeitig kulminieren. Dieser Umstand muß in Betracht gezogen werden.

Für welche Holzart immer eine Ertragstafel zusammengestellt wird, wissen wir im vorhinein, von welchem Alter an wir die Tafel anzuwenden wünschen. So müssen soviel Bonitäten bilden, daß wir von diesem gewissen Alter ab in keinem Alter über den Prozentunterschied von $\pm 20\%$ hinaus gelangen. Selbstverständlich dürfen und können die $\pm 20\%$ nicht starr aufgefaßt werden.

Im Sinne des Gesagten zeigen wir in Anlehnung an das schon besprochene Material, wieviel Bonitäten bei der Aufstellung einer Extratafel zu bilden wären.

Bestimmen wir zuerst bei den vier gebildeten Bonitäten die Höhe der Prozentunterschiede hinsichtlich der Gesamtmasse des verbleibenden Bestandes. Dazu besteht nicht die Anforderung, die Werte der Grenzkurven des Massenfeldes zu kennen, wie es vielleicht scheinen würde. Die schon abgeleiteten Massenwerte, bzw. Reihen der Bonitäten eines gewissen Alters sind Werte einer geometrischen Reihe. Auf Grund dessen kann gesagt werden: Im selben Alter verhält sich die Differenz der einander folgenden Werte der Mittelreihe der Bonitäten zur Summe der Mittelreihe der Bonitäten, wie die Differenzen der Werte der einander folgenden Grenzzahlen zur Summe der Werte der einander folgenden Grenzzahlen.

Die fraglichen Prozentunterschiede werden auf Grund der Mittel-Massenzahlenreihen der I. und II. Bonität festgestellt, wie es in Tab. 14 (s. S. 48) ersichtlich ist.

Spalte 1: Kor	= Alter.
" 2: $V_{\delta I}$	= Mittel-Massenzahlenreihe der I. Bonität.
" 3: $V_{\delta II}$	= " " " II. "

Spalte 4, 5 und 6 benötigen keine Erklärung.

Die in Spalte 6 errechneten Prozentunterschiede sind ausnahmslos höher, als die erfordernten 20% . Wollten wir eine Ertragstafel aufstellen, so müßten wir mehrere Bonitäten bilden. In diesem Fall müßte man die Arbeit nicht von vorne beginnen, da die Grenzkurven, bzw. Grenzwertreihen des Streuungsfeldes, bezogen auf die Gesamtmasse, jetzt schon leicht zu berechnen sind und im Besitze deren kann die Zahl der zu bildenden Bonitäten schnell festgelegt werden.

Über die Berechnungsmethode der Grenzzahlenwerte des Massenstreuungsfeldes gibt Tab. 15 (s. S. 49) eine klare Übersicht.

Spalte 5: $V_{\delta I}$	= Obere Grenzzahlenwerte.
" 14: $V_{\delta b}$	= Untere " "

Übrigens haben wir in Tab. 15 sämtliche schon bekannte Mittel-Massenzahlenreihen zusammengefaßt (Spalte 3, 7, 10, 11), sowie die Grenzzahlenwerte der gebildeten 4 Bonitäten (Spalte 6, 9, 13) die wir darum berechnet haben, da wir die weiteren Er-

örterungen auf Grund der eingangs gebildeten 4 Bonitäten fortsetzen. Dies berührt natürlich das Wesen der noch zu besprechenden Konstruktionsfragen nicht.

Bilden wir sechs Bonitäten. In diesem Falle sind die Grenzzahlenwerte bei 35 Jahren:

$$\begin{aligned}V_{\delta_1} &= 375'8 \text{ m}^3 \\V_{\delta_2} &= 253'0126 \text{ m}^3 \\V_{\delta_3} &= 170'3443 \text{ m}^3 \\V_{\delta_4} &= 114'6867 \text{ m}^3 \\V_{\delta_5} &= 77'6867 \text{ m}^3 \\V_{\delta_6} &= 51'9857 \text{ m}^3 \\V_{\delta_7} &= 35'0 \text{ m}^3.\end{aligned}$$

Die Differenz, bzw. Summe zwei einander folgenden Grenzwerte:

$$\begin{aligned}V_{\delta_1} + V_{\delta_2} &= 375'8 - 253'0126 = 122'7874 \text{ m}^3, \\V_{\delta_1} - V_{\delta_2} &= 375'8 + 253'0126 = 628'8126 \text{ m}^3.\end{aligned}$$

Der gesuchte Prozentunterschied: $\frac{122'7874 \times 100}{628'8126} = 19'53\%$.

Bei Robinienbeständen kämen in Betracht, die Ertragstafeln von 15 Jahren an praktisch zu verwenden. Wenn wir sechs Bonitäten bilden, so ist der Prozentunterschied bei 15 Jahren 20'24%. Die Prozentunterschiede von 19'53 und 20'24% entsprechen dem erwünschten Prozentunterschied von 20% sehr gut. Wollten wir aus dem Untersuchungsmaterial eine Ertragstafel aufstellen, müßten wir also sechs Bonitäten bilden. Dies würde natürlich keine besondere Aufgabe darstellen, da nur davon die Rede wäre, zwischen die bekannten Grenzzahlenreihen des Streuungsfeldes hinsichtlich der Oberhöhe, bzw. Gesamtmasse des verbleibenden Bestandes, die für sechs Bonitäten entsprechenden Grenzzahlenreihen, bzw. Mittelzahlenreihen einzufügen. Von der Bildung der sechs Bonitäten sehen wir aber aus schon vorher angeführten Gründen ab.

In Kapitel IV. wurde erwähnt, daß die Ableitung der Massengrenzkurven, bzw. Massengrenzzahlenreihen des Streuungsfeldes *umgangen werden* soll. Wie dies zu geschehen hat, ist aus obigen Ausführungen klar zu ersehen.

Abschließend zeigen wir auf Abb. 18 (s. S. 52 Abszisse = Alter; Ordinate = Gesamtmasse des verbleibenden Bestandes) das Massenstreuungsfeld und sämtliche abgeleiteten Massenkurven hinsichtlich der gebildeten vier Bonitäten. Die Gesamtheit der zur Grundlage dienenden Bestände sind der Masse nach — wie schon eingangs betont wurde — nicht so homogen, als nach ihrer Oberhöhe. Es ist aber ohne Zweifel, daß die abgeleiteten Massenkurven ein Massenabbild der Oberhöhenkurven sind. Dieser unbestreitbare Zusammenhang läßt sich bei der Untersuchung der

Homogenität der Bestände (nach Masse und Kreisflächensumme) gut bewerten. Bevor wir diese, übrigens sehr einfache Untersuchungsmethode besprechen, wenden wir uns vorerst einer anderen Frage zu.

VI. Wie sind die auf die Mittelhöhe des verbleibenden Bestandes bezogenen Mittelzahlenreihen der Bonitäten abzuleiten?

Zwischen Gesamtmasse, Kreisflächensumme, Mittelhöhe und Gesamtmassen-Formzahl des verbleibenden Bestandes einer Ertragstafel soll, wie bekannt, folgender Zusammenhang gesichert sein:

$$V_0 = G_0 \times H_a \times F_0$$

Frage ist, wie die H_a -Werte abzuleiten sind, die der obigen Gleichung entsprechen.

Für die gebildeten vier Bonitäten wurden bis jetzt die Zahlenreihen der Oberhöhe und jene der Gesamtmasse des verbleibenden Bestandes festgelegt. Die letzteren wurden, wie ersichtlich, als Funktionen der Oberhöhe dargestellt. Die Ableitung der Mittelhöhenreihen der Bonitäten kann logisch auch aus der Oberhöhe erfolgen. Darauf sei jedoch besonders hingewiesen, daß man bei dieser Aufgabe mit großer Vorsicht arbeiten muß, denn wie einfach es auch erscheint, ist die Möglichkeit leicht zu begehender Irrtümer gegeben.

Wir haben die Mittelhöhe als Funktion der Oberhöhe der untersuchten Bestände aufgetragen und zwischen beiden einen sehr engen Zusammenhang gefunden.

Auf Abb. 19 (s. S. 55) zeigen die gestrichelten Linien das Streuungsfeld der Mittelhöhen, während die dazwischen liegende Linie die Mittelwertlinie des Mittelhöhen-Streuungsfeldes ist. Aus diesem Streuungsfeld fallen nur die Bestände Nr. 50, 30 und 56 heraus, die übrigen Bestände liegen derart eng bei einander, daß sie aus technischen Gründen auf der Zeichnung gar nicht dargestellt werden können.

Mit Hilfe dieser Abbildung wurde festgestellt, daß zu jeder Oberhöhe im allgemeinen eine um 0,3 m geringere Mittelhöhe gehört. (Ein Zusammenhang zwischen Ober- und Mittelhöhe, bezogen auf Alter und Bonität, konnte aus dem bearbeiteten Material nicht aufgedeckt werden.)

Nachdem wir den durchschnittlichen Unterschied (0,3 m) zwischen Ober- und Mittelhöhe kennen, könnte die Ableitung der Mittelhöhenreihen der Bonitäten aus den schon bekannten Oberhöhenreihen als einfache Subtraktion angesehen werden. Auf diese Art kann man aber nur die Mittelhöhen-Grenzkurven des Streuungsfeldes, bzw. der Bonitäten richtig herstellen, *jedoch die Mittelhöhen-Mittelreihen der Bonitäten nicht.*

Betrachten wir nur Abb. 20 (s. S. 57). An dieser Stelle sei erwähnt, daß die folgenden Erörterungen überwiegend nur auf Grund der Werte

der I. Bonität weitergeführt werden.) Die kleinen Nullkreise auf der Abszisse (Abb. 20) entsprechen den schon bekannten Werten $V_{\delta 3}$, $V_{\delta 2}$ und $V_{\delta 1}$ bei 20 Jahren, d. h. den Massengrenzwerten der I. und II. Bonität dieses Alters; die beiden größeren Nullkreise bedeuten die Mittelwerte dieser Grenzwerte ($V_{\delta II}$ und $V_{\delta I}$). Die Ordinate ist die Mittelhöhe ($H_{\dot{a}}$). Wie die Abbildung zeigt, verläuft die Mittelhöhe oberhalb der Abszisse V_{δ} bei Änderung der Bonität nicht nach einer Geraden, sondern nach einer Kurve.

Wenn wir z. B. zum Wert $V_{\delta I}$ dem Wesen nach den Durchschnittsmittelhöhenwert $\frac{H_{\dot{a}2} + H_{\dot{a}1}}{2} = H_{\dot{a}I}$ ableiten, so erhalten wir einen geringeren Wert, als richtig wäre. Berechnen wir den Wert

$$\frac{\frac{V_{\delta I}}{V_{\delta 2} + V_{\delta 1}}}{\frac{H_{\dot{a}2} + H_{\dot{a}1}}{2}} = \frac{V_{\delta I}}{(GF)''_{\delta I}} = H''_{\dot{a}I}$$

so gelangen wir zu einem höheren Mittelhöhenwert, und zwar liegt dieser, wie die Abbildung zeigt, gerade um soviel höher, als der vorherige niedriger. Den richtigen Wert liefert uns die Formel

$$H_{\dot{a}I} = \frac{H'_{\dot{a}I} + H''_{\dot{a}II}}{2}$$

Wir haben die in Tab. 16 (s. S. 56), Spalte 15 enthaltene Mittelhöhen-Mittelreihe der I. Bonität nach obiger Gleichung berechnet, da man auf diese Art schneller und genauer zum Ziele gelangt, als bei Anwendung des graphischen Verfahrens. (Die vielen Dezimalstellen dienen hier, wie auch an anderen Stellen nur didaktisch-konsequente Aufgaben und wären praktisch überflüssig.)

Zur Ableitung der Mittelhöhen-Mittelzahlenreihen der Bonitäten halten wir die vorgetragene Methode, gegenüber den bisher angewandten, als allein richtig. Mit anderen Methoden kann man die Werte nicht so ableiten, daß diese der Gleichung $V_{\delta} = G_{\delta} \times H_{\dot{a}} \times F_{\delta}$ voll und richtig entsprechen.

VII. Wie sind die Mittelzahlenreihen der Bonitäten bezogen auf die Kreisflächensumme und Gesamtmassen-Formzahl des verbleibenden Bestandes abzuleiten?

Die Mittelhöhen-Mittelwerte der Bonitäten können, wie ersichtlich, unabhängig von den Gesamtmassenwerten der Bonitäten eines Alters auf richtige Art nicht abgeleitet werden. Daraus folgt auch, daß die Kreisflächensummen- und Gesamtmassen-Formzahlenwerte der Bonitäten un-

abhängig von den V_{δ} - und H_a -Zahlenreihen fehlerfrei nicht hergeleitet werden können.

Zwei Werte der Formel $V_{\delta} = G_{\delta} \times H_a \times V_{\delta}$ und zwar V_{δ} und H_a (die H_a -Werte nur für die I. Bonität) wurden in dieser Arbeit schon festgelegt. Aus diesen Werten läßt sich das Produkt $(G \cdot F)_{\delta I}$ leicht bilden. Wenn nun ein Faktor dieses Produktes ermittelt werden kann, ist damit auch der zweite mathematisch bestimmt. Auf diese Art sind uns alle Werte der Formel bekannt.

Fraglich ist nun, wie man aus dem Produkt $(G \cdot F)_{\delta I}$ einen der Faktoren bestimmen kann; u. zw. aus Gründen der Zweckmäßigkeit den Faktor $G_{\delta I}$? Bevor diese Frage beantwortet wird, untersuchen wir zuerst die Homogenität der einzelnen Bestände (der I. Bonität).

Zum Verständnis dieser Untersuchung besprechen wird der Einfachheit wegen die Abb. 21 (s. S. 61). Dies ist eine Doppelabbildung. Die Abszisse ist das Alter, die Ordinate im oberen Teil (H_I) ist die Oberhöhe; im unteren Teil (V_{δ}) die Gesamtmasse.

Die im obenliegenden Teil befindlichen Kurven sind Stücke der oberen Oberhöhen-Grenzkurve und der Oberhöhen-Mittelkurve des Streuungsfeldes (der I. Bonität). Die im untenliegenden Teil befindlichen, sind Stücke der oberen Gesamtmassen-Grenzkurve und der Gesamtmassen-Mittelkurve (der I. Bonität).

Im Kapitel V wurde erwähnt, daß die abgeleiteten Gesamtmassenkurven ein Massenabbild der Oberhöhenkurven sind. Daraus folgt, daß die Oberhöhenkurve und die Gesamtmassenkurve einer entsprechende (zusagende) Punkte haben.

Auf Abb. 21 entspricht der Punkt H_{f1} dem Punkte $V_{\delta 1}$, H_{f1} *) entspricht $V_{\delta 1}$. Bei 25 Jahren sind die Bestände Nr. 127 und 128 nach ihrer Oberhöhe, bzw. Gesamtmasse mit schwarzen Punkten angegeben. Stellen wir nun fest, ob im Bestände Nr. 127 die Gesamtmasse der Oberhöhe entspricht?**)

Wir ziehen vom Punkte $V_{\delta 1}$, bzw. (H_{f1}) ausgehend eine beliebig verlaufende, gestrichelte Linie und tragen von $V_{\delta 1}$ aus die Strecke $H_{f1} H_{f1}$, bzw. $H_{f1} 127$ und $H_{f1} 128$ (aus dem oberen Teil der Abbildung) auf. So erhalten wir auf der gestrichelten Schrägen die mit Nullkreisen bezeichneten Punkte $H_{f1} 127$ und 128. Jetzt verbinden wir H_{f1} mit $V_{\delta 1}$ und ziehen zu dieser Verbindungsgeraden eine Parallele aus dem Punkte 127. Der Schnittpunkt dieser Parallelen mit der Ordinate fällt mit dem tatsächlichen Gesamtmassenwert des Bestandes Nr. 127 zusammen. Der Bestand Nr. 127 besitzt daher eine, seiner Oberhöhe vollständig entsprechende Gesamtmasse.

*) Auf Abb. 21 fehlt im oberen Teil beim freien Nullkreis die Bezeichnung H_{f1} .

**) Der Oberhöhe und dem angewandten, bei einzelnen Beständen a priori nicht genau einhaltbaren Durchforstungsgrad.

Wenn wir mit dem Bestand Nr. 128 ebenso verfahren, ersehen wir, daß die tatsächliche Gesamtmasse dieses Bestandes unter dem der Oberhöhe entsprechenden Gesamtmassenwert ([128] mit Nullkreis bezeichnet) zurückbleibt, u. zw. um $11'8 \text{ m}^3$.

Mit diesem einfachen, graphischen Verfahren haben wir für sämtliche Bestände der I. Bonität jene Gesamtmassen bestimmt, die ihrer Oberhöhe entsprechen. Nachher wurde die Differenz zwischen dieser und der tatsächlichen Gesamtmasse berechnet, sowie der Prozentanteil der Differenz zur tatsächlich vorhandenen Gesamtmasse. Diese Angaben wurden in Tab. 17 (s. S. 62—63) zusammengefaßt.

Spalte 1: Sorsz.	=	Laufende Nummer der Bestände I. Bonität.
„ 2: Kor	=	Alter.
„ 3: H_f	=	Oberhöhe.
„ 4: V_0	=	Gesamtmasse des verbleibenden Bestandes.
„ 5: aV_0	=	Gesamtmasse proportional der Oberhöhe.

Spalte 6 und 7 benötigen keine besondere Erklärung.

In dieser Tabelle wurden auch die tatsächlichen Kreisflächensummen der Bestände aufgenommen (Spalte 8, G_0). In Spalte 9 wurde die absolute Kreisflächendifferenz berechnet, die zur tatsächlichen Kreisflächensumme zu addieren, bzw. subtrahieren ist, um die zur Oberhöhe proportionale Kreisflächensumme (Spalte 10, aG_0 -Werte) zu erhalten. Die aG_0 -Werte sind mit Hilfe des auf die Gesamtmasse bezogenen Korrektionsprozentwertes (φ) richtig berechenbar, da nämlich der Formzahlwert $\frac{V}{G \cdot H}$ gleich

$\frac{V+V \cdot \varphi}{(G+G \cdot \varphi) \cdot H}$ ist. Auf diese Weise wurden die Bestände I. Bonität nach Gesamtmasse und Kreisflächensumme sozusagen auf „gemeinsamen Nenner“ gebracht.

Spalte 11 enthält endlich die um $0'3 \text{ m}$ verminderten Oberhöhen, d. h. jene Mittelhöhen, die hinsichtlich der Bestände als „ideell“ zu betrachten sind. (Spalte 12 und 13 benötigen keine Erklärung.)

Und nun antworten wir auf die Frage, wie aus dem Produkt ($G \cdot F$) der Wert G bestimmt werden kann. Dazu dient als Erklärung Abb. 23 (s. S. 68). Auf dieser Abbildung bedeuten die kleinen, schwarzen Punkte die als Funktion von aG_0 aufgetragenen Werte von ${}^a(G \cdot F)_0$ (entnommen aus Tab. 17, Spalte 10, 12), der Bestände I Bonität. Die kleinen Nullkreise sind die Schwerpunkte der innerhalb der gestrichelten Linien befindlichen Werte. Die konstruierte Kurve zeigt den Verlauf des Produktes ${}^a(G \cdot F)_0$.

In Tab. 19 (s. S. 69), Spalte 4 sind die berechneten $(G \cdot F)_{01}$ -Werte enthalten. Wenn wir diese Werte auf der konstruierten Kurve aufsuchen,

so können wir, auf die Abszisse zurückgehend, die gesuchten Werte von G_{0I} ablesen (s. Tab. 19, Spalte 5); in deren Besitz die Werte von F_{0I} der I. Bonität leicht zu berechnen sind (zusammengefaßt in Spalte 6).

Nach der vorgeführten Methode wurden, wie ersichtlich, alle Werte der Formel $V_0 = G_0 \times H_a \times F_0$ richtig festgelegt.

Zur Veranschaulichung wurden auch die fehlerhaften Werte G'_{0I} , F'_{0I} mit Einbeziehung von H'_{aI} berechnet (s. Tab. 19, Spalte 7—10).

Schließlich wurden in Abb. 24 und 25 (s. S. 70) als Funktion, des Alters die richtigen und fehlerhaften Kurven der Kreisflächensumme, bzw. Formzahl der I. Bonität dargestellt. Die kleinen, schwarzen Punkte bedeuten die Kreisflächensummen, bzw. Formzahlen der einzelnen Bestände. Die Abbildungen zeigen deutlich, daß die gestrichelten Kurven tatsächlich fehlerhaft verlaufen.

Abschließend kann gesagt werden, daß die Ableitung der Mittelzahlenreihen der Bonitäten, bezogen auf die Kreisflächensumme und Gesamtmassen-Formzahl des verbleibenden Bestandes auf die vorgeführte Art im Wesen als allein richtig betrachtet werden kann.

Schlußwort.

Im Zusammenhang mit der Besprechung der aufgestellten sieben Fragen, war unser Bestreben, auf Grund eines konkreten Materials eine Verfahrenreihe zu entwickeln, mit Hilfe deren die Grundfragen der Aufstellung von Ertragstafeln — entsprechend dem Ziele der Tafeln — auf die Art zu lösen sind, daß die bei Lösung der Fragen erhaltenen Ergebniszahlenreihen, selbst bei Änderung des Alters und der Bonität, in der denkbar engsten, organischen und logischen Verbindung stehen.

Diese Konstruktions-Verfahrenreihe sei in übersichtlicher Form folgend beschrieben:

1. Wenn wir die Gesamtheit der Probebestände nach der Oberhöhe als homogen betrachten können, so tragen wir die Oberhöhe der einzelnen Probebestände als Funktion des Alters auf und leiten die Grenzkurven, bzw. Grenzwertreihen des Streuungsfeldes ab.

2. Im Besitze der Grenzwertreihen des Oberhöhen-Streuungsfeldes bilden wir nach dem geometrisch-progressiven Verfahren von *Lajos Fekete* 3—4 provisorische Bonitäten und teilen die Bestände in diese ein.

3. Als Funktion der Oberhöhe tragen wir die Gesamtmasse des verbleibenden Bestandes der in größter Anzahl vorhandenen Probebestände zweier provisorischer Bonitäten auf und leiten die Mittelwertskurve, bzw. Mittelwertsreihen der Gesamtmasse des verbleibenden Bestandes gesondert für jede der beiden Bonitäten ab.

4. Im Besitze der so erlangten Massen-Mittelwertsreihen legen wir für

die beiden provisorischen Bonitäten die den als Funktion des Alters schon bekannten Oberhöhen-Mittelwertsreihen entsprechenden Massen-Mittelwertsreihen fest.

5. Wir stellen fest, ob die Zahl der gebildeten provisorischen Bonitäten genügt; wenn nicht, errechnen wir die Grenzwertreihen des Gesamtmassen-Streuungsfeldes.

6. Im Besitze dieser Gesamtmassen-Grenzwertreihen bestimmen wir die endgültige Zahl der Bonitäten.

7. Wir bilden die endgültigen Bonitäten (so im abgegrenzten Oberhöhen-, als im Gesamtmassen-Streuungsfelde) und reihen die Bestände nach der Oberhöhe in die endgültigen Bonitäten ein.

8. Als Funktion der Oberhöhe tragen wir die Mittelhöhe der Bestände (verbleibenden Bestände) auf und bestimmen die durchschnittlich bestehende Differenz zwischen Oberhöhe und Mittelhöhe.

9. Bei Kenntnis der obigen durchschnittlichen Höhendifferenz errechnen wir die den Oberhöhen-Grenzwertreihen entsprechenden Mittelhöhen-Grenzwertreihen der (endgültigen) Bonitäten.

10. Im Besitze der Mittelhöhen-Grenzwertreihen und den Massengrenz- und Mittelwertreihen der Bonitäten errechnen, bzw. leiten wir, aus den auf ein gleiches Alter bezogenen Werten die Mittelhöhen-Mittelwertreihen der Bonitäten ab.

11. Wir bestimmen die mit der Oberhöhe proportionalen Gesamtmasse, Kreisflächensumme, Mittelhöhe und den Wert ($G.F$) der einzelnen (verbleibenden) Bestände.

12. Als Funktion der proportionalen Kreisflächensumme tragen wir die proportionalen Werte ($G.F$) der verbleibenden Bestände der einzelnen Bonitäten auf und konstruieren die ($G.F$)-Kurven. (Dies Verfahren wird eventuell nur bei den in größter Anzahl vorhandenen Beständen von zwei endgültigen Bonitäten ausgeführt.)

13. Wir errechnen die Reihen der ($G.F$)-Werte der Bonitäten und bestimmen die zu den einzelnen ($G.F$)-Werten gehörigen Kreisflächensummen, mit Hilfe der konstruierten, entsprechenden ($G.F$)-Kurve. (Dies Verfahren wird eventuell nur bei den in größter Anzahl vorhandenen Beständen von zwei endgültigen Bonitäten ausgeführt und auf die übrigen werden die Kreisflächensummen mit Hilfe der direkt abgeleiteten Kreisflächensummen zweier Bonitäten berechnet.)

14. Im Besitze der ($G.F$)-Wert- und Kreisflächensummen-Reihen, berechnen wir bezüglich des verbleibenden Bestandes die Gesamtmassen-Formzahlreihen der Bonitäten.

Als wesentlichen Charakterzug des Konstruktionsverfahrens erwähnen

wir, daß die Notwendigkeit der eventuellen Ausgleichung der erlangten Zahlenreihen vorneweg ausgeschlossen wird.

Schließlich wird noch in Kürze die Ableitung des Mitteldurchmessers und der Stammzahl bezüglich des verbleibenden Bestandes der Bonitäten besprochen. Die Ableitung der übrigen Zahlenreihen der Ertragstafeln bedeutet nämlich teils eine rein mechanische Rechenarbeit, bzw. kann schon in jeder Hinsicht für gelöst betrachtet werden.

15. Wir tragen als Funktion der Kreisflächensumme der (verbl.) Bestände derselben Bonität die Bruthöhendurchmesser des Mittelstammes der einzelnen (verbl.) Bestände auf und konstruieren eine Durchmesserkurve, von welcher wir die zu den bekannten Kreisflächensummen-Reihen der Bonitäten gehörigen Mitteldurchmesser-Werte ablesen. Nachher entnehmen wir einer Kreisflächentabelle die, dem Mitteldurchmesser entsprechenden Kreisflächen. Mit diesen dividieren wir den entsprechenden Kreisflächen-Summenwert der Bonitäten und erhalten als Endergebnis die Stammzahl-Zahlenreihe. (Die nun konstruierbare Stammzahlkurve vergleichen wir mit der als Funktion des Alters aus den Aufnahmsdaten konstruierbaren Stammzahlenkurve.)

Es ist unsere Überzeugung, daß wir auf diese Art auch für den Mitteldurchmesser und die Stammzahl der Bonitäten solche Zahlenreihen ableiten, die mit den schon abgeleiteten übrigen Reihen ebenfalls in organischer und logischer Verbindung stehen.

Die Gesetze der geometrischen Reihe können auch hier verwertet werden. Wir müssen aber selbstverständlich immer von den Zahlenreihen jener Bonitäten zur Ableitung der Reihen anderer Bonitäten übergehen, in welchen eine größere Anzahl von Probebeständen enthalten ist.

Egy új önműködő szedimentációs mérleg.

Irta: Botvay Károly.

Bevezetés.

Ismeretes, hogy *Odén Sven* szedimentációs eljárása (1—3.) abban az eredeti alakjában ahogyan 25 évvel ezelőtt nyilvánosságra jutott, a szedimentációs mérleg körülményessége, tekintélyes ára s a vele kapcsolatos hibaforrások miatt alig lépte túl a szakirodalmi szereplés körét. A tudományos világ azonban a kérdés felett nem tért napirendre és pedig anynyival inkább sem, mert az eljárás matematikai megalapozottsága és gyors volta kimagasló előnyöket rejtett magában az akkoriban használatos dekantációs elemzésekkel szemben. Ehhez képest több kísérlet történt az *Odén*-féle elvnek oly formában való értékesítésére, melynél a szedimentációs mérleget más alapokon működő és gyakorlatiasabb berendezéssel cserélték fel. Ilyeneknek tekinthetők a *Wiegner*-féle készülék s annak számos változata s újabban egy a pipettás eljárások uralkodó helyzete mellett feltűnt areométeres eljárás is (4—5.). Másrészt azonban időről-időre az *Odén*-féle elrendezéshez való visszatérés kísérletével is találkozunk az itt fennálló hibaforrások vizsgálatára és azok kiküszöbölésére, illetve új készülékek építésére vonatkozó közleményekben (6—21.). Ilyen kísérletet foglal magában a jelen értekezés is.

A szedimentációs mérleggel való eljárásban elvitathatatlan előnyök rejlenek. Így

1. az ez úton megejtett elemzés az esési görbének számos pontból való felvétele folytán az összetételt folyamatosan ábrázolja, mely tehát a talajosztályozások különféleségeitől független;

2. az elemzés a teljes próbának mindég egy igen nagy (fele s ennél több) aliquot részéből történik, ami igen jelentős szempont egy oly heterogén anyag esetében, mint a talajszuszpenzió;

3. a mérések de facto súlyméréssel történnek, azaz az egyik legjobban körülírt eljárással;

4. egy teljes elemzést a manapság standard eljárásképpen használt pipettás eljárásokkal szemben egyetlen homogenizálást követőleg végez,

vagyis a pipettás eljárásoknál frakciónként alkalmazott rázásnak, ennek a kevésbé jól körülírt műveletnek a szóróhatása itt elmarad.

5. Önműködő szedimentációs mérlegnél lehetőség van az esési görbének egyenlő üledéktömegek szerint tagolt regisztrálására, amely mellett a kiértékelés egy igen egyszerű számítási műveletté válik.

A jelen értekezésben részletesen leírt berendezés megszerkesztésénél az eljáráshoz tapadó s eddig ismeretessé vált hibaforrások lehető kiküszöbölése mellett a felsorolt előnyök hasznosítása, illetőleg ezáltal az elérhető pontosság emelése volt a cél.

A munka a M. kir. József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Erdészeti Vegytani tanszékén készült. Mélyen átértzett kötelességemnek teszek eleget, amikor *Vági István* egyetemi nyilv. r. tanár úrnak hálás köszönetemet fejezem ki megértéssel és jóindulattal teljes támogatásáért.

Ugyancsak hálás köszönetem fejezem ki a m. kir. Ipar- és Kereskedelmiügyi Minisztériumnak a vizsgálatokhoz nyújtott anyagi segítségért, továbbá *telegdi Roth Károly* egyetemi nyilv. r. tanár úrnak a részéről élvezett meleg pártfogásért.

A kísérleti anyagomat, melynek itt csak egy töredéke jut közléshez, részben Münchenben értékeltem ki a *Dr. Krauss Gusztáv* egyetemi tanár úr vezetése alatt álló talajtani intézetben. Ezalatt az intézet egyik tagja, *Dr. Sallinger Hermann* kormánytanácsos úr részéről a nekem adott jó tanácsai révén szívélyes támogatást nyertem, amiért ezúton is őszinte köszönetet mondok.

A szedimentációs mérleget az önműködő regisztráló berendezéssel együtt *Kató Balázs* főművezető laboráns úr készítette el, a „V2 A supra” acélból készült szedimentációs hengert pedig a budapesti *Hubert és Sigmund* gyár szállította.

Az Odén-féle elvről.

Odén Sven (1., 2.) szerint, ha a szedimentációs hengerben homogénre összerázott szuszpenzió részecskéinek leülepedő mennyiségét egy a henger feneke felett függő serpenyőn, tehát lényegében egy hydrosztatikai mérleg segítségével az idő függvényeképpen folyamatosan mérjük s az adatokat koordinátarendszerben ábrázoljuk, az így nyert úgynevezett *esési görbe* [$P(t)$] alkalmas arra, hogy belőle szerkesztési vagy számítás útján történő eljárás segítségével a próba mechanikai összetételét megállapítsuk.

Ehhez mindenekelőtt a részecskék aequivalens rádiusza és esési sebessége közötti összefüggésre van szükségünk, melyet *Stokes G. G.* öntött még a múlt század közepén képletbe az ismeretes kifejezésben

$$v = \frac{2}{9} \cdot g \cdot \frac{d_1 - d_2}{\eta} \cdot r^2 \quad \dots \quad 1.$$

hol v a részecske sebessége, r a részecske aequivalens rádiusza, d_1 a részecske sűrűsége, d_2 a folyadékmédium (víz) sűrűsége, g nehézségi állandó.

A kifejezésben egy adott hőmérséklet mellett a v -n és r -en kívül minden állandó; ezeket összefoglalva C -vel illetve K -val jelölve

$$v = Cr^2 \quad \dots \quad 2.$$

$$r = K\sqrt{v}$$

egyszerűbb jelölésekhez jutunk.*)

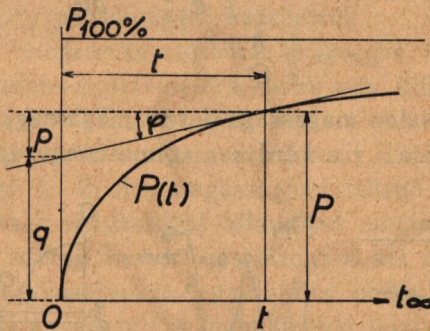
A szerkesztés útján történő kiértékelésre *Odén* egy igen egyszerű és gyors eljárást vezetett le.

Tegyük fel pl., hogy az esési görbéről az r -nél nagyobb rádiusszal bíró részecskék %-os mennyiségét kell megállapítanunk s hogy a *Stokes*-képlet segítségével az r sugárral bíró részecskék ülepedési idejére t értéket nyerünk. A t időpontban a szedimentációs edény serpenyőjére leülepedett P anyag részecskéi elméletileg két csoportba oszthatók:

$$P = q + p$$

*) C és K értékét különböző hőmérsékletek mellett *Odén* táblázatos kimutatásban adta dolgozatában közre (1., 264. old.). Azóta az eredeti *Stokes*-képletnek korrigált alakjai is ismeretessé váltak s ezen az alapon *Köhn M.* is közölt a v és r közötti közvetlen összefüggésre táblázatos kimutatást (22., 95—96. old.).

melyek egyikét, a q csoportba tartozókat a $v \geq \frac{h}{t}$ sebességük folytán már teljes mennyiségükben leülepedett részecskék alkotják; ez tehát a meghatározandó frakció. Ezenkívül azonban az összes többi kisebb szemnagyságok különböző mennyiségei is jelen vannak az üledékben, mert az ülepedés megindultakor a térben valamennyi frakció egyenletesen volt elosztva s egyes részecskék a serpenyőhöz elég közel voltak ahhoz, hogy $v \leq \frac{h}{t}$ sebesség mellett is leülepedhettek. Ezen részben leülepedett frakciók összessége képezi a p csoportot.



1. ábra. — Abb. 1.

Odén-nek az esési görbe elemzésével kapcsolatos fejtegetései szerint a p csoportba tartozó részek kifejezhetők az első differenciálhányados és az idő szorzatával (1., 299—301. old.).

$$p = t \cdot \frac{dP(t)}{dt}$$

Ha tehát a keresett r sugarú szemnagyságnak megfelelő t időpontban az esési görbéhez érintőt fektetünk (1. ábra), úgy a keresett q értékét a

$$q = P - t \cdot tg\varphi \dots \dots \dots 3.$$

értelmében grafikus úton nyertük.

Ha függőleges tengelyt a 0-tól a teljes próbamennyiség leülepedésének megfelelő $P_{100\%}$ -magasságig 100 egyenlő részre osztjuk, úgy q értékét, vagyis a keresett frakció mennyiségét az ordináta tengelyről mindjárt %-ban olvashatjuk le. Két tetszésszerű t_m és t_n esési időnek megfelelő r_m és r_n rádiusz közé eső frakció %-os mennyisége pedig úgy nyerhető, ha t_m és t_n időpontokban a görbéhez húzott érintők által lemetszett $q_n - q_m$ különbséget olvassuk le. (Lásd 2. ábra a.)

Odén Sven, aki a mechanikai elemzés végső célját a próba eloszlási görbéjének a felállításában látta (1., 257. old.), a fenti, frakciónkénti ösz-

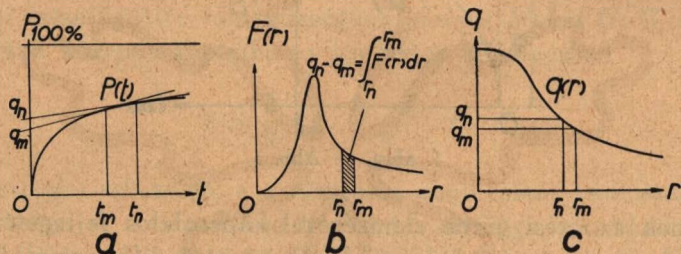
szetételt eredményező grafikus eljárásnak alárendeltebb jelentőséget tulajdonított. Ehhez képest munkájának a tengelyében egy oly másik eljárás áll, melynek segítségével az esési görbéből $[P(t)]$ közvetlenül az eloszlási $[F(r)]$ és gyakorisági $[N(r)]$ görbék pontjaihoz juthatunk (1., 286—299. old.). Ilyenfajta görbéknek a tudományos kutatás terén való alkalmazására ő maga (3.) s mások is (24., 25.) szolgáltak példakkal.

Az esési és eloszlási görbék között (lásd 2. ábra, a), b]) az esési görbe matematikai elemzése alapján *Odén* a következő összefüggést vezette le:

$$F(r) = -2 \cdot \sqrt{\frac{C}{h}} \cdot t^{\frac{5}{2}} \cdot \frac{d^2 P(t)}{dt^2} \dots \dots \dots 4.$$

$$r = \sqrt{\frac{h}{Ct}}$$

hol h a szuszpenzióoszlop magassága (esési magasság), t az esési idő, C a *Stokes*-képlet állandója, r a kérdéses szemcsenagyság sugara.



2. ábra. — Abb. 2.
Az egyes görbék képe sematikusán van feltüntetve.

Az eloszlás ábrázolásához azonban ezenfelül még egy másik összefüggés is felhasználható.

Ha az 1. ábra szerinti kiértékeléssel az esési görbéről annak egész kiterjedésében számos q %-os értéket nyerünk s ezeket a hozzájuk tartozó r részecskeátmérők függvényeképpen koordinátarendszerben ábrázoljuk (2. ábra c), úgy egy oly görbéhez jutunk $[q(r)]$, melynek az eloszlási görbével $[F(r)]$ való közvetlen összefüggése *Odén* levezetéséből szintén ismeretes (1., 287. old.). Ugyanis:

$$- \frac{dq}{dr} = F(r)$$

s így az $F(r)$ függvénynek r_n és r_m közötti integrálása által az említett két rádiusz közé eső részecskék $q_n - q_m$ mennyisége:

$$q_n - q_m = \int_{r_m}^{r_n} \frac{dq}{dr} dr = \int_{r_m}^{r_n} F(r) \cdot dr \dots \dots \dots 5.$$

Mint ahogy pedig $q_n—q_m$ az 1. és a 2. a. ábra értelmében az esési görbéről is kifejezhető, ennél fogva az esési görbe és eloszlási görbe között egy olyan közvetlen összefüggés is ismeretes, melynél a próba valamely r_n és r_m részecskék közötti frakciója terület alakjában jut kifejezésre (2. ábra b).

Hibaforrások.

A fentiekben röviden ismertetett kiértékeléseknek az esési görbe képezi az alapját s így magától értetődik, hogy az egész eljárás megbízhatósága legnagyobb részben attól függ, hogy a próbának kísérleti úton felvett esési görbét milyen pontossággal nyerhetjük.

Az esési görbe megszerkesztéséhez szükséges összetartozó idő- és üledékmennyiség adatainak felvételére *Odén* egy különleges szedimentációs mérleget szerkesztett. Ennek egyik karjára van felfüggesztve az ülepedő részecskék felfogására szolgáló s lapjával a szedimentációs henger feneke felett mintegy 1—2 mm magasságban lebegő serpenyő. Utóbbira nézve fontos, hogy ezen magasságát állandóan megtartsa, miért is súlyát egy a másik karhoz szerelt berendezés bizonyos kis mennyiségek leülepedése után mindig kiegyensúlyozza, egyidejűleg pedig a kiegyensúlyozások idejét s a leülepedett anyag súlyát önműködően jelzi.

Ezt a berendezést részben *Odén* maga (2.), részben munkatársaival együtt több ízben tökéletesítette és a végső formájában már önműködően rajzolta fel a teljes folyamatos esési görbét is (7., 82. old.).

Bizonyos azonban, hogy minél kifinomultabban építették ki a készüléket, annál költségesebbnek kellett annak lennie s már ez oknál fogva is inkább bírt tudományos, mint gyakorlati jelentőséggel, mint ahogyan azt a szakirodalomban is megállapították (26., 291. old., 23., 521. old.). Ez a körülmény adta meg annak idején a jelentőségét más szerzők, így *Correns C. W.* és *Schott W.* (8.), nemkülönben *Vendl M.* (9—12.) analóg, illetőleg hasonló készülékének, melyeknél már határozott egyszerűsítésket látunk.

Miután azonban a serpenyő helyzetével összefüggő sajátosságos hibaforrások ismeretesebbé váltak, másrészt pedig a *Wiegner*-féle eljárás, majd pedig a kitűnő pipettás eljárások tért nyertek, a szedimentációs mérlegek nem tudtak oly mértékben elterjedni, mint ahogyan azt gyakorlati, sőt tisztán tudományos irányú alkalmazási lehetőségei után várni lehetett volna.

A leglényegesebb hibaforrást az úgynevezett szívóhatás képezte. *Coutts J. R. H.* és *Crowther E. M.* kimutatták, hogy a serpenyő alatti 1—2 mm magas, aránylag gyorsan tisztuló szuszpenzióoszlop azáltal, hogy koncentrációját az őt környező, lassan tisztuló szuszpenzió koncentrációjával kiegyenlíteni törekszik, ez utóbbi részecskéit „szívja” s így esési pályájukat megzavarja (6.). E zavar még a serpenyő feletti oszlopra is kiterjed, mi-

nek következtében az itt ülepedésben levő részecskék, a serpenyőt megkerülve, részben a serpenyő alá jutnak. A folyamat végül is arra vezet, hogy a serpenyőre kevesebb mennyiség ülepszik le, mint amennyit számításba veszünk. A jelenséget még bonyolultabbá teszi az a körülmény, hogy miként azt *Vendl M.* és *Szádeczky-Kardoss E.* kimutatták (15.), az egyes szemcsenagyságok különböző mértékben vannak ezen szívóhatásnak kitéve. Az így okozott s végül is a %-os összetételben jelentkező hibák, miként azt *Coultts* és *Crowther* megállapították (6.) s később *Vendl* és *Szádeczky-Kardoss* (15), nemkülönben *Schumacher K.* (17.) más készülékeken nyert vizsgálatai által is megerősítést nyert, tekintélyesek lehetnek. A serpenyőn bizonyos kedvezőtlen körülmények között 10—15%-os hiány is jelentkezhet!

A szívóhatás kérdésében az elmúlt években eredményes kísérletek folytak, melyek során *Vendl M.* (13.) és *Botvay K.* (18., 19.) ismertettek oly műszaki megoldásokat, melyekkel ezen legkellemetlenebb hibaforrás kikerülhető, illetőleg hatálytalanítható.

Egy másik hibaforrás a szuszpenzióoszlopnak a homogenizálást követő forgómozgása, melyre a serpenyővel kapcsolatban *Fisher A.* és *Odén S.* mutattak rá (7., 69. old.). E körülmény szerintük azzal jár, hogy a részecskék az iszapoló edény oldalfala felé hajtatnak s ülepedéskor a serpenyőn kívül esvén, szintén hiányt okozhatnak. De még enélkül is számolhatunk bizonyos mérvű hibaforrással, mely *Köhn M.* szerint abban áll, hogy a forgómozgás esetén a részecskék esése lassabban megy végbe mint nyugodt szuszpenzióoszlopban, amelyre pedig számításaink vonatkoznak (23., 514. old.).

Hogy a szuszpenziónak a rázás következtében előálló forgómozgására, illetőleg annak az ülepedést késleltető hatására nézve számszerű adatok birtokába juthassak, e hibaforrást közelebbről is megvizsgáltam s idevonatkozó eredményeimről egy külön dolgozat keretében már beszámoltam (21.). Ezen *Köhn*-féle pipettás eljárás segítségével végzett vizsgálatokból kitűnt, hogy a cca 7 cm-es átmérővel és 25 cm-es magassággal bíró szuszpenzióoszlop esetében: 1. a rázás következtében előálló forgómozgás szabad szemmel megfigyelhetően 3—5 percig is eltarthat; 2. a forgómozgás gátlása esetén a nagyobb részecskéket tartalmazó frakciók magasabb, a kisebb részecskéket tartalmazók alacsonyabb értékeket adnak mint a forgás szabad érvényesülése esetén; 3. ezek az eltérések az összehasonlító elemzésekre alkalmazott *Köhn*-féle pipettás eljárásnál szokásos 10 cm-es ülepedési magasság mellett kimutatva, nagy átlagban a 2% alatt mozogtak.

A forgómozgás következtében az ülepedésben beálló késedelmet *Hahn F. V.* szerint a rázás után felszálló légbuborékok csak még fokozhatják (26., 333. old.).

Krauss G. szerint késedelmes ülepedés származhat abból is, hogy na-

gyobb koncentrációjú szuszpenziónál a nagyobb részecskék viszonylag gyors esése következtében felfelé tartó áramlás keletkezik, amely a finomabb részecskéket magával ragadhatja (27. a.), 309. old.).

Romwalter A. felvetette azt a kérdést is, vajjon a részecskéknek az esés következtében a serpenyővel való ütközése milyen mértékben befolyásolja a méréseket. Vizsgálataiból kitűnt, hogy a szedimentációs eljárásoknál szereplő szemcseméreték ezen az úton az eredményeket számításba jövő mértékben nem befolyásolják (16.).

Az *Odén*-féle eljárásnál az említetteken kívül természetesen fennállnak még mindazon hibaforrások is, amelyek a szedimentációs eljárásokat általában terhelik. A hőmérsékletváltozás okozta konvekciós áramlásokkal már maga *Odén* foglalkozott (3., 103. old.). Hogy az elektrolytoknak a kolloidális részecskékre gyakorolt hatása már mily alacsony koncentrációk mellett is kimutatható, arra nézve *Sallinger H.* kvarcszuszpenziókkal megejtett kísérletsorozata nyújt adatokat (27. b.), 353. old.). Fontos szerepet játszik a szedimentációs eljárásoknál a falhatás is; idevonatkozólag *Gessner H.* szolgál az irodalomból merített adatokból szemléltető összeállítással (28., 16. old.). Jelentős és figyelembe veendő tényező a szedimentációs elemzéseknél a 2μ -nél kisebb részecskék fajsúlyának a vizes szuszpenzióban bekövetkező s közelebről *Zunker F.* által megvizsgált változása is (29.) stb. Mindezeket ehelyütt csak éppen megemlíteni kívántam, mert az általuk okozott hibák s a kiküszöbölésükre alkalmazott műszaki vagy korrekciós műveletek már egyéb szedimentációs eljárásokkal kapcsolatban ismeretessé váltak.

Egy új önműködően jelző szedimentációs berendezés.

Az előbbieken láttuk, hogy a mérőserpenyős hengernél a szedimentációs eljárásoknál általában fennforgó hibaforrásokon kívül még a serpenyővel kapcsolatos különleges hibaforrásokkal is kell számolnunk.

Az idevonatkozó eddigi kutatások eredményeit és saját tapasztalataimat kívántam értékesíteni egy az alábbiakban leírt önműködően jelző szedimentációs mérlegnél. Mint ki fog tűnni, a mérleg az *Odén—Keen*-féle teljesen folyamatos esési görbét rajzoló készülékkel szemben (7., 82. old.) csak egyes szabályosan elosztott pontokat regisztrál, aminek azonban az az oka, hogy éppen ennek révén mód nyílt az eredeti *Odén*-féle kiértékelési eljárást tisztán számítással végezhető kiértékelési eljárásokkal kiegészíteni.

A berendezésnél mérési célra bizonyos technikai okokból, melyekről a későbbiek folyamán lesz szó, mérőrúgó szerepel.

A kétkarú mérleg helyett a mérőrúgót elsőnek *Vendl M.* alkalmazta egy régebbi modelljénél (9., 314. old., lásd még 13. és 14.-et). Az ő ki-

terjedt vizsgálataiból kitűnt, hogy egy a használatos terheléssel előzőleg tartósan igénybevett mérőrugó a rugalmassági határokon belül egy bizonyos intervallumban a terheléssel arányosan nyúlik s így a mérés céljaira tökéletesen megfelel. A hőmérsékletváltozások olyan mértéke, mely a szedimentációs eljárásoknál még egyáltalában tűrhető, gyakorlatilag nem befolyásolja a rugó nyúlási viszonyait.

A készüléknél alkalmazott mérőrugó 0·3 mm-es acéldrótból készült 15 mm-es átmérővel képzett 86 csavarulattal bír, mintegy 40 g terhelés mellett 40 cm-re nyúlik, ezen állapotában kisebb terhelésnél a terheléssel arányosan nyúlik, ú. n. tartós nyúlást pedig számításba jövő mértékben nem mutat. A kiegyensúlyozások műveletét a rugó 0·0547 g-os acélgyolocs-kák segítségével végzi.

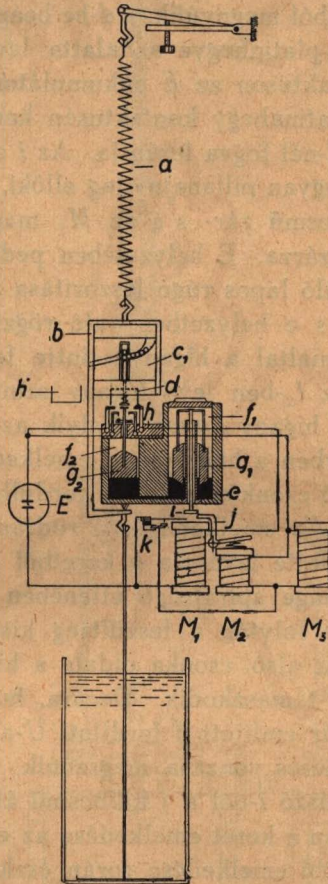
Magáról az elrendezésről az erősen sematizált 3. ábra nyújt közelebbi felvilágosítást.

A serpenyő az egy oldalán nyitott, lapos b keret közvetítésével van a mérőrugóra felfüggesztve. A b keretbe van beillesztve a lejtős csatornával ellátott c_1 golyótartó. A csatorna középig lejt, ott megtörve akadályt képez a golyók számára, majd egy újabb lejtős résszel a keret másik oldalán a szabadba vezet. A golyótartó alul egy szigetelő anyagból (fiber) készült keskeny d részhez támaszkodik, melynek a közepén elhelyezett függőleges furata vezetőül szolgál a golyóemelő rudja részére. Ezen keskeny részbe a vezető nyílást megkerülve be van ágyazva egy fordított U -alakú, két végén platin heggyel ellátott szeg.

A keret nyitott oldalán nyúlik be a függőrendszerbe a helyzetében rögzített higányos csillapító berendezés (e), és pedig úgy, hogy eltekintve az alsó részén elhelyezett éktől — melyhez a rugó feszített állapotában a keret alsó, csonka oldala hozzá támaszkodik — semmiféle lengő alkatrészhez nem ér.

Ez a csillapító berendezés tulajdonképpen egy f_1 nagyobb és egy f_2 kisebb függőleges furattal bíró vastömb, melyben a furatok alul egy szűk kis csatornával közlekednek. Az f_1 fenékrésze középtűt át van fúrva s ezen keresztül egy vascsővecske nyúlik be a hengeres térbe. Az f_1 és f_2 hengeres furatok magasságuknak mintegy 1/5—1/3 részéig higánnyal vannak megtöltve. A higány felületén mindkét hengerben jávorfából esztergályozott úszó fekszik, és pedig f_2 -ben a g_2 tömör, felül kúposan kiképzett, f_1 -nél pedig a g_1 középtűt függőlegesen átfúrt, mindkét végén kúposan kiképzett úszó, mely az említett vascsővecskét kis játékkal veszi körül. Ezen úszó egy kengyelszerűen hajlított vasszalag segítségével egy függőleges helyzetű vasrudacska felső végéhez van erősítve, mely az f_1 fenékrészebe becsavart csővecskében alul a szabadba nyúlik s ott az i vízszintes lapos harántvasban végződik. Az f_1 felülről egy csavarmenettel ellátott vasfedővel van lezárva, f_2 pedig egy az e -re erősített h vulkanfiber lemezzel van lefedve. Ez utóbbi az f_2 -henger tengelyében egy függőleges furattal bír,

ezen keresztül van kivezetve a g_2 úszóba beeresztett vasrudacska, melyre a h -fedő felett *elszigetelten* egy harántvaslemezke van felerősítve. A vaslemez jobb és bal oldalán, felül egy-egy mélyedés van; ezek egyikébe egy kis platinlemez van bepréselve, másikban egy kis csepp higany ül. A h -fedőbe van eresztve négy vasrudacska is; ezek közül a két külsőnek felső, tányérszerűen kiszélesedő részébe az egyiknél platinlemez van préselve,



3. ábra. — Abb. 3.

másiknál szintén egy higanycsepp ül. A két belső rudacska befelé és lefelé hajló vége platinheggyel van ellátva. A vulkanfibrelemez oldalán mind a négy rudacsának fémes kivezetése van.

Hogy a serpenyő a kísérlet egész tartama alatt a reá rakódó, folyton növekvő súlyú üledék dacára is megtarthassa állandó magasságát, szükséges, hogy a függőrendszert bizonyos kis tömegeknek a leülepedése után ugyanilyen súlyértékkel egyebütt könnyítsük. Erre a célra szolgálnak az acélgolyócskák a golyótartóban.

A kiegyensúlyozás és regisztrálás egyes momentumait követendő, figyeljük meg a készüléket üzemben, rögtön azután, hogy egy golyó a golyó-tartóból a h' csészébe esett.

A ledobott golyó súlyával könnyebbé vált függőrendszert a mérőrúgó annyira felvonja, hogy a keret alsó, csonka oldala az e higanyos csillapító berendezés említett alsó ékjéhez támaszkodik. Amint egy golyósúlynak megfelelő üledék az ábrán látható szedimentációs henger serpenyőjén újra összegyűlt, a mérőrúgó újból megnyúlik, a d -be beágyazott fordított U -alakú szeg baloldali szárának platinhegye az alatta levő platinlemez érinti,²⁾ miáltal ezen platin kontaktuson az E akkumulátoron M_1 mágnesen és d -nek jobboldali higany-platinahegy kontaktusán keresztül egy áramkör zárul. Erre M_1 a g_1 úszót i -nél fogva lerántja. Az i eközben a j kilincsművet annak rúgója ellenében ugyan pillanatnyilag ellöki, de amint annak rézsűje mellett elhaladt, a kilincsmű zár- s i az M_1 mágnesvonzásán felül még mechanikusan is le van zárva. E helyzetében pedig egyidejűleg a k kapcsolót az ebből alája nyúló lapos rúgó leszorítása által bekapcsolja.

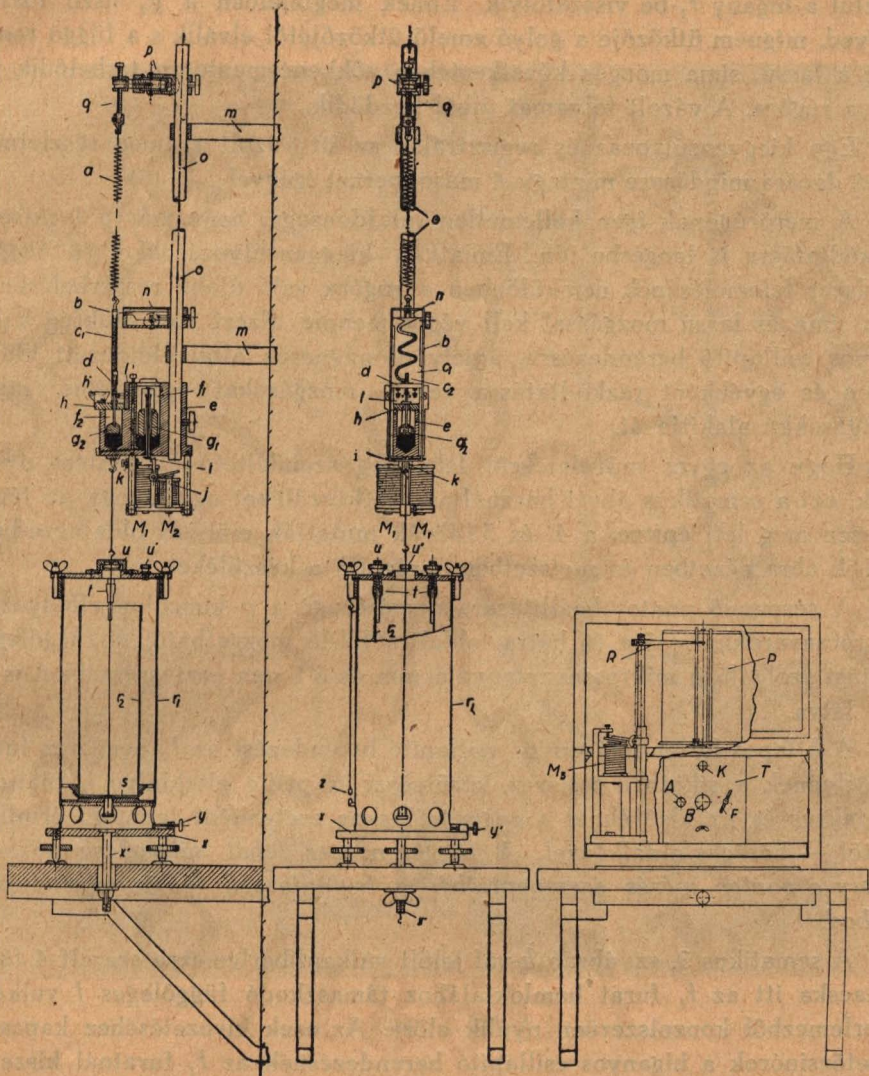
Az i -nek lerántása s e helyzetben való rögzítése folytán a g_1 úszó a higanyba nyomódik, miáltal a higany szintje felemelkedik s miután a szűk csatorna folytán az f_2 -ben levő higany szintjével pillanatnyilag kiegyenlítődni nem tud, a higany *lassan* átfolyik az f_1 -ből f_2 -be. Egyidejűleg azonban az f_2 hengerben a higany szint emelkedésével g_2 úszó is emelkedik. (Hogy ez a g_2 úszó ezenközben el ne fordulhasson, e célra megfelelő vezetéssel van ellátva.) Az emelkedő úszó rúdjának felső végén levő ütköző korongja eléri a felette levő s a b keretből lefelé nyúló golyóemelő ütközőjét s azt egy gyenge spirálrúgó ellenében felfelé tolja. Amint e rúgóban az összenyomás folytán a feszültség kissé emelkedik, az egész b keret megemelődik, míg alsó, csonka oldala a higanyos csillapító berendezés alsó ékjéhez nem támaszkodik. Dacára, hogy a keret megemelése folytán az áramkör a már említett d fordított U -alakú szeg kontaktusánál megszakad³⁾ s M_1 mágneses vonzása megszűnik, a g_2 úszó mégis tovább emelkedik, miután a g_1 úszó i -nél a j kilincsmű által lefogva, még mindig a higanyba merül. Miután a keret emelkedése az említett éket elérve megakadt, a g_2 úszó a további emelkedése során csak a golyódobót tolja felfelé, a fölötte lévő első golyót a golyócsatorna akadályán átemeli s a golyó a lejtős részbe jutva, legördül a h' csészébe.

A függőrendszer tehát egyensúlyba jutott; egy golyósúlynak megfelelő részecskemennyiség a mérőserpenyőre ülepedett, ezzel szemben egy golyósúllyal könnyebb is lett, tehát a kiindulási helyzet helyreállt. A g_2 úszó azonban még tovább emelkedik, míg csak a rúdja erősitett s már említett

²⁾ A jobboldali csúcs állandóan az alatta levő higanycseppbe merül.

³⁾ A platinacsúcs — platinalemez kímélése végett az áramszakításnál előálló ív csökkentésére blokkolást is alkalmazhatunk.

vaslemezke higanycseppje és platinalemezskéje a fölötte levő platinacsúcsokat el nem éri. Erre egyrészt az így létesült platina-higanykontaktuson, E áramforráson, k kapcsolón, M_2 mágnesen és a platinakon-



4. ábra. — Abb. 4.

taktuson, másrésztől M_3 mágnesen és ugyancsak a platinakontaktuson keresztül újabb két áramkör zárul. Egy óramű segítségével hajtott dob pápírszalagjára M_3 mágnes egy regisztráló berendezés segítségével jelet ír, ugyanakkor M_2 a rúgóval ellátott j kilincsművet a rúgó ellenében nyitja,

miáltal i szabaddá válik, a g_1 úszó a higany felületére ugrik s egyidejűleg az áramkör k -nál megszakad. Azáltal, hogy g_1 úszó a higany felületére jutott, a higany szint az f_1 furatban leszáll és pedig mélyebbre, mint ahogyan ebben az időpontban f_2 -ben áll, minek következtében a szűk csatornán keresztül a higany f_1 -be visszafolyik. Ennek megfelelően a g_2 úszó *lassan* süllyed, míg nem ütközője a golyó emelő ütközőjétől elválik s a függő rendszer a lassú, síma mozgás következtében zökkenésmentesen terhelődik ismét a rúgóra. A vázolt folyamat újból kezdődik.

Egy kiegyensúlyozás és regisztrálás az itt vázolt számos részletművelet dacára mindössze mintegy 4 másodpercet igényel.

A mérőrúgónak igen kellemetlen tulajdonsága, hogy már a legkisebb rázkódtatásra is lengésbe jön. Emiatt a kiegyensúlyozásokkor a függőrendszer felemelésének nemkülönben a rúgóra való újabb reáterhelésének igen síma és lassú mozgással kell végbe mennie. Ezért volt szükség a higanyos csillapító berendezésre, amely a mágnesek által előidézett kíméletlen és egyébként rázkódtatásra vezető mozgásokat egyenletes, lassú mozgásokká alakítja át.

Hogy az egyes műveletekről lehetőleg szemléltető áttekintést nyerjünk, ezt a sematikus ábrát használtam. A készüléket úgy, ahogy az ténylegesen meg lett építve, a 4. és 5. ábrák mutatják elől- és oldalnézetben. A 4-ik ábra nézetben és metszetben ábrázolja a készüléket.

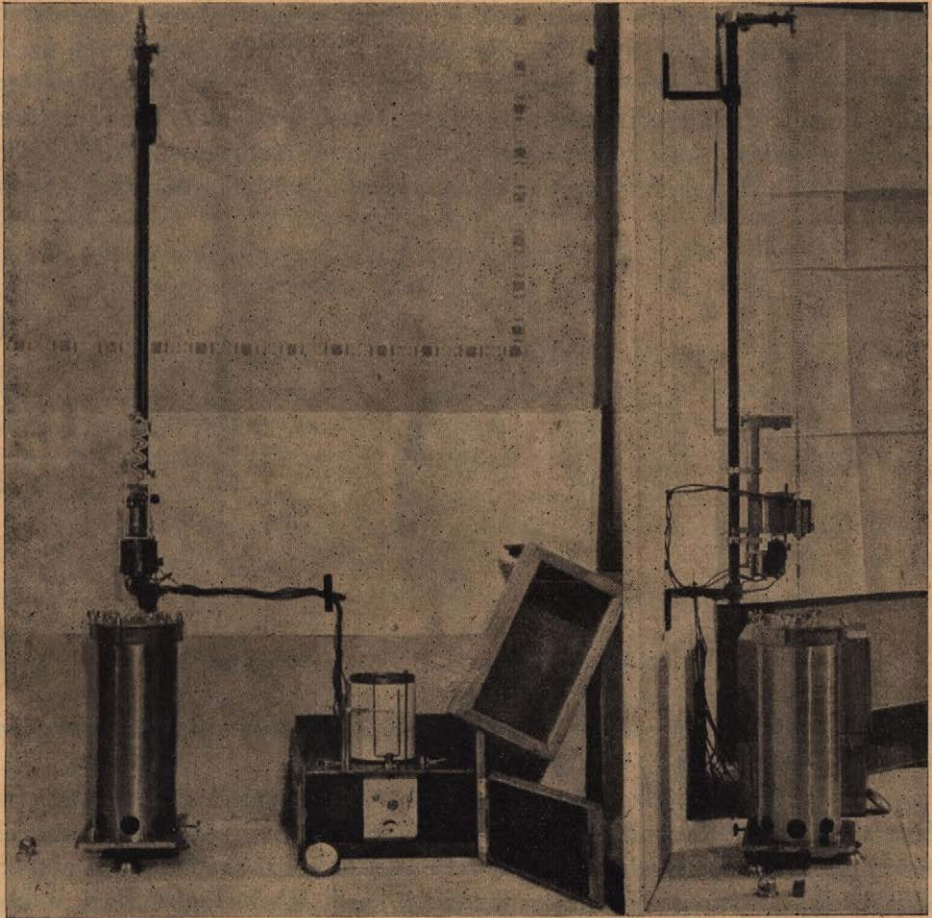
A serpenyő pontos beállítására a mérőrúgó a p konzolon elhelyezett mikrocsavarokkal előre és hátra, oldalt s föl-le mozgatható. A függőleges állítást szolgáló q mikrocsavar anyája mm és 0'1 mm osztásrészekkel is el van látva.

A b lapos keret a higanyos csillapító berendezést az f_2 hengeres furat tengelyének a síkjában teljesen körülveszi és pedig eltekintve a platina-kontaktus és az alsó éknél a regisztrálásakor esetenként fennálló érintkezéstől — bőséges oldalközzel. *A függőrendszer tehát süllyedése közben, amely a pontos mérés szempontjából a legfontosabb mozzanat, teljesen szabad.*

A sematikus 3. sz. ábrán h -val jelölt vulkanfibrelemezre szerelt 4 fémrudacska itt az f_1 furat homloklalához támaszkodó függőleges l vulkanfibrelemezről konzolszerűen nyúlik előre. Az ezek kivezetéséhez kapcsolt vezetőzsinórok a higanyos csillapító berendezésnek az f_1 furatnál kiszélesedő oldalfalában elhelyezett szigetelt nyílásokon vezetnek hátra, hogy a keret közelében akadályt ne okozzanak.

A golyótartó c_1 egy 3 mm vastag alumíniumlemezből olyképpen készült, hogy abból egy a golyóméretnek megfelelő kigyóvonalú csatorna s egy a golyódobó szerkezetnek megfelelő rész ki lett fűrészelve s a két lapja 1 mm vastag, átlátszó celluloid-, ill. alumíniumlemezzel lett fedve. A

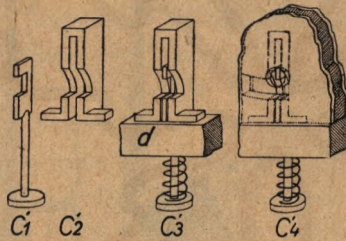
golyó kidobása nem oldalt történik, mint ahogyan a 3. ábrán rajzolástechnikai okokból fel lett tüntetve, hanem c_2 -nél előre (4. ábra) s a golyó a met-szeten feltüntetett h' csészébe esik. Magát a golyódobó szerkezetet a 6. ábra mutatja.



5. ábra. — Abb. 5.

A golyóméretnek megfelelő kivágással bíró c'_1 golyóemelő a két oldalán ívelt terelő kivágással ellátott c'_2 vezetőbe helyezve fel s alá mozoghat. c'_3 szerint a golyóemelő rúdja a d szigetelő vezető nyílásán keresztül jut alul a szabadba, ahol egy ütköző korongban végződik s nyugalmi helyzetében egy gyenge rúgó segítségével alsó állásában tartatik. A c'_4 kép a teljes golyódobó berendezést mutatja, amint az a kigyóvonalú

menettel bíró golyótartóba van beágyazva. (A golyótartónak csak egy töredéke van ábrázolva.) Az előlő átlátszó celluloid lemezen keresztül látható a golyócsatorna vége, amint a vezetőbe, illetve a golyóemelő szegletes kivágásába torkollik. (Golyók nincsenek ábrázolva.) A csatornába töltött golyók közül az első a többiek a kivágásba nyomják. E kivágással szemben az átlátszó celluloidlemezen a kivágás félmagasságában van a nyílás, melyen a golyó megemeltetvén, előre (felénk) kibukik. Amint ugyanis g_2 úszó emelkedik s a gyenge rúgó ellenében a c'_1 golyóemelőt feltolja, ezzel együtt emelkedik a kivágásban elhelyezkedő első golyó is, egyidejűleg azonban a c'_2 vezető ívelt rézsűi a golyót a kerek nyílás felé előre terelik s mire az a nyílással egy magasságba jutott, azon keresztül a h' csészébe esik. Az úszó süllyedésekor viszont a c'_1 golyóemelő a rúgója feszítése követ-



6. ábra. — Abb. 6.



7. ábra. — Abb. 7.

keztében szintén süllyed s amint kivágása a golyócsatorna magasságába jutott, a következő golyót a többi e kivágásba tolja.

A 4. ábrán n -el jelzett berendezés a b keret s ezáltal a mérleg arretálására szolgál. A berendezés hasonlít egy retesszárhoz. Egy csavar forgatására e zárból egy nyelv a b keret felső oldala alatti szabad térbe nyúlik, további csavarásra pedig megemelkedve a keret felső oldalát eléri, a keretet megemeli, mire az alsó oldalával az e csillapító berendezés alján elhelyezett ékhez támaszkodik s e helyzetben rögzítődik.

A serpenyőnek a b keretre való felfüggesztése közvetítő horog segítségével történik. A közvetítő horgot célszerű úgy kiképezni, hogy a serpenyő beakasztáshoz megnyújtható legyen. Ezt egy erősebb rúgó felhasználásával érhetjük el. (7. ábra.) A rúgó oly erős, hogy a közvetítő horog hossza a szedimentáció során a serpenyő súlynövekedése dacára állandó. A horog állandóan a b kereten lóg s az elemzés megindulásakor a serpenyő felfüggesztéséhez nem a serpenyőt emeljük az alsó horogba, hanem a hor-

got nyújtjuk meg a rúgó összenyomása által. Az 5. ábrán (b) már ilyen közvetítő horgot látunk.

Amint már egy előző dolgozatban részletesen ismertettem, a szívóhatás egy „V 2 A supra” acélból készíthető különleges henger segítségével a serpenyő alatti tér fennállása mellett is elhárítható (18., 19.). Ezen célból a készülék r_1 szedimentációs hengere egy r_2 védőhengerrel van ellátva. Az elrendezést a 8. ábra önállóan mutatja. Az r_1 hengernek az alsó pereme felett 3 cm magasságban van a feneke, melyből egy 3 mm magas korong emelkedik ki. E lapos korong és az s serpenyőfenék átmérője megegyeznek, felületeik gondos csiszolás folytán pontosan illeszkednek.

A hengerfenék, illetve a belőle kiemelkedő lapos ütközőkorong közepén egy köralakú 10 mm-es nyílás van, melybe egy alul fémdugóval vízmentesen elzárt üvegcsővecske van beillesztve. A csövecskét alul elzáró fémdugó felső felületéből egy kúpos szeg emelkedik ki. Ez az üvegcsővecske a henger alsó részén körben elhelyezett 8 nyílás irányából jól látható (8. ábra).

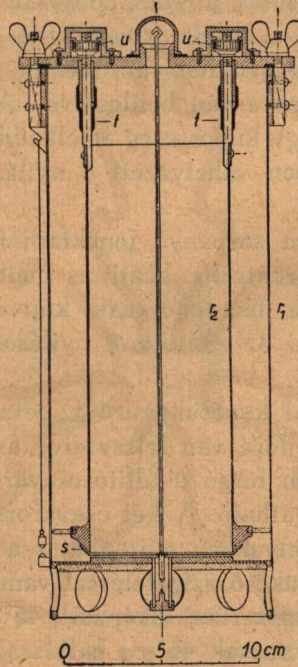
Az s serpenyő szára a serpenyő fenéklapját átdöfve, ezen üvegcsővecskébe nyúlik. Helyes, centrális beállítás mellett a serpenyőszár ezen része pontosan a csövecske fémdugójának kúpos szegé fölé esik, amely helyzetbe könnyű beállítani az említett 8 nyíláson több irányból való ellenőrzéssel.

A 4 szárnyas csavarral kaucsukgyűrű szigetelés következtében vízzáróan felerősíthető hengerfedőre van felszerelve az r_2 védőhenger, mely a fedőre szerelt kengyelekben forgó u állító csavarok, illetve t csavarorsók segítségével fel s alá mozgatható. A két csavarorsó a hengerfedő alsó részébe hegesztett rövid hüvelyekben mozoghat s a vízzárás miatt az orsók a hüvelyekkel közös kaucsukcső szigeteléssel vannak ellátva. Az r_2 védőhenger alsó pereme egy kúpszerűen kiképzett, 45° -os hajlással bíró gyűrűben végződik, mely az ugyancsak 45° -os hajlással kiképzett serpenyő peremébe pontosan illeszkedik (8., 9a—b. ábrák). A védőhenger központos helyzetét 4 vezető pecek biztosítja, melyek a védőhenger gyűrűjébe egymáshoz képest 90° -ra vannak becsavarva és az r_1 hengert végeikkel lazán érintik. A hengerfedő közepén egy a serpenyőszár részére szolgáló fémkupakkal vízmentesen elzárható nyílás van.

A védőhenger feladata, hogy az esésben lévő részecskék oldalirányú elmozdulását megakadályozza. Az idevonatkozó elővizsgálataimat egy külön közleményben már részletesen ismertettem (18., 19.). A kísérlet alatt a védőhenger peremének élével 2 mm magasan áll a hengerfenékből kiemelkedő ütköző felett. A védőhenger ezen alsó éle s az r_1 hengerfenékből kiemelkedő ütközőkorong között mindegyiktől 1 mm távolságban lebeg a serpenyő (s). Bár a serpenyő alatti szívó tér itt is jelen van, ennek hatása nem jut el a védőhenger belső terébe. A koncentrációkiegyenlítődé, mint

az kísérletileg megállapítható volt, az r_1 és r_2 közötti külső térben lévő szuszpenzióból történik. A védőhenger gyűrűje és a serpenyő pereme közötti gyűrűszerű hézagban egészében véve mintegy $1\cdot3\text{ cm}^3$ szuszpenzió van, amelynek üledéke a serpenyő fölötti térben lévő, mintegy 850 cm^3 -nyi szuszpenzió összüledékéhez képest oly csekély, hogy bátran elhanyagolható.

A használatomban álló mérőrúgó egy golyósúlynak ($0\cdot0547\text{ g}$) megfelelő terhelésre mintegy $0\cdot5\text{ mm}$ -t nyúlik. A készüléket azonban úgy kell



8. ábra — Abb. 8.

beállítani, hogy arretált állás mellett a d fordított U -alakú szeg platinahegye és az alatta levő platinalemez között (lásd 3. ábrán d -nél) mindössze mintegy $0\cdot2\text{ mm}$ köz van s így az említett $0\cdot5\text{ mm}$ -ből csak ennyi esik effektív járatra. Amint tehát egy golyó leesett, az ennek súlyával könnyebbé vált függőrendszer $0\cdot2\text{ mm}$ -t emelkedik (a rúgó a még hátralevő $0\cdot3\text{ mm}$ útnak megfelelő feszültségben marad) s így a serpenyő is csak $0\cdot2\text{ mm}$ -es függőleges utat tesz meg, aminek következtében a fennálló serpenyőméretek mellett az emelkedésnél a gyűrűszerű hasitékból (8. ábra) a külső térbe mintegy 1 cm^3 -nyi szuszpenzió nyomódik ki, ill. a süllyedésnél onnan ugyanannyi szívódik vissza.

A mérések szempontjából a szedimentációs hengernek természetesen csak az a része jön számításba, amely az r_2 védőhengeren belül van, mert a teljes szuszpenziómennyiségnek csak ezen részéből jut az üledék a serpenyőre. A készülékkal felvett esési görbe kiértékeléséhez tehát ismernünk kell a szuszpenzió ezen hasznos térre eső mennyiségnek az össz-szuszpenzió volumenhez való viszonyát. Ezt a használatos esési magasság mellett kalibrálás útján meghatározva, egy faktor (f) alakjában fejezzük ki, melyet állandóan ugyanilyen magasságú szuszpenzióoszloppal való dolgozás esetén a készülék álladójának tekinthetünk.

Az előzőekben említett s egy előző dolgozatban részletesen tárgyalt (21.) forgómozgás fékezése céljából a fémből készült védőhengerbe könnyen szerelhető egy radiális és függőleges helyzetű fékezőlap olyképp, hogy tisztogatás esetén kiemelhető is legyen. (A 9. b. ábrán látható egy ilyen féklap felső kiálló része.)

A hengerrel kapcsolatban két fontos körülményt kellett megvizsgálni.

Az első ezek közül az, hogy tekintve a szuszpenzióknak a hengerben való megosztottságát, melyik az a legnagyobb szemmagyság, amely a szokásos rázással még tökéletesen homogenizálható, amelynél tehát a szuszpenzió szilárd fázisa még a két tér között a faktor által meghatározott viszony szerint oszlik meg. Idevonatkozó korábbi vizsgálataimat már részletesen ismertettem (18., 19. old.), ehelyütt tehát csak e kísérlet eredményét közlöm.

A részben közel monodiszperz quarc-szuszpenziókkal megejtett vizsgálatoknál a szuszpenzióban foglalt quarcrészcsek teljes mennyiségéből az f faktor segítségével megállapított résznek⁴⁾

0'2 mm	0'1 mm	0'05—0'02 mm	0'05 mm \varnothing >
90'2	94'8	99'95	99'96
88'6	95'8	99'71	99'85
88'7	92'7	99'86	99'96

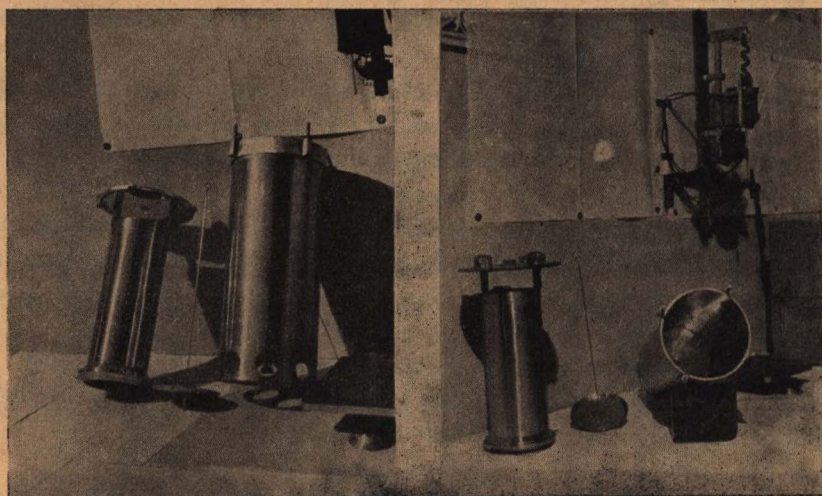
%-a jutott a rázással végzett homogenizáció által a serpenyőbe. Ebből következik, hogy a szedimentációs henger össz-belső terének a védőhenger által való megosztása miatt a szokásos rázással az 0'05 mm-nél nagyobb szemmagyságok már nem homogenizálhatók.

A másik fontos kérdés, vajjon a „V 2 A supra“ anyagból részben esztergályozás, részben hegesztés útján készült henger a talajszuszpenzióknál szóbajöhető kémiai ágenciákkal szemben mennyire ellenálló. Nyilvánvaló ugyanis, hogy amennyiben extrém alacsony ph -val bíró talajoknál esetleg

⁴⁾ E kísérlethez a fenti frakciókat igen szűk határok között való iszapolással nyertem. A 0'2 mm és 0'1 mm-es próbákban e nagyságoktól a mérőmikriszkóppal való ellenőrzés szerint csak mintegy 20%-os eltérések voltak.

számításba jövő mennyiségben Fe^{+++} , vagy más fémion kerülne oldatba, ezek a legkisebb részecskék diszperziós fokának a megváltoztatása által a próba mechanikai összetételére kihatással lehetnének.

A Krupp-féle nem rozsdásodó acélötvözeteket mintegy 250 különböző ágenciával szemben már megvizsgálták s közreadták.⁵⁾ Ezek a vizsgálatok azonban inkább ipari célokat szolgálták s ennek megfelelően a kémiai agenciákat illetőleg aránylag magas koncentrációkat alkalmaztak. Annyi azonban e vizsgálatokból mindenesetre kitént, hogy pl. az erősebb savak közül a HCl a leginkább az, amely a V2A ötvözetét is megtámadja. Részemről azonban szükséges volt megtudni, hogy ez az ötvözet a talajvizsgálatoknál szóbajövő savkoncentrációkkal szemben a szuszpenzió szilárd fázisának



a)

9. ábra. — Abb. 9.

b)

a rázásakor érvényesülő egyidejű csiszoló hatása mellett mennyire bizonyul ellenállóknak.

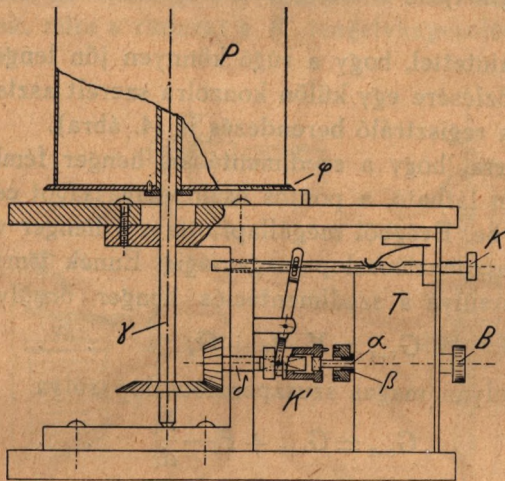
A kérdés tisztázására *Merck*-féle „pro analysi” quarchomokból készült őrlettel végeztem kísérleteket és pedig olykép, hogy ilyen modell-próbákat egyrészt közönséges desztillált vízben, másrészt $n/1000$ HCl - és $n/1000$ KOH -ban szuszpendáltam, ezen szuszpenziókat a hengerben a rendes úton rázással homogenizáltam, majd egy elemzés időtartamának megfelelően 24 óráig állni hagytam. Ezt követőleg a szuszpenziót nagyobb porcelláncsészékbe mosva, vízfürdőn beszűkítettem HCl -el erősebben meg-savanyítva, egy napot állni hagytam, leszűrtem s a szüredékben H_2O_2 hozzáadása után kolorimetrikusan meghatároztam a vasat, mint amely a legnagyobb mennyiségben juthatott oldatba.

⁵⁾ Liste 3468/a der Amag-Hilpert-Pegnitzhütte Nürnberg; Beständigkeitsliste der Krupp-Legierungen; Thermisilid V2A. V6A. (2-te erweiterte Auflage.)

Az egyenként kereken 2050 cm³ szuszpenzióban, diszperz közegül

n/1000 <i>HCl</i> -t alkalmazva	0·7 mg,
n/1000 <i>KOH</i> -t alkalmazva	0·3 mg,
közönséges desztillált vizet alkalmazva	0·3 mg <i>Fe⁺⁺⁺</i> -t mutattam ki.

Ily koncentrációk mellett a *Fe⁺⁺⁺* vagy egyéb oldatba jutott ionoknak semmi zavaró hatása nem lehet és pedig annyival inkább sem, mert a talajokból iszapolás céljára készített híg szuszpenziókban egyes extrém eseteket kivéve, olyan *ph* viszonyok vannak, melyek mellett pl. a vas már csapadék alakjában van jelen. Egyébként pedig ily vasmennyiségek extrém



10. ábra. — Abb. 10.

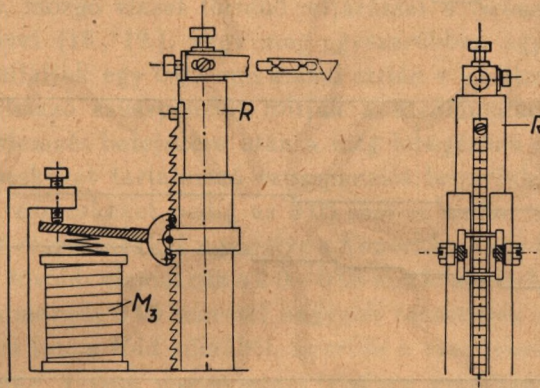
savanyú talajoknál magukból a talajokból is oldatba juthatnak s így ily esetben bármely más anyagból (üveg) készült hengernél is fennállhat egy bizonyos vastartalom. Ettől eltekintve azonban már maga a *H⁺* is előidézhethet egy bizonyos mérvű koagulációt, egyéb koagulálásra alkalmas elektrolitok, mint pl. *Ca⁺⁺*, meg épenséggel megszokottak a talajszuszpenziókban s jelenlétük esetén stabilizátorokat alkalmazunk.

Ami egyébként az n/1000 *HCl*-es szuszpenzióval nyert eredményt illeti, ez esetben a savak közül a V2A ötvözetre nézve a legerősebben oldó ágenciák egyikét alkalmaztam. A talajban szerephez jutó savak tehát a „V2A supra“ acélra még ennél is kisebb oldóhatást fejthetnek ki.

A szedimentációs henger a kísérlet alatt az *x* vasasztalkán áll (4., 5. ábrák), mely három szintező csavarral szintezhető s amelyen a henger az üvegsövecskében jól látható serpenyőszár és kúpos szeg segítségével

segítségével K' tengelykapcsoló köti össze. A perctengellyel indult kísérletet $1/4$, $1/2$, $3/4$ stb. óra eltelte után vagy a teljes körülfordulásnak megfelelő 2 óra letelte után átkapcsolhatjuk az óratengelyre; e célból a regisztrálöhenger alsó peremén (φ) bevéssett jelek mutatják, hogy az $1/4$, $1/2$, $3/4$ stb. óra eltelte után hova kell állítani a tollat, ill. hol kell a kezdetől eltelt időnek megfelelően a regisztrálást az óratengelyen folytatni. A regisztráló dobnak ezen pontra való beállításához szolgál a B csavar (a mutatók állító csavara az óraműnél).

A 15. ábra szerinti állapotban a T óraszerkezet percmutatója hajtja a regisztráló dobot. Amint a 12 -szer lassabban forgó óratengelyre kívánunk kapcsolni, a dobot a B csavarral a φ -nél levő beosztások segítségével az eddig eltelt időnek az óratengelyen megfelelő helyzetbe forgatjuk. A K gombot benyomjuk, mire a rudazat a K' tengelykapcsolót a β óratengelyre



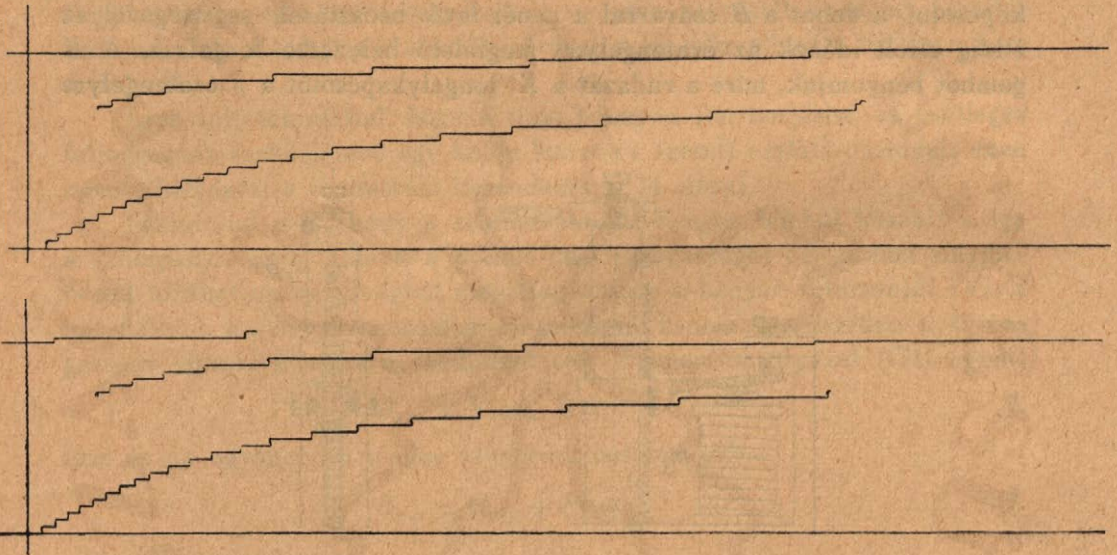
11. ábra. — Abb. 11.

ékelt s körben sűrűn elhelyezett lyukakkal bíró koszorúhoz nyomja, a tengelykapcsolóból kiálló szeg ezen lyukak egyikébe jut, egyidejűleg az α perctengely négyszegletesen kiképzett vége a K' tengelykapcsolónak ugyanilyen kivágással bíró homlokfalából kitolódik, a fogaskerékáttételnek a perctengellyel való kapcsolata megszűnt, az óratengellyel való kapcsolat pedig helyreállt.

A jelenlegi összeállításban szereplő regisztráló dob kerületének megfelelően a perctengellyel regisztrált görbénél 1 percnek $2'45$ mm, az óratengelyen regisztrált görbén 1 órának $12'25$ mm felel meg.

Az egymás közt egyenlő súlyú golyókkal való regisztrálás folytán egymás közt egyenlő mennyiségek leülepedését kell regisztrálnunk, illetve az esési görbének ezen pontjait kell a regisztráló berendezésnek felrajzolni. A 11. ábra mutatja a erre vonatkozó megoldást. Az R tömör henger oldalából kiálló fogas rúdnak fogosztása részére a rúd vezetésére szolgáló

hüvely oldalán hasíték van. A fogak közé alternative ugranak be az M_3 mágnes által mozgatott kettős kilincsmű, egymás alatt $4\frac{1}{2}$ fogtávolságban álló vízszintes acélszegecskéi. Ennek megfelelően a kilincsmű karjának az M_3 mágnessel történő lerántásakor az R tömör rézrúd s vele együtt a reá-szerelt regisztráló toll egy fél, felengedéskor ismét fél fogosztással süllyed. (Egy fogosztás magassága az itt leírt készüléknél 1.75 mm.) A készülék tehát az esésgörbét végeredményben egy lépcsősen emelkedő görbe alakjában rajzolja fel s a folyamatos görbét nyerjük, ha a lépcsőfokokat megfelelő görbe vonalzóval összekötjük (12. ábra).⁶⁾



12. ábra. — Abb. 12.

Ha ilyenformán a regisztrálás a görbe tényleges felrajzolásával történik, úgy a regisztráló dobra illesztett papírra célszerűen magával a regisztráló berendezéssel rajzoljuk fel a kísérlet megindulása előtt a koordináta rendszert is. A nullpont magasságába állított toll mellett a hengert a B csavarral körülhajtva nyerjük a vízszintes tengelyt, majd ezen vonalon a kezdőpontba állítva a tollat s ujjunkkal leütögetve a kilincsmű karját, a toll függőlegesen süllyedve az ordináta tengelyt is megrajzolja. A kísérlet megkezdéséhez azután az R tömör rézrudat a felső végén elhelyezett gombnál fogva egyvégtében újból felhúzzuk, amíg a toll a koordináta rendszer 0 pontjának magasságába jut. A hengerre felillesztett papír felső részén van tehát a vízszintes s ebből kiindulva lefelé halad a függőleges tengely;

⁶⁾ A kb. 6 g-nyi és 0.02 mm \varnothing részecskéket tartalmazó quarcmodellel megejtett két kísérlet közül a felső esési görbét szabad, az alsót pedig fékezett forgómozgás mellett nyertem. (V. ö. 112. és 123. old.)

az óramű a hengert az említett fogaskerék-áttétel segítségével az óramutató járásával ellenkező irányban hajtja (felülről nézve), ha tehát a kísérlet végén a papírt a hengerről levéve 180° -kal elforgatjuk, a görbe normális helyzetben áll előttünk, a koordináta rendszer pozitív negyedében.

Az esési görbe önjelző felvétele az új berendezéssel.

Már említettem, hogy a készülékkel elemezhető szemnagyságok határát a homogenizálási lehetőség 0.05 mm átmérőben szabja meg. Ezen szemcseméreten túl azonban a szedimentációs elemzés már egyéb okokból sem igen alkalmas, itt már a mozgó vízzel való elemzés van a helyén. Emiatt a megelemezendő, pontosan lemért 2 mm alatti finom földből először ki kell nyernünk a szedimentációs elemzés céljára az 0.05 mm átmérőnél kisebb részecskéket. Elérhetjük ezt, miként azt már egy közleményben leírtam egy gyors, mozgó vízzel történő eljárással a *Schöne*-féle iszapoló-henger segítségével (18., 19.), vagy még egyszerűbben úgy, hogy a próbát nedves úton átszítáljuk egy 0.05 mm körüli szitán s az átment 0.05 mm részecskéket tartalmazó szuszpenziót töltjük a szedimentációs hengerbe. A szedimentációs elemzés befejezése után a még lebegésben levő 0.002 mm-nél kisebb részecskéket tartalmazó szuszpenziót leszívjuk, az elemzés során leülepedett részecskéket pedig az 0.05 mm-es szitán maradt, óvatosan bepárolt s lemért részecskékekkel egyesítve a *Kopeczky*, vagy *Krauss*-féle iszapoló készüléken tovább elemezzük a 2.0 — 0.05 mm közti frakciók meghatározására. A szitán maradt 0.05 mm-nél nagyobb részecskék súlyát levonva a teljes 2 mm alatti finom föld súlyából, nyerjük a szedimentációs mérlegben elemzett 0.05 mm $>$ részek mennyiségét, melyre számításainkat vonatkoztatjuk (P_1 , lásd 126. oldalt). Ezen eljárásnál a 0.05 mm-es szita csak elválasztásra szolgál s nem elemzésre; e frakció mennyiségét ugyanis nagyobb pontossággal nyerhetjük a szedimentációs eljárás során nyert adatokból.

A nedves szítálás útján nyert 0.05 mm-nél kisebb szemcsékből álló résznek a szedimentációs mérleggel való elemzése a következőképp történik:

Az r_1 hengert mintegy $3/4$ rész magasságig megtöltjük desztillált vízzel s a serpenyőt ferdén, hogy a levegő ne szoruljon alá, leengedjük a fenékre úgy, hogy az alsó szár az üvegcsőbe jusson. Ezután a hengerfedőt az u anyákkal felső állásba emelt védőhengerrel az r_1 hengerbe süllyesztjük s a négy szárnyascsavar segítségével vízmentesen lezárjuk. A hengert a taramérlegre állítjuk s a G_{v+z} súly eléréséig (lásd 6. sz. képlet) a serpenyőszár nyílásán vizet töltünk bele, miáltal beállítottuk a kívánt vízoszlop magasságot. A null helyzet beállítása végett mármost a vízzel megtöltött szedimentációs henger a készülék x vasasztalkájára állítjuk, a ser-

penyőt a közvetítő horgó segítségével a b keretre függesztjük s a p konzol, nemkülönben az asztalka szintező csavaraival vízszintes és központos állásba hozzuk. Az asztalka szintezéséhez libellát, avagy a henger függőleges beállításához súlyzót használunk (lásd 4. ábra előlnézet z -nél). Az y és y' csavarokat addig csavarjuk, míg hegyükkel a központosan és szintesen álló henger falához érnek, az asztalkát e helyzetében x' köldökcsavarral rögzítjük. Ezt követőleg beállítjuk az 0 helyzetet, melyből a kísérlet megindulásakor kiindulva, az üledéket mérni fogjuk. Evégből a golyószekrény csatornáját a golyókkal megtöltjük, majd a q mikrócsavar segítségével addig vonjuk fel a függőrendszert, míg a b keret alsó oldala az e csillapító berendezés alján levő ékhez támaszkodik, ezt követőleg az áramforrást bekapcsolva, ugyancsak a q mikrométercsavar segítségével lassan addig súlylyesztjük, mígnem a d -nél levő fordított U alakú szeg platinhegye az alatta levő platinlapot elérve, az áramkört zárja s egy golyó automatikusan kiesik. *A mérleg ezen helyzete a 0 helyzet.* Egy golyósúly most hiányzik a golyószekrényből, ha tehát majd a szedimentáció során ennek megfelelő mennyiségű üledék gyűlt a serpenyőre, a rúgó ennek arányában megnyúlik, a platinhegy a platinlapot elérve az áramkört zárja, mire az *első regisztrálást* a regisztráló berendezés elvégzi. A mikrócsavarállást ennél a 0 helyzetnél leolvassuk és feljegyezzük, a mérleget arretáljuk, az áramot kikapcsoljuk.

A próbának a hengerbe való bemosása előtt a serpenyőt a védőhengernek az u csavarok segítségével való süllyesztése által a hengerfenékből kiemelkedő ütközőkorongra nyomjuk. Most kipipettázunk annyi vizet, hogy a próbát kényelmesen bemoshassuk, a hengert a taramérlegre állítjuk s annyi vizet pótolunk belé, míg a G_{s+z} súlyt elérjük (lásd 7. sz. képletet). A serpenyőszár nyílását a kupakkal vízmentesen elzárjuk, a szuszpenziót kézben rázva homogenizáljuk. (A serpenyő és az alatta levő ütközőkorong az összenyomás következtében oly szorosan illeszkednek, hogy a szuszpenzió oda bejutni nem tud, az üvegecskébe zárt víz tiszta marad.)

A kísérlet abban a pillanatban indul meg, amikor a hengert újból az asztalkára állítva, a már beállított y — y' csavarok hegyéhez toljuk s az órát megindítjuk. Ezt követőleg a zárókupakot eltávolítjuk, a közvetítő horgót megnyujtva, a serpenyőszár horgával összekötjük, a védőhengert az u csavarok segítségével addig emeljük, míg a t orsók a kengyelekbe ütköznek, miáltal pontosan 2 mm-el emeltük. Erre azután a mérleget desarretáljuk s az áramforrást bekapcsoljuk. A védőhenger felvonásakor ezzel együtt emelkedik a közvetítő horgó rúgójától emelve a serpenyő is. Amint azonban a serpenyő az 1 mm-es magasságot az ütközőkorong felett elérte, ott helyben marad s innen kezdve már csak a védőhenger emelkedik tovább a 2 mm-es magasság eléréséig. A serpenyő ennél fogva a védőhenger és az ütköző között lebeg, mindegyiktől közel 1 mm távolságban.

A szedimentáció előhaladásának ütemében a regisztráló toll a koordináta rendszerbe berajzolja az esési görbe pontjait. A megfelelő időben a perctengelyről az óratengelyre való átkapcsolás után a készüléket magára hagyhatjuk; másnap a 0'002 mm-es részecskék leülepedése után a regisztráló hengerről levett papíron kétféle időléptékben áll a kiértékeléshez az esési görbe rendelkezésünkre.

A kísérlet végén ellenőrzésképpen megvizsgáljuk, vajjon a rúgó nem nyúlt-e meg tartósan oly mértékben, amely korrekciót igényelne. E célból *Vendl M.* szerint (9., 343. old.) egy a 0-helyzetnek pontosan megfelelő súllyal terhelve meg a rúgót, épúgy, mint ahogyan azt a 0-helyzet beállításánál tettük, a q mikrocsavar segítségével az áramkör zárásáig süllyesztjük a függőrendszert, az ezen helyzetben talált mikrocsavarállást leolvassuk. Az 0-helyzet bállításakor talált s a most nyert leolvasás különbsége mutatja a kísérlet tartama alatt beállott ú. n. *tartós nyúlást*.

Az eltérés, mely végül az esési görbe magasabb emelkedésében nyilvánul meg, jó állapotban levő rugónál alig szokott 0'05, ritkábban 0'1 mm-t kitenni, ami súlyban kifejezve kb. 0'005—0'01 g-nak felel meg. Ez a megvizsgált teljes próba vízben mért súlyának kb. 0'15—0'3%-a, amely mintegy 24 óra alatt egyenletesen állott elő; mennyiségének tehát egy elenyésző kis hányada esik az első néhány órára, melyben az üledék zömét már regisztráltuk. Korrekciója esetén tehát inkább csak az óratengellyel regisztrált legkisebb részecskéket tartalmazó két frakcióra lehet gondolnunk, és pedig a görbe itteni lapos emelkedését tekintve lineáris alapon. Célravezetőbb azonban ily esetben a korrekció helyett a mérőrugót pótolni újjal, ha a hosszú időn keresztül való üzembentartás folytán tartós nyúlás már kifejezettebben jelentkezne. A rúgó olcsósága lehetővé teszi, hogy egy rúgót csak addig használjunk, amíg annak az egy elemzésre eső tartós nyúlása elhanyagolható. Errenézve s általában a rúgó alkalmazásával kapcsolatos tapasztalatokat illetőleg *Vendl M.* kiterjedt vizsgálataira utalok (9., 14.).

Ehelyütt emlékezem meg még egy körülményről, ami a szedimentációs mérleggel történő elemzésnél esetleg korrekciót tehet szükségessé. Ez abból ered, hogy a 0 helyzetet vízbemerülő serpenyővel állapítjuk meg, ezzel szemben az üledéket szuszpenzióba merülő serpenyővel mérjük, azaz egy oly médiumban, melynek felhajtó ereje a víznél nagyobb. A felhajtó erőben mutatkozó eltérés legnagyobb a szedimentáció kezdetén, innen az ülepedés arányában csökken, míg a kísérlet befejeztekor a legkisebb. Ha egy rövid számítást végzünk, kiténik, hogy a fentiekben tárgyalt szedimentációs mérleg esetében itt is oly elenyésző kis eltérésről van szó, amelyet elhanyagolhatunk.

A szuszpenzió és a víz felhajtó erejének különbsége a serpenyőre vo-

natkoztatva a serpenyő által kiszorított víz, illetve szuszpenzió közti súlykülönbséggel fejezhető ki ($g_s - g_v$).

A kereken véve 20 g-ot nyomó serpenyő volumenje a V2A ötvözet 785-ös fajsúlyát tekintve 2'5478 cm³. A víz fajsúlyát 1-nek véve, a serpenyőre gyakorolt felhajtó erő vízben:

$$g_v = 2'5478 \text{ g}$$

Elemzéshez 10 g talajt mérve be, ennek volumenje, 2'65-ös fajsúlyt véve alapul, 3'7736 cm³. Ha e 10 g talajból 2000 cm³ szuszpenziót készítünk, úgy a szuszpenzió fajsúlya:

$$d_s = \frac{(V_s - V_a) d_2 + P_1}{V_s} = \frac{2000 - 3'7736 + 10}{2000} = 1'0031 \text{ g}$$

hol V_s a szuszpenzió térfogatát, V_a a bemért anyag térfogatát, d_2 a víz fajsúlyát, P_1 a próba levegőben mért súlyát jelenti.

Tehát a 2'5478 cm³-es serpenyő által kiszorított szuszpenzió súlya:

$$g_s = 2'5478 \times 1'0031 = 2'5557 \text{ g}$$

Ezekután a felhajtó erőben fennálló különbség:

$$g_s - g_v = 2'5557 - 2'5478 = 0'0079 \text{ g}$$

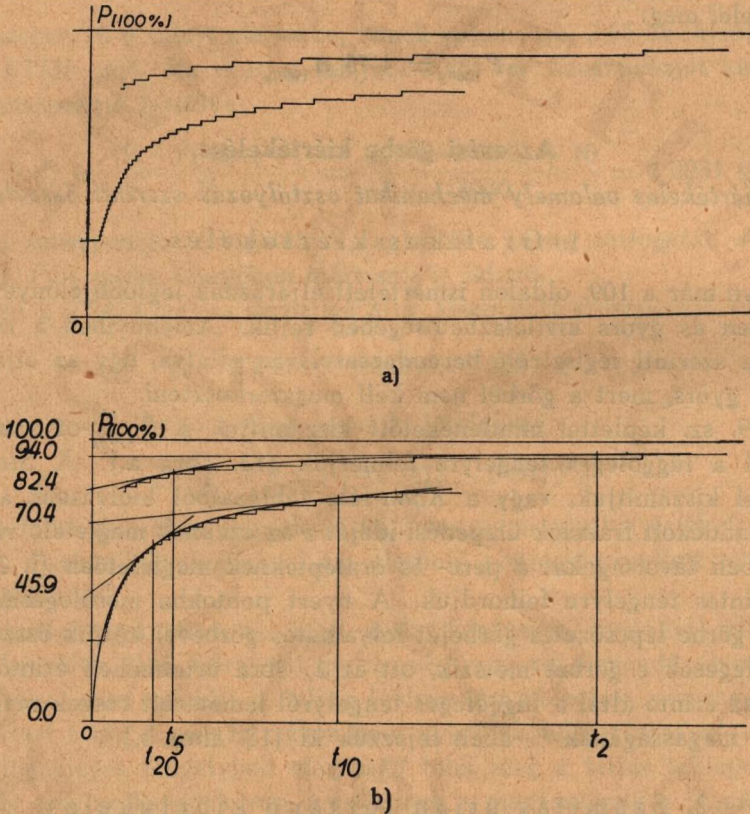
vagyis a felhajtó erőben jelentkező különbségre is oly kis értéket kapunk, melyet a mechanikai elemzéssel ma elérhető pontosság mellett nyugodtan elhanyagolhatunk.

Ezekután visszatérve az esési görbe kérdésére, meg kell állapítani, hogy a készülék által felrajzolt görbe még nem ad elegendő alapot a kiértékeléshez, mert mielőtt a teljes leülepedést elérnénk, megszakítjuk a regisztrálást s így a kísérlet révén nem nyertünk adatot arra nézve, hogy milyen függőleges tengelybeli magasság felel meg a teljes leülepedésnek. Márpedig erre szükségünk van, mert ennek a magasságnak a %-aiban kell kifejeznünk a kiértékelés során az egyes frakciókra kapott függőleges tengelybeli magasságokat (l. 1. ábra). E magasságot tehát számítás útján kell megállapítanunk.

E számításhoz figyelembe kell venni, hogy a bemért próbának (P_1) csak a faktor (f) által meghatározott mennyisége terhelődik a serpenyőre s az is a víz felhajtó erejének az érvényesülése mellett. E terhelés, osztva a kiegyensúlyozásokhoz alkalmazott golyók súlyával (0'0547 g), adja a regisztrálások számát $n_{100\%}$ -ot. Tehát:

$$n_{100\%} = \frac{\left[P_1 - \frac{P_1}{d_1} \cdot d_2 \right] \cdot f}{0'0547}$$

útján való meghatározásából áll. Miután azonban a számítósos eljáráshoz az esési görbe csak ábrázolásában áll rendelkezésre, egyenlete azonban ismeretlen, *Gripenberg* a kérdést úgy oldja meg, hogy az esési görbét rövid szakzaiban egyenesekkel helyettesíti s ezek irányhatározói s a hozzájuk tartozó t értékek segítségével számítja ki a P és p értéket.



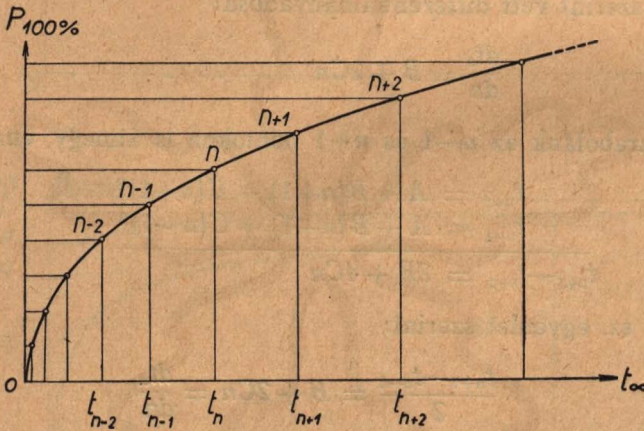
13. ábra. — Abb. 13.

A valósághoz természetesen közelebb kerülünk, ha a görbét a választott szakaszok kiterjedéseken át nem egyenesekkel, hanem egy az esési görbéhez közelebb álló oly másik görbével helyettesítjük, melynek egyenlete s a hozzá a grafikus eljárás ábrája értelmében fektetett érintőnek az ordinátatengellyel képzett metszéspontja már könnyen számítható. Egy ilyen eljárás sem körülményesebb a fentieknél, ha miként az itt közölt szedimentációs mérlegnél az esési görbét egymásközt egyenlő üledékmennyiségeket tartalmazó szakaszokra tagolva nyerjük s helyettesítő görbeképpen 2—2 ilyen szakaszon át másodfokú parabolát alkalmazunk. Ebben az eset-

$$q_n = \psi \left[n - \frac{2t_n}{t_{n+1} - t_{n-1}} \right] \quad 11.$$

hol:

- q_n a t_n időpontnak megfelelő szemcenyagynál nagyobb összes részecskék %-os mennyiségét,
- t_n a meghatározandó szemcenyagyságnak megfelelő ülepedésbeli időpontot,
- t_{n-1} a megelőző időpontot,
- t_{n+1} a következő időpontot,
- n a t_n időpontnak a grafikonbeli folyószámát,
- ψ a százalékfaktort jelenti.



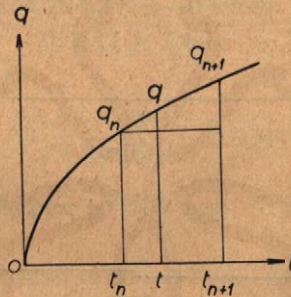
14. ábra. — Abb. 14.

A gyakorlat szempontjából azonban bennünkét a görbének nem az egymásközt egyenlő tömegek regisztrálása révén nyert pontjai érdekelnek, hanem valamely a talajtanban vagy egyéb a mechanikai elemzést igénylő tudománykörben már bevált *szemcseosztályozás* frakcióhatárainak megfelelő %-os értékek. Ily esetekben tehát a fenti kifejezéssel a két szomszédos regisztrálási pontokra kapott %-os értékek között még interpolációt kell végeznünk. Az interpoláció helyütt már nyugodtan lineárisan végezhető. Ha a 15. ábra szerint a kiértékelendő részecskének megfelelő t ülepedési idő a t_n és t_{n+1} regisztrálási pontok közé esik s ezekre a 11. sz. képlettel q_n és q_{n+1} %-os értékeket nyertünk, úgy a t ülepedési idővel bíró részecskék %-os mennyisége a q :

$$q = q_n + \frac{t - t_n}{t_{n+1} - t_n} (q_{n+1} - q_n) \quad 12.$$

Valamely *tetszésszerű* szemcsenagysággal bíró frakció %-os értékének meghatározása tehát végeredményben abból áll, hogy a 11. sz. képlettel kiszámítjuk a keresett szemcsenagysággal szomszédos két regisztrálási ponthoz tartozó %-os értékeket s azután ezek között a 12. sz. képlettel interpolálunk.

Minthogy ezen eljárásnál egy-egy regisztrálási pontnak a 11. sz. képlettel való kiértékeléséhez csupán a regisztrálások időpontja és folyószáma szükséges, kitűnik, hogy az esési görbének síkbeli ábrázolására tulajdonképpen nincs is szükségünk. Amennyiben tehát a grafikus kiértékelés helyett az itt ismertetett számítás útján történő kiértékelést alkalmazzuk, úgy a regisztráló berendezés is leegyszerűsödhetik s a 11. ábrabeli elrendezés helyett egy olyanal érhetjük be, mely az egyes időpontokat csupán a vízszintes (idő) tengelyre írt harántjelek alakjában jelzi.



15. ábra. — Abb. 15.

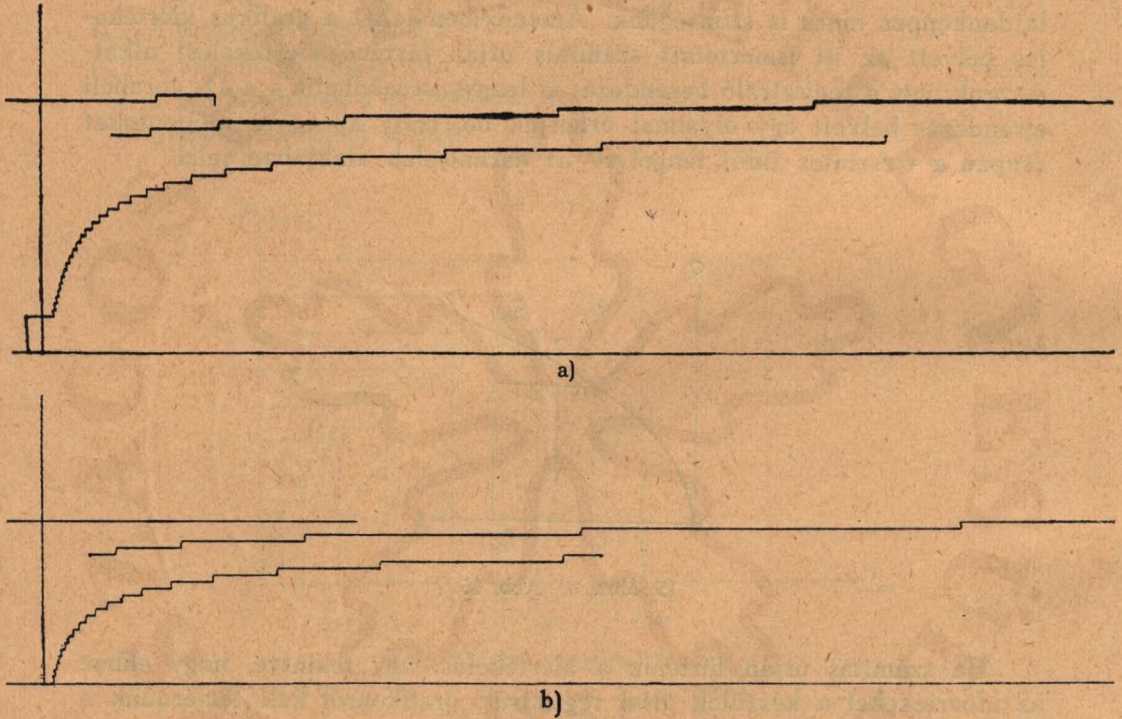
Ha számítás útján történik a kiértékelés, úgy tekintve, hogy ehhez az időértékeket a készülék által regisztrált grafikonról kell lemérnünk s hogy ennek a letelején a sűrűn következő regisztrálások folytán ez a le mérés nem történhetne kielégítő pontossággal, szükséges, hogy a regisztrálások pontjait mindaddig, amíg ezek már jól lemérhető nagy időközökben követik egymást, stopperórával is mérjük.

A fentiekben leírt kiértékelési eljárásra szolgáljon egy gyakorlati példa!

A megelemezett próba egy püspökladányi IV. oszt. szikes talaj profiljának felső 0—5 cm-es szintjéből való. A 0,05 mm \varnothing > részek kinyerése után (lásd 129. old.) 21 cm-es szuszp. oszlop magasság és 22 C⁰ hőmérséklet mellett történt az elemzés. A kísérleti adatok a következők voltak:

A száraz henger súlya (G_z)	2569 g
A henger térfogata 21 cm-es magasságig (V)	2037 cm ³

A henger faktora (f)	0'4258
A próba levegőben mért súlya (P_1)	10'0284 g
A próba fajsúlya (d_1)	2'694
A víz fajsúlya (d_2)	0'9978
A 21 cm magas vízoszlop súlya a hengerrel együtt (G_{v+z} , 6. képl.)	4602 g
A 21 cm magas szuszp. oszlop súlya a hengerrel együtt (G_{s+z} , 7. képl.)	4608 g



16. ábra. — Abb. 16.

A próbának a készülék által rajzolt esési görbét a 16. a) sz. ábra mutatja az eredetiről 1/2 nagyságban készült klisé alakjában.

Az egyes regisztrálások részben stopperórával is mért időadatai közül a jelenlegi kiértékeléshez szükségeseket az 1. sz. táblázatos kimutatásban találjuk. (A második görberészletről lement regisztrálási pontok másodpercekben kifejezett értékei az itt fennforgó 1 óra = 12'25 mm lépték alapján lettek számítva.)

Kiértékelendők legyenek a 0'05 mm <, a 0'05—0'02 mm, a 0'02—0'01 mm, a 0'01—0'005 mm, 0'005—0'002 mm és a 0'002 mm > átmérővel bíró frakciók %-os mennyiségei!

A Stokes-féle képlet segítségével kiszámíthatjuk, vagy a már említett

Köhn-féle táblázatból vehetjük az ezen szemcse nagyságoknak megfelelő esési időket. Utóbbiból véve nyertük az alábbi értékeket:

szemcseátmérő:	0'05 mm	0'02 mm	0'01 mm	0'005 mm	0'002 mm
ülepedési idő (másodperc)	} 88'6	535	2180	8700	50400

A 11. sz. képletnek a kiértékeléshez való felhasználásához szükséges adatok közül a %-faktor (ψ) értékén kívül minden ismeretes.

Ez utóbbi a teljes anyagmennyiség leülepedésnek megfelelő regisztrálások száma ($n_{100\%}$) segítségével fejezhető ki, amennyiben:

$$\psi = \frac{100}{n_{100\%}} \dots \dots \dots 13.$$

hol $n_{100\%}$ értéke a 8. sz. kifejezéssel nyerve a jelen esetben:

$$n_{100\%} = \frac{10 \cdot 0284(2 \cdot 694 - 0 \cdot 9988)}{0 \cdot 0547 \times 2 \cdot 694} \times 0 \cdot 4258 = 49 \cdot 156$$

s így:

$$\psi = \frac{100}{49 \cdot 156} = 2 \cdot 0344$$

Ennek ismeretében példaképen a 0'05 mm < frakciót véve, az eljárás a következő:

Az 1. sz. táblázatos kimutatásból látható, hogy a 0'05 mm-es részecske 88'6 mp-es ülepedési ideje a 7. és 8. regisztrálási pontok közé esik. A 7. és 8. regisztrálási pontokhoz tartozó frakciók %-os mennyisége a 11. sz. képlettel:

$$q_7 = 2 \cdot 0344 \left[7 - \frac{2 \times 77}{90 - 65} \right] = 1 \cdot 71\%$$

$$q_8 = 2 \cdot 0344 \left[8 - \frac{2 \times 90}{103 - 77} \right] = 2 \cdot 19\%$$

Ezen q_7 és q_8 érték között a 12. sz. interpolációs képlettel a keresett 0'05 mm < frakció %-os mennyisége.

$$q_{0 \cdot 05} = 1 \cdot 71 + \frac{88 \cdot 6 - 77}{90 - 77} (2 \cdot 19 - 1 \cdot 71) = 2 \cdot 14\%$$

Ugyanígy járva el a többi frakció kiszámítására is nyerjük, hogy:

0'05 mm <	2'14%
0'02 mm <	32'63%
0'01 mm <	53'17%

0'005 mm <	63'17%
0'002 mm <	69'90%

s így a próbának a kívánt osztályozás szerinti mechanikai összetétele:

0'05 mm <	2'14%
0'05—0'02 mm	30'49%
0'02—0'01 mm	20'54%
0'01—0'005 mm	10'00%
0'005—0'002 mm	6'73%
0'002 mm >	30'10%
	100'00%

1. sz. táblázat. — *Tabelle Nr. 1.*

A készülék által regisztrált pontoknak megfelelő		A keresett frakcióval szomszédos, regisztrált frakciók %-os mennyisége	
folyószám Laufende Nr. der Registrierung <i>n</i>	esési idő (másodperc.) Fallzeit (Sec) <i>t_n</i>	$2t_n$	Auswert.-Erg. der vor u. nach dem gesuchten Punkt liegenden reg. Punkte $q_n = \psi \left[n - \frac{2t_n}{t_{n+1} - t_{n-1}} \right]$
		$t_{n+1} - t_{n-1}$	
.	.		
.	.		
.	.		
6	65		
7	77	6'160	1'71
8	90	6'667	2'19
9	103		
.	.		
.	.		
21	423		
22	490	6'712	31'10
23	569	6'393	33'79
24	668		
.	.		
.	.		
28	1458		
29	1893	3'515	51'85
30	2535	3'063	54'80
31	3548		
32	5330		
33	8405	2'017	63'03
34	13665	1'809	65'49
35	23510		
36	39624	2'193	68'78
37	59657	2'169	70'86
38	94625		

(Folytatása a következő számban. — Fortsetzung und deutsche Übersetzung in der nächsten Nummer.)

Könyvismertetés.

Dr. C. A. Schenk: Fremdländische Wald- und Parkbäume. Parey. Berlin. Ára hazánkban 46'60 RM. 3 kötet. 1930 o., 472 kép, 2 vázlat és 3 térkép.

Erdőgazdák és dendrológusok számára írta *Schenk* háromkötetes, hatalmas munkáját, de hozzátehetem, hogy mindazok forgathatják élvezettel és haszonnal, akik a természettudományokkal foglalkoznak.

A könyv a külföldi fafajokat elsősorban az erdőgazdaság szempontjából ítéli meg, vagyis ugyanabból a szempontból, amelyből *Mayr H.* hasonló című könyve is tárgyalta azokat. A munka tulajdonképen ennek a könyvnek újra való kiadásának indult, de munkaközben eszmélt rá *Schenk* arra, hogy a több mint három évtizeddel előbb megjelent munkának nemcsak átdolgozását, hanem teljesen újonnan való megalkotását követelik a mai idők.

Mayr volt a külföldi fafajok legjobb ismerője, ismereteit három nagy világkörüli útjának köszönte, amelyek összesen hat évig tartották őt Észak-Amerikában, Japánban és Chinában.

Schenk viszont az északamerikai erdőknek legjobb európai ismerője, 1895-től egészen a világháborúig a Vanderbilt-féle erdőgazdaságot és annak fűrészüzemét vezette, egyúttal a Biltmoorei Forest School-on az erdőművelést, erdővédelmet és erdőhasználatot adta elő. A háború után is gyakran és hosszabb időt töltött Észak-Amerikában az amerikai nemzeti erdőgazdaságokban.

Könyvét *Schenk* arra az alapelve építette: a külföldi fafajoknak az a fajtája alkalmas leginkább a honosításra, amelynél a származási hely éghajlata legjobban vág a telepítés helyének éghajlatával. *Schenk* ennek az összevágásnak megítélésénél éghajlatképletet használ: a hőmérséklet havi folyamának és a csapadéknak havi alakulása. *Schenk* maga is megállapítja, hogy kívánatos lett volna, hogyha egyéb éghajlati tényezőket is bevont volna a képletbe, így pl. a levegő páratartamát, a tenyészeti idő-

szak tartamát, a szélsőségeket stb., amelyek az erdő életében fontos szerepet játszanak.

Egyrészt azonban ilyenek nem állottak rendelkezésére, másrészt rámutat arra is, hogy az éghajlati tényezők hatása nagy mértékben függ a talaj alakulásától, szerkezetétől és összetételétől, egymagában tehát nem döntő tényező.

A fentieknek megfelelően a munka első kötete tárgyalja az éghajlati osztályokat (Klimasektion), ilyeneket Észak-Amerikában — a Mexikótól északra eső egész területet ölelve fel — 120-at állít fel, Ázsiában 22-t, Európában 40-et, ez összesen 182; a sorban 155. szám alatt szerepel Csonkahazánk. Ezeket külön térképmelléleteken mutatja ki *Schenck*, hozzacsatolva Észak-Amerika őserdeinek térképét Nikaraguától a Jeges-tengerig.

Az éghajlati osztályokat a 2. és 3. kötet bekötési táblájának belső lapján megismétli.

Az összes ily éghajlati osztályokra vonatkozólag *Schenck* táblázatban közli a földrajzi fekvést, azután a havonkénti átlagos hőfokot és csapadékmennyiséget, azok átlagát, ill. évi összegét, azután külön kimutatásban a hőmérséklet átlagos és abszolút maximumát és minimumát, az átlagos utolsó késői és az első korai fagyot és a hótakaró átlagos vastagságát.

Ezekhez azután az éghajlati osztály fontosságához és kiterjedéséhez képest egyéb megjegyzéseket is fűz, így külön felsorolja a területén fekvő nemzeti erdőket, ill. természeti erdőemlékeket, arboretumokat, röviden vázolja az erdő- és mezőgazdasági viszonyokat, többé-kevésbé részletes megjegyzésekkel világítja meg az éghajlat sajátosságait és leírja az erdőségeket fafaj, elterjedés, fekvés stb. szerint.

Hazánk — amint említettem — a 155. szám alatt szerepel, az adatok — sajnos — nagyon hiányosak. Szerző felszólalásomra megígérte, hogy egyrészt a német dendrológiai társaság évkönyveiben is helyreigazítást fog adni, másrészt a 2. kiadásban is pótolni fogja a hiányokat. Az 1. kötetet 472 kép zárja, nagyjából 200-250 őserdőbeli felvételek, amelyek a fafajnak erdőbeli szerepét kétségtelenül jobban világítják meg, mint ugyanannak a fafajnak parkokból származó szolitér-felvételei.

A 2. kötet tárgyalja — betűrendben — a fenyőféléket. A latin nevek-nél *Schenck* az Amerikában szokásos neveket használja *Rehder Alfréd* „Manual of cultivated Trees and Shrubs” nyomán, ezért pl. a *Pseudotsuga Douglasii Carr.* nevet csak a synonyma-k között sorolja fel, ennek a fajnak neve nála *Ps. taxifolia Britt.* Tárgyalása azokra a fajokra szorítkozik, amelyek a mérsékelt égöv alatt megélhetésre találhatnak. Így is eléggé tekintélyes a sor, mert 20 fajt és benne 172 fajtát ír le

A faj leírásánál mindenütt előrebocsátja annak rendszerbeli elhelyezését, fontosabb ismertető jellegeit, főképp a más fajokkal szemben való megkülönböztető jellegeket.

Azután többféle csoportosítást közöl, amelyek egyrészt a földrajzi elterjedést világítják meg, másrészt oly különleges sajátságokat vagy jellegeket, amelyek a meghatározást könnyítik. Így pl. az Abies-eknél nyolc ily csoportosítást közöl:

I. Földrajzi elterjedés: 1. Balkán, 2. Spanyolország, 3. Szicília, 4. Afrika, 5. Kisázsia és a Kaukázus, 6. Himalája, 7. China, 8. Szibéria, 9. Mandzsúria és Korea, 10. Japán, 11. Keleti Észak-Amerika, 12. Nyugati Észak-Amerika.

II. Sorozás a rügyek gyantásodása alapján: 1. vastag gyantakéreg, 2. vékony gyantakéreg, 3. gyantakéreg nélkül.

III. Sorozás elnyomott fiatal hajtások szőrösödése alapján: 1. nagyon szőrös, 2. kevésbé vagy finoman szőrös, 3. teljesen kopasz.

IV. Sorozás elnyomott hajtások tüinek gyantajáratok alapján: 1. gyantajáratok a szélén (az epidermis alatt), 2. gyantajáratok a szövetek belsőjében (a parenchymben).

V. Sorozás az elnyomott hajtások tüiben fellépő vastagfalú szklerenchym-rostok alapján: 1. ily rostok nincsenek, 2. rostok csak a tűk középtengelyében, 3. rostok úgy a középtengelyben, mint a tűk parenchymjében.

VI. Sorozás az elnyomott hajtások tüinek csúcsalakja alapján: 1. hegyes, 2. tompán hegyes, 3. lekerekített, 4. kissé kicsipett, 5. mélyen behorpadt.

VII. Sorozás az árnyéktűk felszínén mutatkozó légrések alapján: 1. légrések hiányzanak, 2. légrések ritkán vagy szórványosan a csúcsonál, 3. légrések a csúcsonál rövid sorokban elrendezve, 4. légrések a tűk felső felében, 5. légrések a tűk egész felső felületén végig.

VIII. Sorozás a tobozok, ill. a tobozpikkelyek közül kinyúló fedőpikkelyek (brakteák) alapján és a tobozhosszak adatai: 1. fedőpikkelyek nem látszanak ki, 2. fedőpikkelyek hegye kissé kiér, 3. fedőpikkelyek messze kiérnek.

Az egyes fajok tárgyalásánál *Schenck* a következőkre terjeszkedik: I. Synonyma-k. II. Leírás: rügy, fiatal hajtás, tűk, toboz, mag. Különös ismertetőjelek. III. Fajváltozatok. IV. Földrajzi elterjedés eredeti hazájában és Európában. V. Erdőművelés. VI. Védelme. VII. Használhatósága. VIII. Honosításra való érdemessége.

A leírások részletessége kiterjed minden szükséges adatra és körülményre, természetesen a faj fontosságához képest. Így pl. a Duglaszfenyő tárgyalása 67 oldalra terjed.

Hasonló módon tárgyalja a III. kötet a lombféléket, összesen 46 faj 293 fajtaival.

A három kötet a legjobbak közé tartozik, amiket az erdőgazdaságilag számottevő külföldi fajok terén az irodalom eddig felmutathat, amiért nagyon ajánlom szaktársaim figyelmébe.

Roth.

Intézeti ügyek.

A Kormányzó Úr Ó Főméltósága *Holbay Miklós* m. kir. erdőmérnöknek, a műegyetem tanulmányi erdőgazdasága vezetőjének, a m. kir. főerdőmérnöki címet és jelleget adományozta.

A m. kir. földművelésügyi Miniszter Úr *vitéz Botvay Károly dr.* műegyetemi adjunktust kinevezte m. kir. erdőmérnökké és áthelyezte a m. kir. erdészeti kutató intézethez.

Botvay Károly az 1925. év óta szolgált a műegyetem erdőmérnöki osztályának erdészeti vegytani tanszékénél, hivatalos munkakörén kívül lehetőleg foglalkozott a talajok mechanikai analízisével, ezirányú előadást tartott az Erdészeti Kutató Intézetek Nemzetközi Szövetségének 1936. évi hazai kongresszusán, amely alkalommal bemutatta saját szerkezetű precíziós iszapoló készülékét. Ugyanebből a tárgykörből merítette doktori disszertációjának tárgyát, amelynek alapján a m. kir. József Nádor műegyetem rector magnificusa az 1940. évi február 16-án műszaki doktorrá avatta.

A m. kir. földművelésügyi Miniszter Úr *Muttyánszky Zoltán* műegyetemi jutalomdíjas gyakornokot kinevezte m. kir. erdőmérnök-gyakornokká és áthelyezte a m. kir. erdészeti kutató intézethez. Röviddel utóbb *Muttyánszky Zoltán* elutazott Németországba, ahol Münchenben és Eberswalden speciális tanulmányokat folytat az erdészeti szállítóberendezések és az erdőhasználatban körébe vágó munkatudományok terén.

A m. kir. földművelésügyi Miniszter Úr áthelyezte *Holbay Miklós* m. kir. főerdőmérnököt, a műegyetem tanulmányi erdőgazdaságának vezetőjét Budapestre a földművelésügyi minisztérium erdészeti főosztályába, kinevezte továbbá *Gerlai Andor dr.* m. kir. erdőmérnök-gyakornokot m. kir. segéderdőmérnökké és megbízta a műegyetem tanulmányi erdőgazdaságának vezetésével. A tavasz folyamán *Gerlai Arnold dr.* bevonult hosszabb időre katonai szolgálatra, távolléte idejére a m. kir. földművelésügyi Miniszter Úr *Haracsi Lajos dr.* m. kir. erdőmérnököt bízta meg a műegyetem tanulmányi erdőgazdaságának teendőivel.

A m. kir. földművelésügyi Miniszter Úr áthelyezte *Magyar János dr.* m. kir. erdőmérnökgyakornokot a soproni m. kir. erdészeti kutató intézettől a gödöllői m. kir. állami és koronauradalmi erdőigazgatósághoz.

Magyar Pál dr., aki részben speciális tanulmányokon, részben mint a német Reichsforstamt-hoz beosztott cseretisztviselő, közel három évet töltött Németországban, visszaérkezett és újra kezdte munkáját a m. kir. erdészeti kutató intézetnél.

A M. KIR. FÖLDMÍVELÉSÜGYI MINISZTER KIADVÁNYA.

ERDÉSZETI KISÉRLETEK.

A M. KIR. FÖLDMÍVELÉSÜGYI MINISZTER FENHATÓSÁGA ALATT ÁLLÓ
M. KIR. ERDÉSZETI KUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA.

FORSTLICHE VERSUCHE FOREST RESEARCHES
RECHERCHES FORESTIÈRES

SZERKESZTI:

ROTH GYULA

SOPRON

UNGARN HONGRIE HUNGARY.

XLII. ÉVFOLYAM. — 3—4. SZÁM.

1940.



RÖTTIG-ROMWALTER NYOMDA R.T., SOPRON

1941.

TARTALOM. — INHALT.

<i>Botvay Károly</i> : Egy új önműködő szedimentációs mérleg. (Befejező közlemény.)	145
<i>K. Botvay</i> : Über eine neue selbsttätige Sedimentationswaage	157
<i>Dr. Fehér Dániel</i> : Összehasonlító regionális vizsgálatok a magyar fa fűtőhatásáról	171
<i>D. Fehér</i> : Untersuchungen über den Heizwert der ungarischen Brennholzer	194
<i>Roth Gyula</i> : Vonalas szálalás, ill. vonalas szálaló vágás	203
<i>Gyula Roth</i> : Linienplenterung und Linienplenterschlag	217
<i>Roth Gyula</i> : A magyar szikések erdősítéséről	225
<i>Gyula Roth</i> : Über die Aufforstungen der ungarischen Szikböden	238
Intézeti ügyek	253

Utánnomást — kivonatosan is — csak a forrás teljes megnevezése mellett engedünk meg.

Nachdruck — auch auszugsweise — nur mit voller Quellenangabe gestattet.

A lapra vonatkozó mindennemű levelezés címe:

Zuschriften sind zu richten an:

Erdészeti Kísérletek. Sopron, Műegyetem.

Pénzküldeményeket az Erdészeti Kísérletek számára a póstatakarék-pénztár 58.213. sz. csekkszámájára kérünk.

Geldsendungen haben an das Postsparkassenkonto Nr. 58.213 zu erfolgen.

E füzet bolti ára 12.— pengő. — Ladenpreis dieses Heftes 12.— Pengő.

Lezárva 1940. december havában.

Abgeschlossen im Dezember 1940.

ERDÉSZETI KISÉRLETEK.

A M. KIR. FÖLDMÍVELÉSÜGYI MINISZTER FENHATÓSÁGA ALATT ÁLLÓ
M. KIR. ERDÉSZETI KUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA.

XLII. ÉVFOLYAM 1940.

SOPRON

3—4. SZÁM.

Egy új önműködő szedimentációs mérleg.

Írta: *Botvay Károly.*

(Befejező közlemény.)

II. Kiértékelés a részecskeeloszlás feltüntetésére.

1. Kiértékelés az eloszlásnak $F(r)$ és $N(r)$ görbével való ábrázolására.

Már említést nyert, hogy *Odén* a mechanikai elemzésnél a súlyt az összetételnek eloszlási görbe alakjában való ábrázolására fektette s hogy e célból az esési görbe $[P(t)]$ és eloszlási görbe $[F(r)]$ között a 4. sz. alatti:

$$F(r) = -2 \cdot \sqrt{\frac{C}{h}} \cdot t^{\frac{5}{2}} \cdot \frac{d^2P(t)}{dt^2}$$
$$r = \sqrt{\frac{h}{C \cdot t}}$$

összefüggést vezetete le, hol:

h a szuszpenzióoszlop magasságát (esési magasság),

t az esési időt,

C a *Stokes*-képlet állandóját,

r a kérdéses szemcsenagyság sugarát jelenti.

Ezen kifejezések segítségével tehát a megoszlási görbe az esési görbéből számítás útján volna nyerhető. A kifejezés azonban — miként látjuk — feltételezi a $P(t)$ függvény második differenciálhányadosának ismeretét, amelyet az esési görbe egyenletének ismerete hijján számítással nem nyerhetünk. *Odén* emiatt akként jár el, hogy az első differenciálhányados nyerésére az esési görbét rövid szakaszokra osztva, ezeken belül a $\frac{dP(t)}{dt}$ értékét konstansnak tekinti s a megfelelő irányhatározókkal fejezi ki, vagyis a szakaszhoz tartozó üledékmennyiséget (ΔP) elosztja a hozzá tartozó időrészlettel (Δt), majd az így nyert tangenssorozatból szerkesztett *segédgörbét* ugyanilyen eljárással, t szerint újból differenciálva, a $P(t)$ függvény második differenciálhányadosnak megfelelő értékekhez jut.

A teljesség kedvéért ehelyütt most arra is rá kívánok mutatni, hogy az előzőkben leírt szedimentációs mérleggel felvett, egymásközt egyenlő üledéktömegek szerint tagolt esési görbe az eloszlási görbének tisztán számítás útján való nyerését is lehetővé teszi.

Számítsuk ki pl. az előző példában szerepelt szíkes talaj eloszlási görbéjét!

A fentebbi egyenletekhez a C , az r és az esési görbe második differenciálhányadosán kívül minden ismeretes.

A C állandó értéke az említett táblázatból vehető, de nyerhető az 1. és 2. képlet értelmében is (1. 108. old.). Eszerint, ha esetünkben d_1-d_2 -re egyszerűen 1'7-et, η -ra a víz 22 C⁰-os hőmérsékletének megfelelően 0'0096-ot helyettesítünk be, úgy

$$C = \frac{2}{9} \times 981 \times \frac{1.7}{0.0096} = 38605$$

Az r értéke a C állandó ismeretében az *Odén* által levezetett s fentebb idézett (4. sz.) összefüggéseknek megfelelően, centiméterben kifejezve a jelen esetben:

$$r_n = \sqrt{\frac{21}{38605 \cdot t_n}}$$

illetve egyszerűbben írva és μ -ban kifejezve:

$$r_n = 233.23 \sqrt{\frac{1}{t_n}} \dots \dots \dots 14.$$

hol t_n a kiértékelendő szemmagyságnak megfelelő esési idő másodpercekben kifejezve.

Az esési görbe második differenciálhányadosának értéke is a másodfokú parabolákkal való helyettesítés révén nyerhető.

Az $f'(n)$ is parabolikusan kell hogy változzék n -el, tehát itt is írhatjuk, hogy:

$$f'(n) = \frac{df_n}{dn} = A + Bn + Cn^2$$

$$\frac{df'(n)}{dn} = \frac{d^2t_n}{dn^2} = B + 2Cn$$

Ez úgy $f'(n+1)$ -re, mint $f'(n-1)$ -re érvényes, azaz az első differenciálhányados levezetésének analógiájára (lásd 135. old.):

$$f'(n+1) = A + B(n+1) + C(n+1)^2$$

$$f'(n-1) = A + B(n-1) + C(n-1)^2$$

$$f'(n+1) - f'(n-1) = 2B + 4Cn = \frac{2df'(n)}{dn}$$

$$\frac{df'(n)}{dn} = \frac{f'(n+1) - f'(n-1)}{2}$$

Ugyancsak az első differenciálhányadosnál levezetettek értelmében ehelyütt írhatjuk, hogy:

$$f'(n+1) = \frac{t_{n+2} - t_n}{2}, \text{ illetőleg } f'(n+1) = \frac{t_n - t_{n-2}}{2}$$

s ha $f'(n+1)$ és $f'(n-1)$ ezen értékeit a fentebb levezetett egyenletbe helyettesítjük:

$$\frac{df'(n)}{dn} = \frac{d^2t_n}{dn^2} = \frac{t_{n+2} + t_{n-2} - 2t_n}{4}$$

Ezúttal azonban szintén nem a $\frac{d^2t_n}{dn^2}$ kifejezésre, hanem $\frac{d^2n}{dt_n^2}$ -re van szükségünk:

$$\frac{d^2n}{dt_n^2} = d \left[\frac{dn}{dt_n} \right] = \frac{d \left(\frac{1}{\frac{dt_n}{dn}} \right)}{\frac{dt_n}{dn}} = - \frac{d^2t_n}{dn} \cdot \left[\frac{dn}{dt_n} \right]^3$$

Ha ezekután e kifejezésbe $\frac{d^2t_n}{dn^2}$ helyébe a fentebb nyert értéket, $\frac{dn}{dt_n}$ helyébe pedig annak a 135. oldalon levezetett értékét helyettesítjük:

$$\frac{d^2n}{dt_n^2} = - \frac{t_{n+2} + t_{n-2} - 2t_n}{4} \cdot \left[\frac{2}{t_{n+1} - t_{n-1}} \right]^3$$

értéket nyerjük.

Az egység, amelyben a $P(t)$ értékét mérjük $\frac{P}{100}$. Emiatt a $\frac{d^2P(t)}{dt^2}$ kifejezésben az időt nem másodpercben, hanem $\frac{1}{100}$ másodpercben kell mérnünk. E körülmény arra vezet, hogy a $\frac{d^2P(t)}{dt_n^2}$ számszerű kiértékelésénél a kifejezést 10^{-4} -el kell még szoroznunk, tekintve, hogy az idő (dt) a nevezőben a második kitevőn fordul elő. Másrészt a $\frac{d^2P(t)}{dt^2}$ -nek a $\frac{d^2n}{dt_n^2} = - \frac{t_{n+2} + t_{n-2} - 2t_n}{4} \left[\frac{2}{t_{n+1} - t_{n-1}} \right]^3$ kifejezésből való számításánál figyelembe kell venni, hogy:

$$\frac{d^2P(t)}{dt^2} = \psi \cdot \frac{d^2n}{dt_n^2}$$

s így a kifejezést együttesen $\psi \cdot 10^{-4}$ -el kell szorozni, hogy $\frac{d^2P(t)}{dt^2}$ -et nyerjük:

$$\frac{d^2P(t)}{dt^2} = - \psi \cdot 10^{-4} \cdot \frac{t_{n+2} + t_{n-2} - 2t_n}{4} \cdot \left[\frac{2}{t_{n+1} - t_{n-1}} \right]^3$$

Ezek figyelembevételével tehát az *Odén* által levezetett eredeti összefüggés esetünkben a következő alakot nyeri:

$$F(r_n) = 2 \cdot 10^{-4} \cdot \psi \cdot \sqrt{\frac{C}{h}} \cdot t_n^{\frac{5}{2}} \cdot \frac{t_{n+2} + t_{n-2} - 2t_n}{4} \cdot \left[\frac{2}{t_{n+1} - t_{n-1}} \right]^3 \quad 15.$$

hol $F(r_n)$ értéke a t_n pontra vonatkozik.

A kifejezésben:

r_n a t_n esési időnek megfelelő részecske aequivalens sugara μ -ban
(a jelen példa esetében l. 14. képl.)

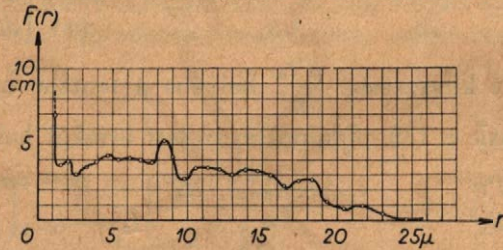
t_n az r_n sugarú részecske esési ideje másodpercekben

t_{n-2}	} a megelőző két pont másodpercekben kifejezett értéke	} az esési görbén.
t_{n-1}		
t_{n+1}	} a következő két pont másodpercekben kifejezett értéke	
t_{n+2}		

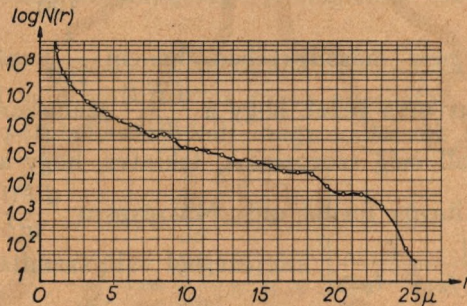
ψ a százalékfaktor (13. képl.),

C a Stokes-féle állandó,

h az esési magasság cm-ekben.



17. ábra. — Abb. 17.



18. ábra. — Abb. 18.

A képletben szereplő: $2 \cdot 10^{-4} \cdot \psi \cdot \sqrt{\frac{C}{h}}$ értéke egy elemzésen belül az összes pontokra állandó.

A 17. ábra a szikes talajnak a fenti képlettel számított eloszlási görbét mutatja, melynél a kiszámított és cm-ekben nyert $F(r_n)$ értékek a vízszintes tengelyen $1 \mu = 1 \text{ cm}$ léptékben feltüntetett r_n értékek függvényeképpen vannak felhordva. A görbe megszerkesztéséhez az $F(r_n)$ és az r_n értékek az esési görbe valamennyi regisztrált pontjára ki lettek szá-

mitva s így elég részletes eloszlási görbéhez jutottunk. A kiértékelésre vonatkozó adatokat a 2. sz. táblázatos kimutatás foglalja egybe. Az egész kísérletre azonos értékkel bíró állandók összevonva a táblázat élén vannak feltüntetve.⁷⁾ Az ábrán a választott lépték esetén $1 \text{ cm}^2 = 1\%_0$.

2. sz. táblázat. — *Tabelle Nr. 2.*

$$\log \left[2 \cdot 10^{-4} \cdot \psi \cdot \sqrt{\frac{\bar{C}}{h}} \right] = 0.24167 - 2$$

A regisztrálások folyószáma az esési görbén Laufende Nr. der Registrier. an der Fallkurve <i>n</i>	t_n	r_n	$\log t_n^{\frac{5}{2}}$	$\log \frac{d^2 n}{d t_n^2}$	$F(r)$	$\log N(r)$
	"	"			cm	
36	39624	1.17	11.49487	0.08985-9	6.86	8.587
35	23510	1.52	10.92813	0.38127-9	3.56	7.953
34	13665	2.00	10.33903	0.00977-8	3.89	7.634
33	8405	2.54	9.81133	0.54896-8	4.00	7.334
32	5330	3.20	9.31682	0.98549-8	3.50	6.975
31	3548	3.92	8.87495	0.46728-7	3.84	6.751
30	2535	4.63	8.50995	0.87965-7	4.28	6.581
29	1893	5.36	8.19288	0.17098-6	4.03	6.364
28	1458	6.11	7.90940	0.46258-6	4.11	6.202
27	1164	6.84	7.66488	0.69323-6	3.98	6.041
26	943	7.60	7.43628	0.90137-6	3.80	5.884
25	772	8.40	7.21905	0.25950-5	5.25	5.894
24	668	9.02	7.05705	0.32301-5	4.19	5.703
23	569	9.78	6.88778	0.30564-5	2.72	5.410
22	490	10.54	6.72550	0.57141-5	3.46	5.417
21	423	11.34	6.56585	0.73559-5	3.49	5.326
20	370	12.12	6.42051	0.85818-5	3.31	5.216
19	324	12.96	6.27638	0.95990-5	3.01	5.087
18	285	13.82	6.13710	0.14525-4	3.34	5.049
17	253	14.66	6.00780	0.26761-4	3.29	4.965
16	225	15.54	5.88045	0.35441-4	3.00	4.850
15	202	16.41	5.76338	0.38276-4	2.28	4.659
14	180	17.39	5.63817	0.53624-4	2.61	4.643
13	162	18.30	5.52380	0.66083-4	2.67	4.586
12	146	19.30	5.41088	0.42892-4	1.21	4.173
11	131	20.30	5.29318	0.34679-4	0.76	3.899
10	116	21.64	5.16115	0.56161-4	0.92	3.905
9	103	23.00	5.03220	0.35715-4	0.43	3.495
8	90	24.60	4.38560	0.75509-5	0.02	2.075

Amennyiben a részecskéknek gömbalakot tulajdonítunk, úgy egy r -re nézve konstansnak tekintett intervallumon belül az $F(r)$ -nek $\frac{4}{3} \cdot r^3 \cdot \pi \cdot d_1$ -el képzett hányadosa a részecskéknek ezen intervallumhoz tartozó számát adja. Ezen az alapon az eloszlást a részecskék száma szerint is ábrázolhatjuk. A példaképen szereplő szíkes talajnak ilyen $N(r)$ függvényét tünteti fel a 18. ábra, melynél a függőleges tengelyre $N(r)$ logaritmus értékei vannak felhordva.

⁷⁾ A táblázatba foglalt adatok kiértékeléséért *Hénel Béla* és *ifj. Fényes Gyula* bányamérnök-hallgató uraknak ehelyütt mondom hálás köszönetet.

2. Kiértékelés az eloszlásnak terület szerinti ábrázolására.

Az itt leírt készülék segítségével a fenti eljárásnál egyszerűbb úton juthatunk az eloszlásnak egy nem kevésbé részletes ábrázolásához azon összefüggés alapján, mely az esési görbe között és az eloszlási görbe, a hozzátartozó rendszálak s a vízszintes tengely által határolt terület között az 5. sz. kifejezés alapján a 110. és 111. oldalon tárgyaltak értelmében áll fenn:

$$q_n - q_m = \int_{r_n}^{r_m} F(r) \cdot dr$$

Ezen az alapon az egyes regisztrálások közé eső %-os mennyiségeket a regisztrálási időknek megfelelő részecskenagyságok felett négyszög idomok alakjában tüntethetjük fel. A területszerinti ábrázolás a talajtanban *Krauss G.* és *Danzl J.* nyomán ismeretes (31.). A leírt szedimentációs mérleggel felvett esési görbe egy ilyen ábrázolásához oly részletes alapot nyújt, hogy az egészen megközelíti az $F(r)$ függvény ábráját, eszközeiben azonban lényegesen egyszerűbb.

Az ábra megszerkesztéséhez a 11. sz. képlettel az esési görbe összes regisztrálási pontjaira kiszámítjuk a q értékeket, valamint a 14. sz. képlettel az ezekhez tartozó r részecsskeráduszokat. Utóbbiakat milliméterpapíron $1 \mu = 1 \text{ cm}$ léptékkel vízszintesen ábrázoljuk. Ha az egyes szomszédos q %-os értékek különbségét, $q_n - q_m$ -et, oly négyszögalakú területek alakjában tüntetjük fel, melyeknek alapja az ezekhez tartozó r_n és r_m részecsskeráduszok különbsége, úgy a négyszögek magasságát ezen különbségek hányadosa, a $\frac{q_n - q_m}{r_n - r_m}$ adja, mégpedig az r -re $1 \mu = 1 \text{ cm}$ -nek választott lépték következtében cm^2 -ekben kifejezve (l. 3. sz. táblázat).

Egy ilyen ábrázolást az egyes próbák eloszlásának közvetlen összehasonlítására is alkalmassá tehetünk, ha a négyszögidomokat nem a készülék regisztrálta pontoknak megfelelő részecskeráduszok, hanem azok egész számú μ -okkal határolt szakaszai felett tüntetjük fel. Evégből a regisztrálási pontoknak megfelelő egyes négyszögidomoknak (19. ábra, szaggatott vonal) a szomszédos egész számú μ -ok fölé eső részeit egyesítve, egy új idomot nyerünk (teljes vonal), melynek magassága az alapnak 1 cm -es hosszát tekintve, abszolút számra nézve megegyezik az egyesített négyszögidomrészek területének cm^2 -ekben kifejezett értékével.

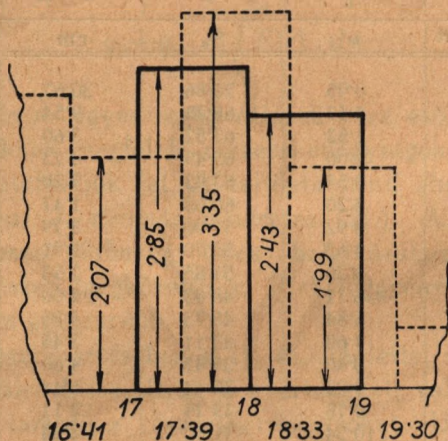
Keressük pl. a 14. és 12. regisztrálási pontok közötti $17'0$ — $18'0$, továbbá a $18'0$ — $19'0 \mu$ fölé eső négyszögek területét, illetve magasságát (3. sz. tábl.). A 19. ábra szerint a 17 és 18μ közé eső teljes vonallal kihúzott négyszög két részletből tevődik össze. Ezek közül az egyiknek

3. sz. táblázat. — *Tabelle Nr. 3.*

Regisztrálás folyószáma	Regisztrálás ideje	Regisztrálás idejének megfelelő szemcsenagyság (14. sz. képlet)	A regisztrálási időnek megfelelő frakció (11. sz. képlet)	Négyzet magassága Höhe des Vierecks	$q_n - q_m$ egész számú μ -al bíró részecske-rádiuszok szerint tagolva	
	Zeit der Registrierungen	Korngrosse (Formel 14)	Fraktion (Formel 11)	$\frac{q_n - q_m}{r_n - r_m}$	$q_n - q_m$ zerlegt in Fraktionen mit Halbmessern von ganzen Mikronen	
Laufende Nr.	t_n	r_n	q_n			
n	másodperc	μ	$\%$	cm	μ	cm ²
37	59660	0·95	70·86	30·67		
36	39624	1·17	68·78	9·54	0—1	29·62
35	23510	1·52	67·52	3·60		
34	13665	2·00	65·49	4·23	1—2	4·91
33	8405	2·54	63·03	7·20	2—3	4·57
32	5330	3·20	60·63	1·47		
31	3548	3·92	57·90	3·79	3—4	3·44
30	2535	4·63	53·70	5·91	4—5	4·50
29	1893	5·36	51·85	2·53	5—6	3·47
28	1458	6·11	48·83	4·00		
27	1164	6·84	45·73	4·25	6—7	4·09
26	943	7·60	43·11	3·45	7—8	3·91
25	772	8·40	39·43	4·60	8—9	5·70
24	668	9·02	35·44	6·44		
23	569	9·78	33·79	2·11	9—10	2·51
22	490	10·54	31·10	3·64	10—11	3·52
21	423	11·34	28·38	3·40	11—12	3·62
20	370	12·12	25·47	3·73		
19	324	12·96	23·14	2·77	12—13	2·91
18	285	13·82	20·29	3·30	13—14	3·32
17	253	14·66	17·43	3·41	14—15	3·36
16	225	15·54	14·57	3·25	15—16	2·97
15	202	16·41	12·28	2·63	16—17	2·30
14	180	17·39	10·25	2·07	17—18	2·85
13	162	18·30	7·10	3·35	18—19	2·43
12	146	19·30	5·17	1·99	19—20	1·00
11	131	20·40	4·54	0·57	20—21	0·70
10	116	21·64	3·57	0·78		
9	103	23·00	2·34	0·90	21—23	1·71
8	90	24·60	2·19	0·09	23—26	0·48
7	76	26·60	1·71	0·24		

alapja $17'39 - 17'00 = 0'39$ cm, magassága $2'07$ cm s így területe $0'81$ cm², a másik részlet alapja $18'00 - 17'39 = 0'61$ cm, magassága $3'35$ cm s így területe $2'04$ cm². E két részletterület adja a $17 - 18 \mu$ fölé eső új idom területét, a $2'85$ cm²-et, melynek magassága, az alapnak $1 \mu = 1$ cm léptékét tekintve, $2'85$ cm. Ugyanígy nyerjük, hogy a $18 - 19 \mu$ fölé eső négyszög területe $2'43$ cm², illetve magassága $2'43$ cm, hol $1 \text{ cm} = 1\%$.

Az összehasonlítás ilyenformán 1μ közönként a négyszögek magasságának leolvasása, nagyobb kiterjedésű ($r_n - r_m$) frakciókat tekintve pedig



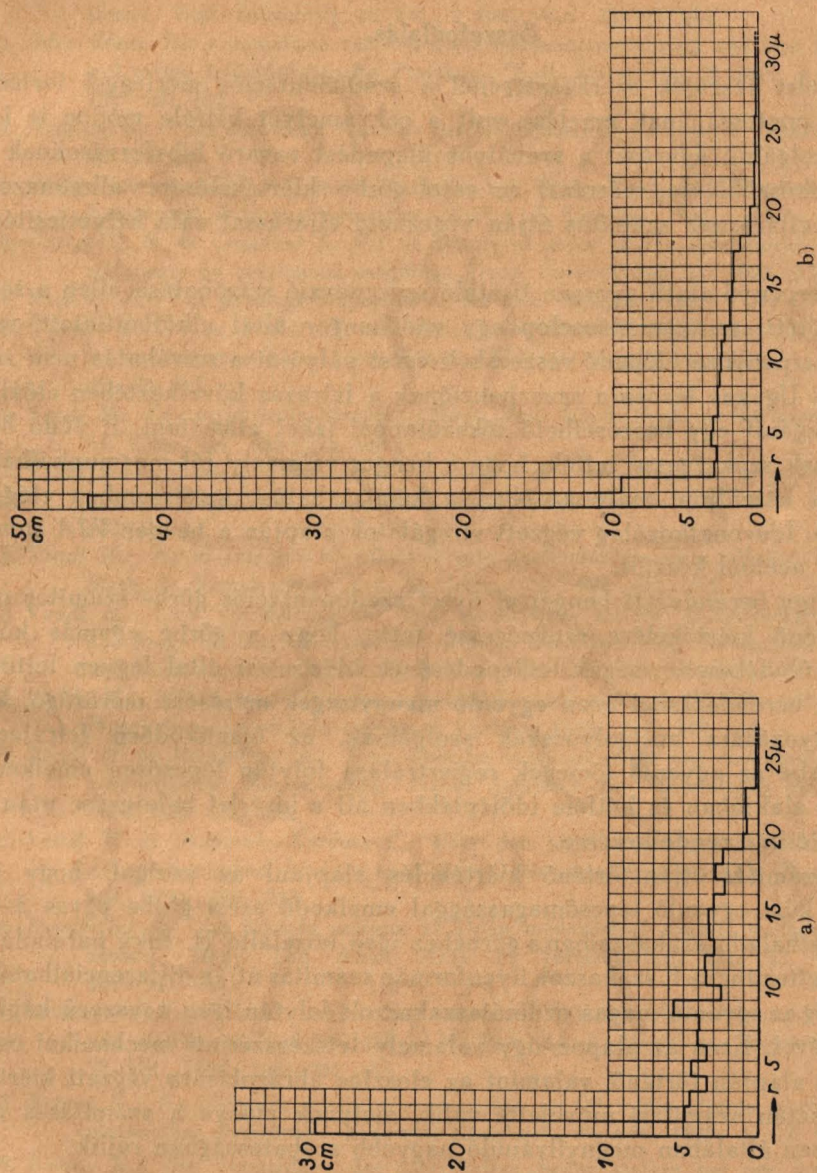
19. ábra. — Abb. 19.

az ezekben foglalt négyszögek magasságának összeadása útján lehetséges. Ugyanez az $F(r)$ görbével való ábrázolás esetén a görbének az $r_n - r_m$ szakasza közti integrálása (planimetrálás) útján érhető el.

A kétféle ábrázolással kapcsolatban még meg kívánom jegyezni, hogy miután a területekkel való ábrázolás számításánál az esési görbe helyettesítésére alkalmazott II-fokú parabolának csak az első differenciálhányadosa szerepel, a tényleges esési görbétől való eltérés okozta hiba még kisebb, mint az $F(r)$ görbével való ábrázolásnál, hol az esési görbe második differenciálhányadosa a számításnak egyik jelentős tényezője.

A 20a. és b. sz. ábra a püspökladányi talajprofil előzőekben is szerepelt 0—5 cm szintbeli (a.) és az akkumulációs szint 20—30 cm mélységbeli (b.) próbáinak a 16. sz. ábrán látható esési görbékről ily úton nyert eloszlását ábrázolják. A számításokra vonatkozó egyes részleteket a 0—5 cm-es próbára a 3. sz. táblázatos kimutatás tünteti fel.

A grafikonoknak az összehasonlításra való alkalmassága szembeeszkő s azokból pl. már pusztá rátekintésre is szemléltetően kitűnik a felszíni behatásoknak kitett 0—5 cm mélységbeli próba változatos összetételével



20. ábra. — Abb. 20.

szemben az akkumulációs szintbeli próba megállapodottsága. Mindez az esési görbékből a szabályos és egyenletes emelkedés folytán azok még oly részletessége mellett sem tűnhetik ki.

Összefoglalás.

A leírt készülék szerkesztésénél a szedimentációs mérleggel történő elemzés pontosságának emelése volt a cél, amelyet kétféle módon is lehetett szolgálni; egyrészt a szabályos ülepedést zavaró hibaforrásoknak a lehető kiküszöbölése, másrészt az esési görbe kiértékelésére alkalmazott grafikus eljárásnak számítás útján végezhető eljárással való helyettesítése által.

A serpenyő alatti gyorsan tisztuló szuszpenzió szívóhatása ellen a serpenyő fölötti szuszpenzióoszlop egy védőhenger által elkülönített, miáltal a serpenyőre ülepedő részecskék esési pályáját a szívóhatás nem zavarhatja. Ugyane térben a szuszpenzióknak a felrázás következtében előálló forgómozgását egy beszerelhető főkézollappal lehet elhárítani. E védő berendezések szükségessé tették, hogy a henger valamely jól megmunkálható anyagból készüljön, mely azonban a kémiai hatásokkal szemben eléggé ellenálló. Idevonatkozólag végzett vizsgálatok alapján a henger *V2A supra* (Krupp) acélból készült.

Az így berendezett hengerrel nyert szedimentációs görbe számítás útján történő kiértékelése szükségessé tette, hogy a görbe egymás közt egyenlő üledékmennyiségek leülepedésének időpontjai által legyen feltüntetve. A berendezésnél ezen egyenlő mennyiségek mérésére mérőrúgó, kiegyensúlyozására acélgolyócskák szolgálnak, az önműködően felrajzolt esési görbe az egyenlő tömegek regisztrálása folytán lépcsősen emelkedő grafikon alakjában és kétféle időléptékben áll a kísérlet befejezése után a kiértékeléshez rendelkezésre.

A számítás útján történő kiértékelés alapjául az szolgál, hogy az egymás közt egyenlő lépcsőmagassággal emelkedő esési görbe egyes 3—3 ponton áthaladó szakaszaiban a görbéhez igen közelálló II. fokú parabolákkal helyettesíthető. E szakaszok ilyenformán számítás útján differenciálhatók, mégpedig az egyenlő magas ordinátaszakaszok folytán igen egyszerű képlet segítségével. Ezen az alapon úgy valamely tetszésszerű mechanikai osztályozás alapján történő, valamint az eloszlás ábrázolására végzett kiértékelés tisztán számítási műveletté válik, melynek előnye a számításhoz eljárásokban általában megnyilvánuló nagyobb szabotosságban rejlik.

*

Műszaki doktori értekezésként elfogadva a m. kir. József Nádor Műszaki- és Gazdaságtudományi Egyetem Bánya-, Kohó- és Erdőmérnöki Kara által 1938. évben.

Irodalom. — Schrifttum.

1. *Odén Sven*: Eine neue Methode zur mechanischen Bodenanalyse. Int. Mitt. f. Bodenk., 5. köt., 1915. 257—311. old.
2. *Odén Sven*: Eine neue Methode zur Bestimmung der Körnerverteilung in Suspensionen. Koll. Zeitschrift, 18. köt., 2. füz., 1916. 33—47. old.
3. *Odén Sven*: Die automatisch registrierende Sedimentvorrichtung und ihre Anwendung auf einige kolloidchemische Probleme. Koll. Zeitschrift, 26. köt., 3. füz., 1920. 100—121. old.
4. *Wiegner G.*: Über eine neue Methode der Schlämmanalyse. Landw. Vers. Stat., 1918. 43—79. old.
5. *Casagrande A.*: Die Aräometer-Methode zur Bestimmung der Kornverteilung von Böden und anderen Materialien. Berlin, J. Springer, 1934.
6. *Coutts R. H. és Crowther E. M.*: A source of error in the mechanical analysis of sediments by continuous weighing. Trans. Faraday Soc. 21., 1925. 374—380. old.
7. *Keen B. A.*: The physical properties of the soil. London, 1931.
8. *Correns C. W. és Schott W.*: Vergleichende Untersuchungen über Schlämm- und Aufbereitungsverfahren von Tonen. Koll. Zeitschrift, 61. köt., 1. füz., 1932. 68—80. old.
9. *Vendl M.*: Egy új iszapoló készülék. Magy. Tud. Akad. Math. és Természettud. Ért., 51. köt., 1934. 335—376. old.
10. *Vendl M. és Szádeczky-Kardoss E.*: Összehasonlító elemzések az új iszapoló készülékkel. Magy. Tud. Akad. Math. és Természettud. Ért., 51. köt., 1934. 403—423. old.
11. *Vendl M.*: Az új iszapoló készülékkel való gyakorlati analysis. Magy. Tud. Akad. Math. és Természettud. Ért., 51. köt., 1934. 378—401. old.
12. *Vendl M.*: Eine Vorrichtung zur Schlämmanalyse kleiner Substanzmengen. Mitt. der Berg- u. Hüttenmännischen Abt. an der Kön. Ung. Hochschule für Berg- und Forstwesen zu Sopron, Ungarn, 4. köt., 1932. 1—16. old.
13. *Vendl M.*: Kőzet-, érc- és szénmeghatározó módszerek. A M. Kir. József Nádor Műegyetem könyvkiadó alapjának kiadása, 1935. 257—279. old.
14. *Vendl M. és Romwalter A.*: Eine einfache Schlämmwaage mit Handbetätigung und automatischer Registrierung. Neues Jahrbuch für Mineralogie etc., 71. köt., 1936. 524—552. old.
15. *Vendl M. és Szádeczky-Kardoss E.*: Über den sogenannten grundsätzlichen Fehler der mechanischen Analyse nach dem Odén'schen Prinzip. Koll. Zeitschrift, 67. köt., 1934. 229—233.
16. *Romwalter A.*: Az ütközés szerepe az Odén módszerével végzett mechanikai elemzésben. Magy. Tud. Akad. Math. és Természettud. Ért., 53. köt., 1935. 141—147. old.
17. *Schumacher K.*: Talajok mechanikai analysise a Vendl-féle folytonos $P(t)$ görbét adó szedimentációs készülékkel. M. Tud. Akad. Math. és Természettud. Ért. 52. köt., 1934. 188—204. old.
18. *Botvay K.*: Az ülepedés zavarainak elhárítása az Odén-féle eljárás alapján történő mechanikai elemzésnél. Erdészeti Kísérletek, 39. köt., 1937. 1—17. old.
19. *Botvay K.*: Die Vermeidung der fehlerhaften Sedimentation bei der mechanischen Analyse nach Odén. Az erdészeti kutató intézetek nemzetközi szövetségének kiadványa a IX. kongresszusa alkalmából. Sopron, 1936.
20. *Botvay K.*: Adatok a szuszpenziók esési görbéjének számítás útján történő kiértékeléséhez. (Kéziratban.)

21. *Botvay K.*: Adatok a szuszpenzióoszlop forgómozgásának a szedimentációs elemzésnél megnyilvánuló hatására. Erdészeti Kísérletek, 41. köt., 1939. 243—454. old.
22. *Köhn M.*: Bemerkungen zur mech. Bodenanalyse. II. folyt., Zeitschrift f. Pfl., Düng. u. Bodenl., 10. köt., 2. füz., 91—99. old.
23. *Köhn M.*: Beiträge zur Theorie und Praxis der mechanischen Bodenanalyse. Landw. Jahrbuch, 67. köt., 4. füz.
24. *Nordlundt J.*: Untersuchungen über Bildungsmechanismus und Eigenschaften der nach verschiedenen Dispersionsmethoden dargestellten Quecksilberhydrolyse. (Közzétette Odén S.) Koll. Zeitschrift, 26. köt., 1920. 121. old.
25. *Affleck C.*: Application of the Theory of Probability to the Size Distribution of Soil Aggregates. Soil Science, 38. köt., 2. füz., 1934. 113—119. old.
26. *von Hahn F. V.*: Dispersoidanalyse. Dresden, 1928.
27. a.) *G. Krauss*: Zubereitung eines chemisch möglichst indifferenten Quarzmaterials von wohldefinierter Korngröße und Oberflächenentwicklung. Ramann-Sonderheft. Koll. chem. Beihefte, XXV. köt., 9—12. füz., 1927., 299—314. old.
27. b.) *H. Sallinger*: Beeinflussung der Sedimentation von Quarzsuspensionen durch geringe Elektrolytkonzentrationen. Ramann-Sonderheft, Koll. chemische Beihefte, XXV. köt., 9—12. füz., 1927., 353—360. old.
28. *Gessner H.*: Die Schlämmanalyse. Leipzig, 1931.
29. *Zunker F.*: Eignung der mechanischen Verfahren zur Bestimmung der Dränenfernung. Der Kulturtechniker, 31. köt., 1928. 38—131. old.
30. *Gripenberg S.*: Zur mathematischen Analyse der Fallkurven von Suspensionen. Commentationes Physico-Mathematicae, I., 18., 1928. 1—16. old. Ergänzungen ugyantott 24. 2—10. old.
31. *Krauss G.—Danzl J.*: Beiträge zum Ausbau der mechanischen Bodenanalyse. Thar. Forstl. Jahrb., 1928. 363. old.

Über eine neue selbsttätige Sedimentationswaage.

Von K. Botvay.

Das Verfahren der mechanischen Analyse von S. Odén (1, 2) gründet sich bekanntlich an dem Zusammenhang, welcher zwischen der Sedimentationsgeschwindigkeit der in Wasser suspendierten Probe und der Größenverteilung der Teilchen besteht und der von ihm auch mathematisch formuliert wurde (Formel 3., 4., 5.). Die eigentliche Experimentiertätigkeit besteht bei diesem Verfahren darin, daß die Funktion $P(t)$ graphisch dargestellt, d. h. die sedimentierende Menge (P) auf der Waagschale einer hydrostatischen Waage als Funktion der Zeit (t) gemessen wird. Das von ihm abgeleitete graphische Auswertungsverfahren der so gewonnenen sog. *Fallkurve* ermöglicht dann die rasche Bestimmung des Prozentgehalts beliebiger Fraktionen.

Zahlreiche Untersuchungen (6—19, 21) ergaben aber, daß bei der Messung verschiedene Versuchsfehler entstehen. Besonders bedeutend ist jener, welcher dadurch entsteht, daß die unterhalb der Waagschale befindliche, sich rasch klärende Suspension bestrebt ist, ihre Konzentration mit der, der sie umgebenden Suspension auszugleichen, also deren Partikelchen zu „saugen“. Diese Erscheinung veranlaßt, die Partikelchen der über der Waagschale befindlichen Suspension die Schale teilweise zu umgehen und hat so zur Folge, daß die auf der Waagschale gewogenen Mengen eine fehlerhafte Fallkurve liefern (6, 7, 14, 15, 17, 19).

Bei der Konstruktion der nachstehend beschriebenen automatisch registrierenden Sedimentationswaage wurde nicht nur eine möglichst weitgehende Beseitigung der Fehlenquellen angestrebt, sondern es wurde auch betrachtet, daß man die weniger verlässliche graphische Auswertungsmethoden mit einer einfachen rechnerischem Modifikation ersetzen kann. Die letztere Aufgabe machte die Registrierung solcher Zeitpunkte notwendig, die gleichen sedimentierten Mengen entsprechen.

Über die Anordnung, bei welcher zur Messung zweckmäßigkeitshalber eine Spiralfeder und zur Dämpfung der Schwingungen derselben ein Quecksilberdämpfer verwendet wird, gibt die stark schematisierte Abb. 3 nähere Auskunft.

Die Waagschale ist mittels des auf der einen Seite offenen Flachrahmens b auf die am oberen Ende befestigte Spiralfeder a gehängt.*) In dem Rahmen ist der Kugelbehälter c_1 mit einem geneigten Kanal eingefügt; der Kanal neigt sich bis zur Mitte, bricht dort (die Kugeln sind gehämmt) und neigt sich dann wieder bis zum Ausgang. Der Kugelbehälter ist von unten mit einem schmalen Teil aus Isolierstoff gesperrt, in dessen Mitte eine senkrechte Öffnung als Führungsloch für den Kugelheber dient. In diesem schmalen Teil befindet sich — das Führungsloch für den Kugelheber umgehend — auch ein nach unten gekehrter U-förmiger, an seinen Enden mit Platinspitzen versehener Messingstift d eingebettet.

Durch die geöffnete Seite des Flachrahmens langt ein in seine Lage befestigter Quecksilberdämpfer e ein u. zw. so, daß er mit Ausnahme der Kante des unteren Teiles nichts berührt.

Dieser Dämpfer ist eigentlich ein Eisenblock mit einer f_1 größeren und f_2 kleinerer Bohrung, welche unten mittels eines schmalen Kanälchens kommunizieren. Der Boden von f_1 ist in der Mitte durchbohrt, durch diese Öffnung ist ein senkrechttes Eisenröhrchen mit Schraubengewinde eingeführt. Die zylinderischen Bohrungen f_1 — f_2 sind bis etwa zu ihren $1/5$ bzw. $1/3$ Höhen mit Quecksilber gefüllt. In beiden Zylindern liegen auf der Oberfläche des Quecksilbers aus Ahorn gedrechselte Schwimmer, u. zw. in f_2 ein oben kegelartig gestalteter Vollschwimmer g_2 , in f_1 ein in der Mitte durchbohrter, an beiden Enden kegelartig ausgebildeter Schwimmer g_1 . Schwimmer g_1 ist mittels eines nach unten gekehrten Flachbügels, an ein Eisenstäbchen befestigt, welches in dem erwähnten Röhrchen mit genügendem Spielraum nach außen führt. Zylinder f_1 ist von oben mit einem mit Schraubengewinde versehenen Eisendeckel, Zylinder f_2 mit einer, auf e befestigten Vulkanfieberplatte h abgesperrt. Letztere ist mit einem Führungsloch versehen, durch diese führt die in dem Vollschwimmer g_2 eingeführte Eisenstange, auf welche oberhalb der Oberfläche des Deckels und isoliert eine waagerechte Eisenplatte angebracht ist. Auf der oberen Fläche dieser Eisenplatte — auf beiden Seiten der Stange — befindet sich je eine kleine Vertiefung. In der einen von diesen befindet sich ein Qucksilbertropfen, in die andere ist eine Platinplatte eingestemmt. In die Vulkanfieberplatte h sind außerdem vier Eisenstäbchen eingelassen; das obere Ende der zwei äußeren Stäbchen breitet sich tellerförmig aus, in dem einen sitzt ein Qucksilbertropfen, während in die andere wieder eine Platinplatte eingestemmt ist. Die nach innen und nach unten gekehrten Platinspitzen der zwei inneren Stäbchen befinden sich oberhalb des Qucksilbertropfens und der Platinplatte der auf die Stange des Schwimmers g_2 befestigten waagerechten Eisenplatte. Alle vier Stäbchen sind nach Außen zu Klemmen geführt.

*1) Über die Anwendung der Spiralfeder zum Messung, siehe Lit. 14.

Um den einzelnen Momenten einer Ausgleichung und Registrierung folgen zu können, betrachten wir die Prozesse gleich nach dem Abwerfen einer Kugel aus dem Kugelbehälter!

Das durch die herabgeworfene Kugel leichter gewordene hängende System zieht die Feder derart hoch, daß der Flachrahmen b sich an die Kante des am Boden des Quecksilberdämpfers von unten befestigten Kegels anlehnt. Sobald sich die dem Gewicht der Kugel entsprechende Menge von Teilchen wieder gesetzt hat, dehnt sich die Meßfeder einem Kugelgewicht entsprechend, die Platinspitze von d berührt die Platinplatte und durch den nach unten gekehrten U-förmigen Stift schließt sich ein Stromkreis. (Die rechtseitige Platinspitze des U-förmigen Stiftes taucht ständig in den unter ihr befindlichen Quecksilbertropfen ein.) Der Stromkreis ist durch diesen Platinkontakt, die Akkumulatorbatterie E , Magnet M_1 und den Quecksilber-Platinspitzenkontakt geschlossen. Der Magnet M_1 reißt die sich flachförmig ausbreitende Stange i an sich. Die letztere, welche gleichzeitig den federnden Stromunterbrecher k schließt, läßt die Sperrklappe j einstweilen nicht zurück. Damit dringt im Zylinder f_1 der Schwimmer g_1 in das Quecksilber ein und — da wegen der Enge des Verbindungskanals die Oberflächen sich nicht sofort ausgleichen können, — hebt sich dieses Quecksilberniveau hoch. Infolge der entstandenen großen Niveaudifferenz der zwei Quecksilbersäulen, fließt das Quecksilber nun langsam durch den engen Kanal in den Zylinder f_2 , gleichzeitig hebt sich hier langsam mit der Quecksilberoberfläche der Schwimmer g_2 ,*) dessen Stange den ihr gegenüber befindlichen Kugelheber hinaufschiebt, worauf mittels der bei diesem sich befindenden Spiralfeder der ganze Flachrahmen mit der daran hängenden Waagschale solange gehoben wird, bis sie sich an den erwähnten Keil anlehnt. Somit wird natürlich bei dem Platinkontakt d der Stromkreis unterbrochen. Trotz der Stromausschaltung dauert die Steigung des Schwimmers g_2 fort (nachdem i durch die Sperrklappe j noch immer zurückgehalten wird) und der steigende Kugelheber hilft die erste Kugel über das Hindernis des Kugelkanals in den geeigneten Teil hinüber, von wo dieselbe schon selbst in die Schale h rollt.

Das System hat sich also ausgeglichen; eine dem Gewicht einer Kugel entsprechende Teilchenmenge hat sich auf die Waagschale gesetzt, demgegenüber ist eine Kugel herabgerollt und die Anfangslage ist hergestellt. Der Schwimmer g_2 hebt sich aber noch immer weiter solange, bis der auf der Eisenplatte liegende Quecksilbertropfen und die Platinplatte die darüber stehende Platinspitzen berühren. Durch die Eisenplatte, die Akkumulatorbatterie E , Kurzschließer k und den Magnet M_2 , andererseits durch den Magnet M_3 wird wieder ein Stromkreis geschlossen. Auf eine durch

*) Eine Führung versichert, daß der Schwimmer g_2 sich dabei nicht verdreht.

ein Uhrwerk getriebene Papiertrommel schreibt M_3 mit Hilfe einer Registriervorrichtung ein Zeilchen, während M_2 die mit einer Feder versehene Sperrklappe j löst, wodurch i frei wird und sich mit dem Schwimmer g_1 hebt, gleichzeitig reißt aber der Stromkreis bei k ab. Dadurch, daß der Schwimmer g_1 wieder auf die Oberfläche gestiegen ist, senkt sich das Quecksilberniveau in f_1 usw. tiefer, als es derzeit in f_2 steht, demzufolge fließt durch den engen Kanal das Quecksilber aus f_2 in f_1 langsam zurück; damit sinkt langsam auch der Schwimmer g_2 , dessen Scheibe sich von der Scheibe des Kugelhebers löst und das ganze hängende System belastet mit glattem, langsamen Sinken wieder die Meßfeder. Der geschilderte Vorgang beginnt nun von neuem.

Eine Registrierung erfordert bei dem geschilderten Gang trotz der vielen Zwischenprozesse bloß eine Zeit von etwa 4 Sekunden.

Die Spiralfeder hat die sehr unangenehme Eigenschaft, daß sie schon bei der kleinsten Erschütterung in Längschwingung gerät. Deswegen muß das Zurückheben des Flachrahmens mit der auf ihm hängenden Waagschale in ihre Anfangshöhe — nichts destoweniger die Belastung der Feder durch diese — mit den sanftesten und ruhigsten Bewegungen vor sich gehen. Darum war die Anwendung des Quecksilberdämpfers notwendig, welcher jede reißende Bewegung der Magneten zu glatten und langsamen Bewegungen umwandelt.

Um von der Arbeitsweise des Apparates eine möglichst vollkommene Übersicht zu gewinnen, wurde diese schematische Abbildung angewendet; es ist aber selbstverständlich, daß für die Ausführung diese nicht maßgebend ist. Den Apparat, so wie er aufgebaut wurde, stellt die Abb. 4 und 5 dar, in Vorder- und Seitenansicht.

Zum Zwecke des genauen Einstellens der Waagschale kann die Meßfeder mittels der auf der Konsole p befindlichen Mikroschrauben nach vorne oder rückwärts, rechts oder links, auf und ab bewegt werden.

Der Kugelbehälter c_1 wurde aus einer Aluminiumplatte von 3 mm Stärke gefertigt, in dieser ein dem Kugeldurchmesser entsprechender schlangenförmiger Kanal ausgesägt und vorne und rückwärts mit je einer 1 mm starken durchsichtigen Zelluloidplatte, bzw. Aluminiumplatte bedeckt. In den Kugelbehälter ist die Auswerfeinrichtung c_2 eingefügt. Das Auswerfen der Kugel geschieht nicht nach der Seite, wie es zwecks besseren Anschaulichkeit bei Abb. 3 gezeichnet wurde, sondern bei c_2 nach vorne.

Der für die Kugel mit einem Ausschnitt versehene Kugelheber c'_1 der Auswerfeinrichtung (Abb. 6) kann sich in den, an den Seitenwänden mit je einem Ausschnitt versehenen Führungsbügel c'_2 auf und abwärts bewegen. Die Stange des Kugelhebers, wie es c'_3 zeigt, gelangt durch das Führungsloch d nach außen, wo sie in einer Scheibe endet und in Ruhelage infolge der schwachen Spannung der zwischen ihrer Scheibe und d

eingefügten Spiralfeder in der unteren Lage gehalten wird. c'_4 zeigt, wie die Auswerfeinrichtung in den Aluminium-Kugelbehälter c_1 eingefügt ist; von dem letzteren wurde jedoch nur ein Teil gezeichnet. Durch die durchsichtige vordere Platte des Kugelbehälters ist das Endstück des Kugelkanals sichtbar. Die Kugeln sind nicht eingezeichnet. Die erste von den in den Kanal eingefüllten Kugeln wird durch die übrigen in den Ausschnitt des Führungsbügels und des Kugelhebers geschoben. Gegenüber dieser ersten Kugel besitzt die erwähnte durchsichtige Zelluloidplatte in der halben Höhe der Kugel eine kreisförmige Öffnung, die etwas größer ist, wie die Kugel. Sobald der Schwimmer g_2 sich zu heben beginnt und den Kugelheber hinaufschiebt, hebt sich die erste Kugel mit, gleichzeitig wird sie durch den Treibausschnitt der Führungsbügel in der Richtung der Öffnung vorgetrieben, durch welche sie schließlich in die Schale h' herausfällt. Das Zurücksinken wird durch die erwähnte Feder bewerkstelligt und sobald der Ausschnitt des Kugelhebers die Höhe des Kugelkanals erreicht hat, wird die folgende Kugel durch die übrigen in den Ausschnitt geschoben.

n in Abb. 4 ist eine Arretiervorrichtung, durch welche die Lage des Flachrahmens fixiert werden kann.

Zur Verhinderung der erwähnten Saugwirkung ist der Sedimentationszylinder mit einem inneren Schutzzyylinder versehen. Alle Metallteile der Zylinder sind aus „V 2 A Supra“-Stahl hergestellt. Der aus dieser Legierung hergestellte und unten beschriebene Sedimentationszylinder bewies sich als vollkommen widerstandsfähig gegen jegliche bei der mechanischen Analyse vorkommende chemische Einwirkung.

Der äußere Zylinder r_1 ist in 3 cm Höhe über dem unteren Rand mit dem eigentlichen Zylinderboden in zwei Teile geteilt. (Abb. 8.) Der obere Raum faßt die Suspension. Der Zylinderboden hat einen 3 mm hohen, runden Sockel, dessen Durchmesser mit dem der Waagschalenboden gleich ist. Die Berührungsflächen der beiden sind sorgfältig geschliffen und passen vollkommen ineinander.

In die Öffnung des Zylinderbodens ist eine, unten mit einem Stoppel abgesperrte Glastube von 10 mm Durchmesser mittels eines Kautschukröhrchens wasserdicht eingesetzt. In der Mitte des Metallstopfels befindet sich mit der Spitze nach oben ein Kegelstift. Diese Tube ist durch die im unteren Teil der Zylinderwand angebrachten — 8 Öffnungen sichtbar. Die Waagschale s mit dem Flachboden besitzt einen Rand von 45° Neigung und ist in der Mitte mit dem Träger derart durchbohrt, daß der untere Stiel des Trägers in die Tube reicht. Bei richtiger Stellung der Waagschale fällt ihr Stiel in die Mittellinie; es läßt sich dies mit Hilfe des Kegelstiftes leicht einstellen, wenn man durch die erwähnten Öffnungen des Zylinders durchschaut.

Auf dem mit 4 Flügelmuttern und einem Gummiring wasserdicht verschließbaren Zylinderdeckel ist der Schutzzyylinder r_2 befestigt. Dieser kann mit Hilfe der 2 Schraubenmutter u und der durch zwei in den Zylinderdeckel eingeschraubte kurze Hülsen gehenden Schraubenstiften gehoben und gesenkt werden. Die Schraubenstifte t sind mit Kautschukrohren wasserdicht isoliert. Der untere Rand des Schutzzyinders ist mit einem massiven, 45°-igen, kegelartig ausgestalteten Ring versehen, welcher vollkommen in den mit derselben Konizität ausgestalteten Rand der Waagschale s paßt.

Die zentrale Lage des Schutzzyinders sichern 4 Führungsstifte, welche im genannten Ring eingeschraubt sind und mit der Wand des Zylinders r_1 sich locker berühren. In der Mitte des Zylinderdeckels befindet sich eine Öffnung, welche mittels einer Abschlußhaube wasserdicht verschließbar ist.

Die Aufgabe dieses Schutzzyinders ist, daß er die Bewegungen der fallenden Teilchen der Suspensionssäule oberhalb der Waagschale nach außen verhindert. Während des Versuches steht der Schutzzyylinder mit seiner Kante 2 mm hoch oberhalb der Kante des Sockels. Zwischen beiden schwebt in je 1 mm Entfernung die Waagschale. Obwohl demzufolge die erwähnte rasche Klärung unter der Waagschale auch hier vorhanden ist, reicht die Saugwirkung nach diesbezüglichen Versuchen (19) nicht in bis den inneren Raum des Schutzzyinders. In der ringförmigen Spalte zwischen dem Schutzzyylinder und der Waagschale ist im ganzen etwa 1·3 ccm Suspension vorhanden, deren Sedimentmenge im Verhältnis zu jener Sedimentmenge, welche auf die Waagschale aus der oberhalb ihr befindlichen Suspensionssäule (etwa 840 ccm) sich absetzt, so gering ist, daß sie vernachlässigt werden kann.

Um die infolge des Schüttelns entstandene Drehbewegung der Suspensionssäule zu verhindern, kann in den Schutzzyylinder vertikal und radial eine Bremsplatte eingebaut werden.

Der Sedimentierzylinder r_1 steht auf einem kleinen Eisentisch (Abb. 4), welcher mittels 3 Stellschrauben waagrecht einstellbar und in dieser Lage mit der Festklemmschraube x' befestigt werden kann. Die zentrale Lage des einmal schon eingestellten Sedimentierzylinders bestimmen die zwei Stellschrauben y und y' , welche am rechten und rückwärtigen vorstehenden Rand des Eisentisches eingeschraubt sind und bei richtiger Lage des Zylinders diesen an der Schraubenspitze berühren.

Es soll hier betont werden, daß bei der vorhandenen Ausführung und Lage des Schutzzyinders und der Waagschale, wobei die letztere den Ring des ersteren mit einem Spielraum von kaum 1 mm umgibt, zwecks Messungen die Spiralfeder äußerst geeignet ist, nachdem hierbei das auf

sprechenden Abständen der Zeitachse (t), sondern in einem zweckmäßigen Maßstabe auch auf der Maßenachse (P) in der entsprechenden Höhe erfolgen kann, daß also die wirkliche Lage der Kurve bezeichnet wird.

Aus der vollen Messingstange R ragt eine Zahnstange hervor. (Abb. 11.) Die letztere bewegt sich in einer genau geschliffenen Hülse, dessen Seite für die Zahnstange geschlitzt ist, auf und nieder. In die Zähne greifen abwechselnd die untereinander angebrachten Stifte der durch den Magnet M_3 in Bewegung gesetzten Doppelklinke ein. Die zwei Stifte befinden sich in einer Entfernung der $4\frac{1}{2}$ -fachen Zahnteilung. Dementsprechend sinkt die Messingstange durch ihr Eigengewicht bei dem Herabreißen der Klinke mit einer halben, beim Zurückspringen mit einer weiteren halben Zahnteilung und damit auch die auf ihr befestigte Feder. Als Ergebnis erhalten wir ein treppenförmig steigendes Graphikon (Abb. 12) und im Falle der graphischen Auswertung wird die Kurve mittels eines entsprechenden Kurvenlineals und die oberen Kanten der Treppenstufen verbindend gezeichnet. Eine Zahnhöhe mißt 175 mm.

Die Trommel dreht sich in entgegengesetzter Richtung der Uhrzeiger, die Registrierungen erfolgen in horizontaler Richtung abwärts, die Kurve hat also auf der Trommel eine verkehrte Lage; wird jedoch das Papier heruntergenommen und umgedreht, so erscheint die $P(t)$ -Kurve vor uns in der richtigen Lage, also im positiven Viertel des Koordinatensystems.

Wie in einer Abhandlung (19) schon ausführlich beschrieben wurde, ist die durch Schütteln erreichbare Homogenität der dispersen Phase infolge der Trennung der Suspensionssäule durch den Schutzzylinder, bei einer gewissen Korngröße schon unvollkommen. Aus der Tabelle auf Seite 20 stellt sich heraus, daß von den Korngrößen > 0.05 mm schon nicht die ganze, dem Raumverhältnisse entsprechende Menge auf die Waagschale gelangt, sondern nur die dort angegebenen Prozentwerte. Das Verfahren ist daher nur bei Proben anwendbar, aus welchen die Korngrößen > 0.05 mm fehlen. Enthält also die Probe wie meistens Korngröße < 2.0 mm, so sind vor allem die Korngrößen < 0.05 von den Größeren zu trennen. Oberhalb dieser letzteren Korngröße arbeitet man mit Spülapparaten, unterhalb derselben mit der Sedimentationswaage. Die Trennung kann mit hinreichender Genauigkeit mittels eines Bronzdrahtgewebes von etwa 0.06 mm Lochdurchmesser u. zw. auf nassem Wege durchgeführt werden (28). Der auf dem Sieb zurückgebliebene Anteil wird getrocknet, gewogen und aufgehoben, der durchgesiebte Anteil — dessen Gewicht rechnerisch ermittelt wird — wird hingegen mit dem beschriebenen Apparat analysiert. Nach beendeter Sedimentationsanalyse wird der noch im Schweben befindliche Anteil absiphoniert, dagegen der Rückstand mit dem aufgehobenen Anteil von > 0.06 mm vereinigt und mit einem Spülapparat analysiert. Hiedurch wird dann auch die genaue Menge der Fraktion von 0.05 mm gewonnen; der

0'06 mm Sieb dient also lediglich zur Trennung des noch homogenisierbaren Anteiles der Probe und nicht zur Analyse selbst.

Das Verfahren mit dem Apparat wird folgenderweise ausgeführt: Der Zylinder r_1 wird etwa bis zu seinem $3/4$ Teil mit Wasser gefüllt, dann läßt man schief, damit keine Bläschen daran haften, die Waagschale auf den Boden sinken (der überragende Teil des Stieles gelangt in das geschlossene Glasrohr) und schließt mit aufgezogenem Schutzzyylinder den Deckel, stellt das ganze auf die Tarawaage und setzt bis zum Erreichen des Gewichtes G_{w+z} Wasser zu (Formel 6). Nachher stellt man das ganze auf den Eisentisch und die Waagschale wird an den Doppelhaken gehängt (Abb. 7). Mit den verschiedenen Stellschrauben bringt man die Waagschale in die richtige Lage, d. h. bei einer Entfernung von je 1 mm zwischen der Schutzzyliederkante und Sockeloberfläche wird ihre Stielspitze mit derjenigen im Glasröhrchen in einen Vertikal gebracht. Nun füllt man den Kugelbehälter, läßt mit Hilfe der Mikroschraube q beim eingeschalteten Strom die Platinspitze den U -förmigen Stift so nahe zu der Platinplatte, daß sie dieselbe eben berührt, wodurch der erwähnte erste Stromkreis geschlossen wird und eine Kugel fällt. Hiemit hat man die Nullage, aus welcher der Versuch beginnt, eingestellt. Jetzt arretiert man, die Waagschale wird abgehängt und durch die Schrauben u (Abb. 8) mittels des Schutzzylieders fest auf den Sockel gedrückt das notwendige Wasser herauspipettiert und die Probe eingewaschen. Nun stellt man den Zylinder auf die Tarawaage und gibt Wasser hinein, bis das Gewicht G_{s+z} (Formel 7) erreicht ist. Der Zylinder wird nun mit der Abschlußhaube abgesperrt, in der Hand geschüttelt, auf den Eisentisch gestellt zu $y-y'$ geschoben, wodurch der Zylinder in die schon früher eingestellte Lage gerät. Gleichzeitig wird das Uhrwerk in Gang gesetzt (der Versuch beginnt), die Abschlußhaube abgeschraubt, der Schutzzylieders mittels u um 2 mm gehoben (wobei die Waagschale in einer Höhe von 1 mm selbsttätig zurückbleibt) und die Arretiervorrichtung gelöst.

Nach Ablauf der nötigen Zeit wird die Papiertrommel auf die Stundenachse umgeschaltet und am Ende des Versuches erhält man die treppenförmige Fallkurve durch den Apparat selbsttätig gezeichnet fertig auf dem Papier, so wie dies für ein feineres System in Abb. 12 (Verkleinerung der Originalaufnahme 1 : 2) und für ein gröberes System in Abb. 13 (Verkleinerung 1 : 3) gezeigt wird.

S. Odén hat auf Grund der mathematischen Analyse der Fallkurve erwiesen, daß man die Menge einer Fraktion (q) die sich in der Zeit $\leq t$ ablagert, mit Hilfe der Abszisse (t), der Ordinate (P) und des ersten Differentialquotienten ($tg\varphi$) im Sinne der Abb. 1 und Formel 3:

$$q = P - t \cdot tg\varphi$$

rabell zweiter Ordnung ersetzt, so ist $tg\varphi$ nach den Ausführungen auf Seite 135:

$$tg\varphi = \frac{2}{t_{n+1} - t_{n-1}}$$

Setzt man diesen Wert von $tg\varphi$ in die oben zitierte *Odén'sche* Gleichung (Formel 3.) und schreibt gleichzeitig, gemäß der untereinander gleichen Treppenhöhe statt P die laufende Nummer der Registrierung, weiters — damit man statt mm-Ordinatenhöhe gleich auf $P_{100\%}$ bezogene Prozentwerte erhaltet — multipliziert mit dem entsprechenden Prozentfaktor ψ , so bekommt man für die gesuchten q_n den Ausdruck:

$$q_n = \psi \cdot \left[n - \frac{2t_n}{t_{n+1} - t_{n-1}} \right]$$

In der Regel hat man aber nicht die registrierten Punkte, sondern gewisse, der Korngrößenklassifikation entsprechende Punkte auszuwerten. Diese befinden sich meistens zwischen zwei registrierten Punkten. In solchem Falle wertet man mit der obigen Gleichung die den gesuchten Korngrößen benachbarten zwei registrierten Punkte aus und interpoliert im Sinne der Abb. 15 mittels der Gleichung 12. Die erreichbare Genauigkeit der angewandten linearen Interpolation reicht hier vollkommen aus.

Im Falle der hier beschriebenen rechnerischen Auswertungsverfahren muß natürlich großes Gewicht auf die Genauigkeit der einzelnen Zeitpunkte: t_{n-1} , t_n , und t_{n+1} gelegt werden. Wo die Registrierungen schon in gut abmeßbaren, größeren Strecken nacheinander folgen, erhält man diese Zeitpunkte aus der Kurve. Meistens sind aber am Anfang der Kurve die Registrierungen so dicht nacheinander, daß sie mit einer hinreichenden Genauigkeit nicht von der Kurve abzugreifen sind. Man mißt deshalb ergänzend am Anfang des Versuches die Zeitpunkte der Registrierungen auch mit einer Stoppuhr.

Ein Beispiel für das Verfahren im Falle eines Szikbodens (0—5 cm) wird auf Seite 137—140 mitgeteilt. Die mit 21 cm Fallhöhe gewonnene Fallkurve zeigt Abb. 16a. in halber Größe der Originalkurve. Tab. 1. umfaßt die diesbezüglichen Werte, wobei in der zweiten Kolonne die Zeitpunkte der Registrierungen in Sekunden angegeben sind.

Um die Verteilung eines dispersen Systems darzustellen, hat *Odén* auch einen Zusammenhang zwischen der Fallkurve $[P(t)]$ und der Verteilungskurve $[F(r)]$ abgeleitet:

$$F(r) = -2 \cdot \sqrt{\frac{C}{h}} \cdot t^{3/2} \cdot \frac{d^2P(t)}{dt^2}$$

$$r = \sqrt{\frac{h}{Ct}}$$

Hierin ist h die Höhe der Suspensionssäule, r der Halbmesser der sich im Zeitpunkt t sedimentierten Korngröße, C die Konstante der *Stokes*-Gleichung. (Formel 1. u. 2.). Die Werte von C und r sind rechnerisch zu erhalten. Um den zweiten Differentialquotienten der Fallkurve zu gewinnen, verwendete *Odén* ein graphisches Verfahren.

Vollständigkeitshalber wird nun auf Seite 146—148 gezeigt, daß bei dem beschriebenen Apparat auch der zweite Differentialquotient rein rechnerisch zu erhalten ist. Überlegt man nämlich, daß auch $f'(n)$ eine ganze rationale Funktion zweiten Grades von n ist, so bekommt man auch $\frac{d^2n}{dt_n^2}$ in ähnlicher Weise, wie bei der ersten Ableitung verfahren wurde; dementsprechend ist

$$\frac{d^2n}{dt_n^2} = - \frac{t_{n+2} + t_{n-2} - 2t_n}{4} \cdot \left[\frac{2}{t_{n+1} - t_{n-1}} \right]^3$$

(Siehe hierzu Abb. 14.) Um aber $\frac{d^2P(t)}{dt^2}$ zu erhalten, muß dieser Ausdruck außer ψ noch mit 10^{-4} multipliziert werden. Die Einheit nämlich, in welcher $P(t)$ gemessen wird, ist 100. Deshalb ist im Ausdruck $\frac{d^2P(t)}{dt^2}$ die Zeit nicht in Sekunden, sondern in 100 Sekunden einzusetzen. Dies führt dazu, daß bei der zahlenmäßigen Berechnung des zweiten Differentialquotienten dessen Wert noch mit 10^{-4} multipliziert werden muß, da die Zeit (dt_n) in der zweiten Potenz im Nenner vorkommt. Es ist demgemäß

$$\frac{d^2P(t)}{dt^2} = - \psi \cdot 10^{-4} \cdot \frac{t_{n+2} + t_{n-2} - 2t_n}{4} \cdot \left[\frac{2}{t_{n+1} - t_{n-1}} \right]^3$$

Der *Odén'sche* Ausdruck lautet also in unserem Fall:

$$F(r_n) = 2 \cdot 10^{-4} \cdot \psi \cdot \sqrt{\frac{C}{h}} \cdot t_n^{5/2} \cdot \frac{t_{n+2} + t_{n-2} - 2t_n}{4} \cdot \left[\frac{2}{t_{n+1} - t_{n-1}} \right]^3$$

wo der Wert $F(r_n)$ sich auf den Punkt t_n bezieht. Das Glied $2 \cdot 10^{-4} \cdot \psi \cdot \sqrt{\frac{C}{h}}$ ist natürlich innerhalb einer Probe für sämtliche Punkte konstant.

Werden die Partikelchen als kugelförmig betrachtet, so erhält man innerhalb eines Intervalls, in welchem r_n als konstant betrachtet wird, durch Dividieren des Wertes $F(r_n)$ durch $4/3 \cdot r^3 \cdot \pi \cdot d_1$ die Anzahl der zum Intervall gehörenden Partikelchen $[N(r_n)]$.

Abb. 17 und 18 zeigen die so erhaltenen Verteilungskurven, Tab. 2 umfaßt die diesbezüglichen errechneten Werte.

Man kann die Verteilung des Systems natürlich auch bloß mit Hilfe der ersten Differentialquotienten der Fallkurve berechnen, indem man die

zwischen den einzelnen registrierten Punkten fallenden und mittels der Formel 11 berechneten Fraktionen $q_n - q_m$ (siehe Abb. 2a.) als Funktion des entsprechenden $r_n - r_m$ Korngrößenintervalles in Form von rechteckigen Oberflächen darstellt. Ähnlicherweise haben schon G. Krauss und J. Danzl die Zusammensetzung verschiedener Böden veranschaulicht (31). Die Grundlinien dieser Rechtecke sind durch die Länge zwischen r_n und r_m , die Höhe daher durch $\frac{q_n - q_m}{r_n - r_m}$ gegeben. Wird $1 \mu = 1 \text{ cm}$ gesetzt, so ist dadurch die so erhaltene Höhe auch in cm ausgedrückt.

Man berechnet die einzelnen r -Werte mittels der Formel 4, wobei die Konstante C aus der Formel 2, bzw. 1 zu berechnen ist. (Im vorliegenden Beispiel siehe Formel 14. und Tab. 3.)

Die Breiten der einzelnen Rechtecke sind natürlich verschieden. Um eine leichte Vergleichung der Verteilung zweier in dieser Form dargestellten Systeme zu ermöglichen, können statt der verschieden breiten Rechtecken solche mit gleicher, und zwar mit je einer der Radiuszunahme von 1μ entsprechenden Breite von 1 cm verwendet werden. Die bei dieser Operation sich verändernde Höhe der neuen Rechtecke wird gemäß Abb. 19 aus der durch die neue Rechtecke (volle Linie) aus der vorherigen (gestrichelte Linie) ausgeschnittenen Oberfläche berechnet. Nachdem nun jedes Rechteck eine Grundlinie von 1 cm (entsprechend 1μ) besitzt, so sind erstens: die in cm^2 ausgedrückten Flächeninhalte und die in cm erhaltenen Höhen hinsichtlich der absoluten Zahl identisch; zweitens: nachdem gemäß dem angewendeten Maßstabe $1 \text{ cm}^2 = 1\%$ ist, bedeuten die in cm ausgedrückten Höhen der Rechtecke gleichzeitig %-Zahlen.

Die Vergleichung der Verteilung von verschiedenen Proben geschieht also einfach durch die innerhalb der beliebigen Korngrößenintervall adierten Höhen der Rechtecken.

Tab. 3 umfaßt die so berechneten Werte bezüglich der auch im vorigen Verfahren benützten Probe aus 0—5 cm Tiefe des Szikbodens, wobei die in der letzten Kolonne enthaltenen Zahlen, die in cm^2 ausgedrückten Oberflächen der nun schon von μ zu μ dargestellten Rechtecke, im Sinne der obigen Ausführungen zugleich %-Zahlen bedeuten.

In Fig. 20a. ist die Verteilung dieser Probe neben der Verteilung einer anderen, gleichfalls aus diesem Profil herrührenden Probe b. (Akkumulationshorizont, 20—30 cm Tiefe) graphisch veranschaulicht.

Die Verteilung eines Systems wird natürlich meistens nur im Falle besonderer wissenschaftlicher Forschungen dargestellt (3., 24., 25.), wobei die größte Genauigkeit und oft eine erhebliche Detaillierung notwendig ist. Bei dem beschriebenen Apparat werden diese Forderungen durch die Verhinderung der fehlerhaften Sedimentation, die exakte Zeit-, bzw. Gewichtsregistrierung und das rechnerische Auswertungsverfahren erfüllt.

*

Die Arbeit wurde im Institut für Forstchemie der kgl. ung. Palatin Joseph-Universität für technische und Wirtschaftswissenschaften durchgeführt und vom kgl. ung. Gewerbe- und Handelsministerium unterstützt.*) Demzufolge möchte ich verbindlichsten Dank sagen den Herrn Professoren *St. Vági* und *Dr. K. Roth von Telegd* für die gütige Unterstützung.

Die Versuchsergebnisse habe ich als Stipendiat des Mitteleuropäischen Wirtschaftstages im von Herrn Prof. *Dr. G. Krauss* geleiteten Institut für Bodenkunde und Standortslehre der Forstlichen Versuchsanstalt an der Universität München ausgewertet und zusammengestellt. Ich möchte nicht versäumen für die mir gegenüber erwiesene Freundlichkeit, sowie Herrn Regierungschemierat *Dr. H. Sallinger* für die wertvollen Ratschläge am wärmsten zu danken.

*) Von der Abteilung für Berg-, Hütten- und Forstingenieure der kön. ung. Palatin Josef-Universität für technische und Wirtschaftswissenschaften im Jahre 1938 genehmigte Dissertation.

Összehasonlító regionális vizsgálatok a magyar fa fűtőhatásáról.

Írta: *Dr. Fehér Dániel.*

A m. kir. József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Növényteni Intézetéből.

Bevezetés.

A magyarországi fafajok fűtőhatására vonatkozólag összefoglaló és a kérdés egész komplexumát felölelő vizsgálatok nem igen állanak a rendelkezésünkre. *Krippel* „Erdőhasználatán” (1.) c. munkájában találunk ugyan tájékoztató adatokat, amelyeknek az alapján állították össze az Erdőmérnöki Segédtabláknak a fák fűtőhatására vonatkozó táblázatát is, azonban ezek az adatok többnyire külföldi és nem hazai fákon végzett vizsgálatok eredményei.

Az idevonatkozó külföldi vizsgálatok közül elsősorban *Fabricius* és *Gross* (4.) vizsgálatait szeretném megemlíteni, amelyeket megelőzőleg már *Kienitz* (5.) is közölt adatokat. A *Lorey*-féle nagy összefoglaló munkában *Dietrich* (6.) és *Leiningen Westenburg* (7.) is közölnek idevonatkozólag igen hasznos adatokat.

Minthogy mindezek az adatok külföldön termett fák fűtőhatásának vizsgálatára szorítkoznak, a magyar fák fűtőhatásának vizsgálata olyan feladat volt, amelyet már a magyar erdőgazdaság fokozatos fejlődésére való tekintettel is minél előbb el kellett kezdeni. E célból már 1933-ban megkezdtem a munkálatokat mégpedig olyan módon, hogy a magyarországi nagyobb erdőbirtokosok támogatásával igyekeztem a szükséges anyagot beszerezni és a tömeges vizsgálatokat elvégezni. Nagyon sokat köszönhetek a Magyar Erdőbirtokosok Faértékesítő Szövetkezetének, különösen pedig a szövetkezet vezérigazgatójának, *Véssey Ferencnek*, aki a vizsgálatok megindításakor hathatósan támogatott. De hálásan kell megemlékeznem a Magyar kir. Földművelésügyi Minisztériumról és a többi erdőbirtokosról is, akiket a kísérleti területek leírásánál részletesen felsorolok, mert mindnyáján a legjobb tehetségük szerint igyekeztek ezeknek a kiterjedt vizsgálatoknak az elvégzését lehetővé tenni.

A kísérleti területek leírása.

A kísérleti területeket úgy választottuk meg, hogy azok között Magyarország összes fontosabb erdővidékei a legfontosabb fafajaikkal és választékaikkal termőhelyi osztályok szerint képviselve vannak. Azokat az erdőbirtokokat, amelyekre a vizsgálatokat kiterjesztettük, a legfontosabb termőhelyi adatok felsorolásával az 1. sz. táblázat tartalmazza. A kísérleti területek földrajzi elosztását pedig ugyancsak erdőbirtokosok szerint az 1. sz. kép mutatja.

A vizsgálati módszerek.

A fa fűtőhatása, azaz a fa elégetésével fejlesztett hőnek hőegységekben kifejezett mennyisége, az ú. n. *elméleti alsó fűtőhatás*. Hőegységül a gyakorlatban a kilogrammkalóriát (k) használjuk, de lehet a kilókalóriát (kk = 1000 k) is használni.

A vizsgálati módszereinknél a kalóriás vizsgálatoknál általában alkalmazott elveket tartottuk szem előtt. Az elégetés platinával bélelt *Berthelot*-bombában történt, a kiszámítást pedig a következőképpen végeztük:

Először meghatároztuk a próbadarabok víztartalmát 105 C^o-nál törént állandó súlyig való szárítással. Azután megmértük absz. száraz állapotban a próbadarabok fajsúlyát. A kalorimetrikus vizsgálatok céljaira a kiszárított próbadarabokat megőröltük, összesajtoltuk, ismét szárítottuk absz. száraz állapotig, majd megmértük és azután a bombában elégettük. A gyújtást kapcsolótábláról irányított elektromos árammal végeztük. A bombában a gyújtás végrehajtására vékony platinadrótot használtunk, míg a közvetítésre a szokásos, ismert hőmérőjű gyapotszálát, amely összekötötte a platinadrótot a próbadarabbal és ez utóbbit tulajdonképpen lángra lobbantotta. A hőmérsékletnek megfelelő időszakokban való leolvasása, ezeknek az időszakoknak a számításnál való figyelembevétele, a víz egyenletes keverése az irodalomban részletesen leírt elvek alapján történt. (8., 9.)

A fűtőhatást a következő egyenlet szerint számítottuk:

$$C = (W + W_{\text{ü}}) T_{\text{kor}} - (a + b + c)$$

ahol C jelenti a kérdéses anyag fűtőhatását, W a kaloriméterben használt vízmennyiséget, $W_{\text{ü}}$ az üres kaloriméter vízértékét, T a bekövetkezett hőmérséklet emelkedést, a az alkalmazott gyapotszál fűtőértékét, b pedig az égetésnél keletkezett salétromsav képződési hőjét. Az így nyert eredményből, amely az abszolút, illetve az ú. n. felső fűtőhatást adja, vontuk azután le a bombában az elégetés alatt keletkezett víz párolgási hőjét (c). Ezeket az értékeket az irodalomban közismert módszerek szerint határoztuk meg. (4., 8., 9.) A hőemelkedést T -t pedig az ismert *Regnault—Pfaund-*



1. ábra.

1. sz. táblázat. — Tabelle 1.

Sorszám Nr.	Származási hely Standort	Talaj Boden	Fafaj Holzart
	<i>Faértékesítő R.-T. Holzverwertungs A.-G.</i>	kötött bindig	
1	Ajka	Lf.	F.
2	Alsógalla	Cs, T.	Ze, Ei.
3	Baj	B, Gy, K, É, H.	Bu, Wbu, E, Er, Li.
4	Bánhida	B, Cs, Gy, Sz, T, H.	Bu, Ze, Wbu, U, Ei, Li.
5	Buják	Cs, T.	Ze, Ei.
6	Bükkösd	Cserezs.	K.
7	Csákvár	É.	Er.
8	Dad	T.	Ei.
9	Kabhegy	B, Cs, Gy, T, H, Ef, Ff, Lf.	Bu, Ze, Wbu, Ei, Li, Wki, Schki, F.
10	Környe	B, Cs, Gy, J, K, T, H, É.	Bu, Ze, Wb, A, E, Ei, Li, Er.
11	Mezőkövesd	B.	Bu.
12	Pannonhalma	Cs, T.	Ze, Ei.
13	Szilvásvárad	B, Cs, Gy, Sz, T.	Bu, Ze, Wbu, U, Ei.
14	Tolna	Cs, T.	Ze, Ei.
15	Vértés	Cs, T.	Ze, Ei.
16	Uzsa	B, Cs, Gy, J, K, Sz, T, É, H.	Bu, Ze, Ka, Wbu, A, E, U, Ei, Er, Li.
17	Zirc	B, Cs, Gy.	Bu, Ze, Wbu.
	<i>Miskolci Erdőgazg. Forstdirektion Miskolc.</i>	„	
18		B, Cs, Gy, J, T.	Bu, Ze, Wbu, A, Ei.
	<i>Gróf Károlyi Uradalom. Forst dir. Graf Károlyi.</i>	„	
19	Füzérkamlós	B, T.	Bu, Ei.
20	Kemencepatak	B, T, Nyi.	Bu, Ei, Bi.
	<i>Egri Érsekség. Erzbischoftum Eger.</i>	„	
21	Egerbakta	Cs, T.	Ze, Ei.
22	Felnémet	Cs, Gy, T, É, F.	Ze, Wbu, Ei, Er, W.
23	Felsőtárkány	B, Cs, Gy, J, Sz, T, É.	Bu, Ze, Wbu, A, U, Ei, Er.
	<i>Salgótarjáni Kőszénbá- nya R.-T. — Kohlen- bergwerksgesellschaft Salgótarján.</i>	„	
24		A, B, T.	R, Bu, Ei.
	<i>Gyöngyös Város. Stadt Gyöngyös.</i>	„	
25		B, T.	Bu, Ei.
	<i>Gödöllői Erdőgazg. Forstdirektion Gödöllő</i>	„	
26	Galgamácsa	Cs, T.	Ze, Ei.
27	Isaszeg	A, Gy, T, Ff.	R, Wbu, Ei, Schk.
28	Visegrád	B, Cs, Gy, T.	Bu, Ze, Wbu, Ei.
	<i>Sopron Város. Stadt Sopron.</i>	„	
29		Gy, T, É, Nyi, Ef, Ff, Lf, Vf.	Wbu, Ei, Er, Bi, Wki, Schki, F, Lă.

Sorszám Nr.	Származási hely Standort	Talaj Boden	Fafaj Holzart
	<i>Esterházy Uradalom. Forstdir. Fürst Esterházy.</i>		
30	Fertőendréd	kötött bindig	Cs. Ze.
31	Gyulaaj	"	Cs. Ze.
32	Kapuvár	"	É. Er.
33	Kardosfa	"	Cs, T. Ze, Ei.
34	Kisvaszar	"	B. Bu.
35	Lenti	"	Cs. Ze.
36	Tamási	"	B, Cs, Cseresz., Gy, J, Bu, Ze, K, Wbu, A, E, K, Sz, T, É, Nyá, Ef. U, Ei, Er, P, Wki.
37	<i>Kőszeg Város. Stadt Kőszeg.</i>	"	B, T, Ef. Bu, Ei, Wki.
	<i>Festetics Uradalom. Forstd. Fürst Festetics.</i>		
38	Keszthely	"	B, Cs, Gy, T, É, Ef, Ff. Bu, Ze, Wbu, Ei, Er, Wki, Schki.
	<i>Pécsi püspöki Urad. Bischöfl. Forstamt Pécs.</i>		
39	Kárász	"	B, Cs, Gy, T, Nyá. Bu, Ze, Wbu, Ei, P.
40	<i>Pécsvárad Erdőhivatal. Forstamt Pécsvárad.</i>	"	B, Cs, Gy, T. Bu, Ze, Wbu, Ei.
	<i>Coburg hercegi Urad. Forstdir. Fürst Coburg.</i>	homok	
41	Pusztavacs	Sand	Á, T, Nyá. R, Ei, P.
42	<i>Kecskemét Város. Stadt Kecskemét.</i>	"	Á, K, T, Nyá. R, E, Ei, P.
43	<i>Szeged Város. Stadt Szeged.</i>	"	Á, Ef. R, Wki.
	<i>Pallavicini Uradalom. Forstamt Graf Pallavicini.</i>		
44	Szeged	"	Á, J, T, F, Nyi. R, A, Ei, W, Bi.
45	<i>Debrecen Város. Stadt Debrecen.</i>	"	Á, T, F, Nyá, Ef, Ff. R, Ei, W, P, Wki, Schki.

Rövidítések: A = Akác, B = Bükk, Cs = Cser, Cseresz. = Cseresznye, G = Gesztenye, Gy = Gyertyán, J = Juhar, K = Kőrös, Sz = Szil, T = Tölgy, É = Éger, F = Fűz, H = Hárs, Nyá = Nyár, Nyi = Nyír, Ef = Erdeifenyő, Ff. = Feketeenyő, Lf = Lúcienyő, Vf = Vörösfenyő.

Abkürzungen: A = Ahorn, Bi = Birke, Bu = Buche, E = Esche, Ei = Eiche, Er = Erle, F = Fichte, K = Kirsche, Ka = Kastanie, Lā = Lärche, L = Linde, P = Pappel, R = Robinie, Schki = Schwarzkiefer, W = Weide, Wbu = Weißbuche, Wki = Weißkiefer, U = Ulme, Ze = Zerreiche.

ler-féle egyenlettel számítottuk ki. Így nyertük az ú. n. elméleti alsó fűtőhatást. A fajsúlyt egy *Amsler*-féle higanyos készülékkel határoztuk meg.

A fák kalorimétrikus vizsgálatánál két eljárást követhetünk. Az egyik a fák elemi analizise útján állapítja meg a fűtőhatást az ismert *Dulong*-féle képlet alapján, ahol

$$F = \frac{8100 C + 29000 \left(H - \frac{O}{8}\right) + 2500 S - 600 W}{100}$$

ahol *C* a szén, *H* a hidrogént, *O* az oxigént, *S* a ként és *W* a víztartalmat jelenti százalékban. Ezt az egyenletet használják a szének fűtőhatásának megállapítására is. A fákra vonatkozólag a képlet általában a nyert, fontosabb átlagadatok alapján *Schwachhöfer* szerint a következőképpen alakul:

$$F = \frac{8100 \times 49.6 + 29.000 \times \left(6.1 - \frac{43.8}{8}\right)}{100} = 4200 \text{ kalória}$$

A kalorimétrikus vizsgálatok eddig ismert átlagértékei azonban ennél többször magasabb értéket mutatnak. Okát ennek ma még pontosan nem tudjuk.*) Ezért helyesebbnek tartottam a közvetlen fűtőhatás mérését, amely gyakorlati szempontból az erdőgazdát legjobban érdekli, s amelyet *Fabricius* és *Gross* is alkalmaztak.

Az elemi analízisnek és a kalorimétrikus égetéseknek párhuzamos munkáját az anyag nagy terjedelme következtében lehetetlen volt elvégezni. A kérdés lényege azonban az abszolút száraz fa fűtőhatásán és fajsúlyán van. A fajsúlyt, amely a fa szilárd alkotórészeinek az üregekhez való viszonyát e mellett a fatest építőanyagának a minőségét és mennyiségét is magában foglalja, elsősorban a termőhely befolyásolja. Az utóbbinak sajátosságai ez úton jutnak legközvetlenebbül kifejezésre. A megvizsgált anyag elméletileg vett legnagyobb hőenergia kifejtését természetesen az égetésnél keletkezett víz párolgási hőjének figyelembevétele nélkül megadott ú. n. felső fűtőhatás fejezi ki. Az égetésnél a víz, a szerves vegyületek, és így elsősorban a cellulóz égésénél a *H*-nek *O*-el való egyesülésekor keletkezik.

Miután pedig a fák vagy a szének fűtési célból való elégetésénél ez a víz keletkezésekor gőzzé válik és ezért a keletkezett hőenergia egy részét elvonja, így gyakorlati szempontból ennek az értékét a felső fűtőhatás értékéből le kell vonni. Meghatározását egységes eljárás céljából a *Fabricius* és *Gross* által követett elvek szerint végeztük. (4.)

A fák abszolút száraz állapotban mért alsó fűtőhatásából azután a különböző víztartalommal (*q*%) bíró fák alsó fűtőhatását (*F_q*) a következő képlet segítségével számítottuk ki:

*) Lásd idevonatkozólag *Fabricius* és *Gross* megjegyzéseit is. (4.)

$$Fq = F_0(1 - 0.0q) - 600 \cdot 0.0q$$

ahol Fq a bizonyos $q\%$ vizet tartalmazó fa fűtőhatását, F_0 az abszolút száraz fa fűtőhatását, q pedig a fának a benne lévő vízzel együtt értett súlyának %-ban kifejezett víztartalmát jelenti. Egy kg víz elpárologtatásához 637 kg kalória szükséges. Gyakorlati szempontból azonban rendszerint kerekén 600 kalóriát szoktak számításba venni.

1 tömörköbdeciméter fa fűtőhatása

$$f = F_x \gamma, \quad \text{ahol}$$

F = a fa súlyára vonatkoztatott fűtőhatása és a fa fajsúlya (γ) is ugyanakkora víztartalomra kell vonatkozzék, amelyre a térfogatra vonatkozó fűtőhatást ki akarjuk számítani.

1 ürköbdeciméter fa fűtőhatása pedig

$$f' = f \cdot 0.0 t$$

ahol t = az ürméter tömőrfatartalmú százaléka.

Az eredmények összehasonlító tárgyalása.

Mielőtt vizsgálati eredményeim részletes tárgyalására rátérnék, néhány, az eredmények mérlegeléséhez szükséges általános tudnivalót szeretnék megbeszélni.

A fák fűtőhatását illetőleg különbséget kell tennünk a lobbanékony-ság és a fűtőhatás között. A lobbanékony-ság szoros összefüggésben van azzal a körülménnyel, hogy az illető próbadarab, milyen felüleleten érintkezik a levegővel. A kis fajsúlyú, erősen üreges fák, amelyek a levegő oxigénjével való érintkezés számára nagy felületet nyújtanak, sokkal hamarabb lobbannak lángra, mint a nehezebb és tömörebb keményfák. Ezért a fenyőfák lobbanékony-sága mindig nagyobb, mint a lágyfáké és ezeké nagyobb, mint a keményfáké. Nagyon természetesen, amennyiben a fenyőfák fájában olyan anyagok is előfordulnak, amelyek önmagukban véve is lobbanékonyabbak, pl. gyanta, éterikus olajok stb., ezeknek a lobbanékony-sága e körülmény folytán is nagyobb. Miután pedig ezeknek az anyagoknak önmagukba véve nagyobb a fűtőhatásuk is, mint a fának, világos, hogy ez a körülmény a fenyőfák abszolút száraz állapotban vett fűtőhatását is fokozni fogja.

Általában, ha száraz fát veszünk alapul, a fűtőhatás megítélésénél különbséget kell tennünk súly és térfogat egységre vonatkoztatott fűtőhatás között. A lombfák súlyegységre vonatkoztatott fűtőhatása abszolút száraz állapotban mindig kisebb, mint a fenyőké. *Fabricius* adatai alapján a lombfák fűtőhatása, 27 fajajt véve alapul, átlag 4875 kalória. A fenyő- és

lombfák együttes átlagértéke 4550 kalória. Legkisebb értéke 4117, a legmagasabb pedig 5969 kalória volt. 15%-os víztartalom mellett pedig mérési eredményei 3409 és 4984 kalória között ingadoznak. A lombfák közül a legjobb fűtőhatást észlelte a bükkön és tölgyön, a fenyők közül pedig az erdeifenyőn. A legrosszabb fűtőhatást a gyertyánnál mérte. A tölgyre és erdeifenyőre vonatkozólag azt is beigazolta, hogy ezek fűtőértéke a korral növekedik. *Fabricius* kutatásai természetesen főleg Németországban nőtt fajokra vonatkoznak.

Gyakorlati szempontból a fák fűtőhatásának megítélésénél két fontos tényezővel kell még számolnunk. Ezek a víztartalom és a fajsúly. Száraz állapotban a keményfák víztartalmát 16%-kal, a lágyfákét és fenyőfákét pedig 17%-kal, szikkadt állapotban pedig a keményfákét 25%-kal, a lágyfákét 27%-kal, és a fenyőfákét 28%-kal vettük egyenlőnek.

A fajsúlyt a fa mindenkori víztartalma természetesen szintén befolyásolja. Minthogy mi fajsúlyméréseinket csak abszolút száraz állapotban végeztük, ezeket az adatokat száraz és szikkadt fára *Krippel* adatainak alapulvételével átszámítottuk. Természetesen a leghelyesbb eljárás az lett volna, ha nemcsak az abszolút száraz fák, hanem a különböző víztartalommal bíró fák fajsúlyát is közvetlenül megmértük volna. Azonban a vizsgálatok amúgy is kiterjedt volta mellett ez — tekintettel az így előállható hiba rendkívül kicsiny voltára — nem mutatkozott feltétlenül szükségesnek. A vizsgálatok eredményeit a táblázatokban közlöm.

Fabricius és *Gross* által közölt adatok alapulvételével *Krippel* a fontosabb fajoknak átlagos fűtőhatására az abszolút száraz állapotra a következő, eddig még nem közölt átlagadatokat számította ki (F_0). Egyben az abszolút száraz fa átlagos fajsúlyait is közlöm *Krippel* összeállítására szerint.

Keményfák (kemény lombosfák).

1. Akác	0'742	4260 k
2. Bükk	0'710	4290 k
3. Cser	0'804	4500 k
4. Gyertyán	0'790	4170 k
5. Juhar, hegyi és korai	0'644	4290 k
6. Kőris, magas	0'690	4360 k
7. Szil, mezei és hegyi	0'634	4240 k
8. Tölgy, kocsányos és kocsánytalan	0'714	4500 k
A keményfák csoportjának átlaga	0'726	4330 k
Az átlagoktól való eltérés átl. viszonyzáma	±0'12	±0'03

Lágyfák (puha, lombos fák).

9. Éger, mézgas	0'520	4420 k
10. Fűz, kecske és fehér	0'488	4330 k
11. Nyár, rezgő és fehér	0'460	4230 k
12. Nyír, fehér	0'580	4500 k
A lágyfák csoportjának átlaga	0'537	4370 k
Az átlagoktól való eltérés átl. viszonyzáma	±0'13	±0'02

Fenyőfák (puha tűlevelűek).

13. Erdeifenyő	0'496	5070 k
14. Jegenyefenyő	0'420	4650 k
15. Lúcfenyő	0'424	4730 k
16. Vörösfenyő	0'580	4470 k
A fenyőfák csoportjának átlaga	0'480	4730 k
Az átlagoktól való eltérés átl. viszonyzáma	±0'13	±0'02
Az összes fontosabb fák átlaga	0'578	4500 k
Az átlagoktól való eltérés átl. viszonyzáma	±0'15	±0'04

Ha már most ezekkel az adatokkal saját méréseink eredményeit összehasonlítjuk, megállapíthatjuk, hogy a keményfák közül az akácra, a gyertyánra, a juharra, a kőrisre és szilre vonatkozólag valamivel magasabb, míg a bükkre, a tölgyre, cserre vonatkozólag valamivel alacsonyabb fűtőhatást mértem. A lágyfák közül a nyárnál egyező, az éger, a fűz és nyírnél alacsonyabbak az általam mért adatok. A fenyőknél pedig a vörösfenyőt kivéve, valamivel alatta maradnak az én adataim a közölt átlagadatoknál. Az általam mért max. adatok azonban a fűz, a nyír és az erdeifenyő kivételével mindenütt meghaladták a közölt átlagadatokat.

A keményfák csoportjának átlaga nagyjában saját méréseim szerint 4320 k, az átlagadatokkal egyező, a lágyfák csoportjának átlaga 4227 k, a fenyőké pedig 4422 k. vagyis valamivel alacsonyabb a két utóbbi csoport a közölt átlagadatoknál. Az összes megvizsgált fafajok átlaga 4325 k, szintén valamivel alatta marad a németországi átlagadatoknak.

Ha most adataimat *Krippelnek* az Erdőmérnöki Segédtablákban közölt átlagadataival hasonlítom össze, amelyek több faját foglalnak magukban, akkor azt találjuk, hogy a cseresznye, a kőris, a tölgy, a fűz, a hárs, a nyír és a vörösfenyő általam mért átlagos fűtőhatása nagyobb a megadott átlagadatoknál. A bükk, a cser, a gyertyán, az éger, az erdeifenyő és a lúcfenyő általam mért átlagadatai kisebbek ugyan a megadott átlagadatoknál, azonban mximális értékeim meghaladják azokat. Csupán három fafajnál,

az ákácnál, a gesztenyénél és szilnél érték el adataim a közölt átlagadatokat.

Ami most már a fajsúlyadatokat illeti, ha azokat *Krippel* által összeállított átlagadatokkal összehasonlítjuk, akkor azt találjuk, hogy a kőris, a szil, a tölgy, az éger és a vörösfenyő általam kimutatott átlagadatai magasabbak, a cser, a gyertyán, a juhar, a fűz, a nyír, az erdeifenyő és a lúcfenyőnél saját átlagadataim alatta maradnak a német átlagadatoknál, míg az akácra, a bükkre és a nyárra vonatkozó adataim kb. megegyeznek a közölt átlagadatokkal.

A keményfák csoportjának átlagos fajsúlya méréseim szerint 0'719, a lágyfáké 0'499, míg a fenyőké 0'491. A két első csoport értéke valamivel alatta marad a német átlagadatoknak, míg az utolsóé valamivel magasabb.

Az egyes választékok között fűtőhatás tekintetében a vizsgálatok nem mutatnak különösebb szabályszerűséget, a hasábfának a fajsúlya azonban mindig valamivel nagyobb, mint a dorongfáé.

A vizsgálatok részletes eredményeit egyébként a 2—11. sz. táblázatok mutatják.

A 2. sz. táblázatban az abszolút száraz fára vonatkozó átlagos fajsúly és alsó fűtőhatás értékeket foglaltam össze a mért legkisebb és legnagyobb értékek megadásával. Ezeket az adatokat tehát az egy-egy fajaj vizsgálatánál elért összes mérési eredmények alapján képeztem.

A 3., 4., 5., 6., 7., 8. táblázatokban viszont a bükk, a tölgy, a csertölgy, az ákác, az éger és az erdeifenyőre vonatkozó mérési eredményeket foglaltam össze, a talajminőség, a termőhelyi osztály és a víztartalom figyelembevételével. Ezek az adatok tehát az alsó fűtőhatás értékeit mutatják, száraz és szikkadt fáknál. Ezek közlik tehát a gyakorlatilag fontos eredményeket.

Miután a próbadarabok egy részét faraktárakban vettük, a termőhelyi osztályt gyakran nem lehetett utólag megállapítani. Ebből a szempontból tehát, az itt fennforgó gyakorlatilag fontos további összefüggések felderítése céljából meg külön erre a célra eszközölt kiegészítő és összehasonlító vizsgálatokra lesz még szükség.

E táblázatok adatait tehát csak általános és tájékoztató eredményeknek kell tekintenünk.

A 10. sz. táblázatban azután a kötött és homokos erdőtalajokon nőtt fák vizsgálati eredményeit hasonlítom össze. A közölt adatok világosan mutatják, hogy ha a gyakorlatilag fontos és térfogategységre a fajsúly figyelembevételével számított alsó fűtőhatás értékeit vesszük szemügyre, úgy a kötött erdőtalajokon felnőtt fafajok ezen értékei rendszerint meghaladják a homokos erdőtalajokon termelt fafajok értékeit.

A talaj tápereje s ezzel kapcsolatosan a termőhelyi jóság elsősorban a fajsúlyon keresztül jut szabatosabb kifejezéshez. A fák száraz anyagának

összetétele a fűtőhatásra lényegesebb és szabályszerű változásokat e szempontok figyelembevételével alig mutat.

Csak akkor, amikor a fajsúlyon keresztül a térfogategységre eső anyag mennyiségét vesszük szemügyre, fogjuk a fenti összefüggéseket világosan látni. Ismételten hangsúlyozom itt is az eddigi eredmények általános tájékoztató jellegét. Messzebbmenő következtetéseket most még nem szeretnék az eddigiek alapján levonni.

Ugyanezek a megállapítások állnak a 11. sz. táblázat adataira is, amelyek általános tájékozásul a fajsúly, az elméleti alsó fűtőhatás és a termőhelyi jóság közötti összefüggéseket vannak hivatva nagy vonásokban megállapítani. Az egységes eljárás keresztülvitelének köszönhetjük, hogy — amint ez a továbbiakból kitűnik — *Fabricius* és *Gross* adatait a mi eredményeinkkel kielégítő szabatosággal hasonlíthatjuk össze.

A gyakorlat szempontjából a fűtőhatás megítélésekor figyelembe kell vennünk még a fának az eladásakor, illetőleg felhasználásakor való víztartalmát és fajsúlyát is. A táblázatban kiszámítottuk a fűtőhatást száraz állapotra (keményfánál kereken 16%-os, lágyfánál és fenyőnél 17%-os víztartalom mellett) és szikkadt állapotra (keményfánál 25%, lágyfánál 27%-os és fenyőnél 28%-os víztartalom mellett). A száraz és a szikkadt fa fajsúlyát az abszolút száraz fa fajsúlyából *Krippel* adatai alapján grafikusán számítottuk ki, hogy a száraz és a szikkadt fa térfogategység szerinti fűtőhatását megadhassuk. Kiszámítottuk az ürmérték szerinti fa fűtőhatását is, amikor a lombosfák hasábjaira vonatkozólag az ürmérték tömörfa-tartalmát 64%-ának, a fenyőfákra vonatkozólag 65%-ának, a lombosfák dorongfájára pedig kereken 58%-nak, a fenyőfákéra 64%-nak vettük.

Gyakorlati szempontból az eredmények legfontosabbát abban látjuk, hogy beigazolódott az a körülmény, hogy a termőhelyi jóság a fának a fajsúlyát és ezen keresztül azután a térfogategység szerint vett fűtőhatást is befolyásolja. Vagyis ez a megállapítás minden olyan esetre vonatkozik, amikor a tűzfát nem súly, hanem valamilyen térfogatméret szerint adjuk el. Az eredmények különben azt is mutatják, hogy mind a fajsúly, mind a fűtőhatás értékei bizonyos fokig származási helyek szerint is változnak. Amint már rámutattam, ezeknek a kérdéseknek eldöntéséhez ez a vizsgálati anyag még nem elegendő. A kötött talajokon legtöbbször mindig jobb fajsúlyt és ezen keresztül természetesen térfogategységre átszámítva jobb fűtőhatást fogunk kapni. Hogy ez a jelenség a kötött talajok nagyobb tápanyagtartalmával, illetőleg tápláló erejével függ össze, az valószínűnek látszik.

Természetesen ugyancsak gyakorlati szempontból felette fontos szerepet játszik még az eladásra kerülő fáknak a víztartalma is. Különösen nagy szerepet játszik ez a súly szerint való eladásnál, míg a térfogategység szerinti eladásnál a különbségek kisebbekké válnak.

2. sz. táblázat. — Tabelle 2.

Az összes megvizsgált tüzfaprobák átlagos határértékei fajaj és választék szerint.

Die mittleren Heizwerte der untersuchten Brennholzproben nach Holzart und Sortiment.

Sorszám Nr.	Holzart und Sortimente Fajaj és választék				Az abszolút száraz fa fajsúlya — Spez. Ge- wicht des abs. trok- kenen Holzes			Az absz. száraz fa el- méleti alsó fűtőhatára Theor. unterer Heiz- wert von 1 kg abs. trockenen Holzes		
					Min.	Max.	közép Mittel	Min.	Max.	közép Mittel
	Viszonyszám Verhältniszahl			Kaloria Kalorie						
1a	Ákác,	hasáb	Robinie,	Scheitholz	0'60	0'82	0'744	4080	4460	4266
1b	"	dorong	"	Prügelholz	0'64	0'77	0'739	4020	4470	4296
2a	Bükk,	hasáb	Buche,	Scheitholz	0'60	0'80	0'708	3910	4755	4244
2b	"	dorong	"	Prügelholz	0'61	0'76	0'690	3990	4310	4171
3a	Cser,	hasáb	Zerreiche,	Scheitholz	0'70	0'86	0'794	4000	4735	4262
3b	"	dorong	"	Prügelholz	0'68	0'85	0'761	4000	4408	4252
4	Cseresznye,	hasáb	Kirsche,	Scheitholz	—	—	0'610	4256	4272	4264
5	Gesztenye,	"	Kastanie,	"	—	—	—	—	—	4500
6a	Gyertyán,	"	Weißbuche	"	0'69	0'84	0'781	4000	4664	4279
6b	"	dorong	"	Prügelholz	0'69	0'83	0'756	3800	4756	4138
7	Juhar,	hasáb	Ahorn,	Scheitholz	0'59	0'65	0'630	4070	4665	4306
8	Köris,	"	Esche,	"	0'70	0'72	0'710	4240	4612	4402
9	Szil,	"	Ulme,	"	0'60	0'70	0'650	4270	4639	4419
10a	Tölgy,	"	Eiche,	"	0'60	0'83	0'736	3948	4802	4282
10b	"	dorong	"	Prügelholz	0'59	0'81	0'685	3990	4382	4206
11a	Éger,	hasáb	Erle,	Scheitholz	0'44	0'61	0'533	4020	4428	4234
11b	"	dorong	"	Prügelholz	0'49	0'52	0'500	4140	4390	4270
12	Fűz,	hasáb	Weide,	Scheitholz	0'40	0'52	0'460	3600	4060	3900
13	Hárs,	"	Linde,	"	—	—	—	4140	4848	4474
14a	Nyár,	"	Pappel,	"	0'36	0'51	0'456	4060	4330	4228
14b	"	dorong	"	Prügelholz	0'39	0'53	0'448	4260	4480	4334
15	Nyír,	hasáb	Birke,	Scheitholz	0'46	0'64	0'550	4220	4444	4301
16a	Erdeifenyő,	"	Weißkiefer,	"	0'40	0'53	0'479	4340	4850	4470
16b	"	dorong	"	Prügelholz	0'40	0'48	0'444	4140	4530	4408
17a	Feketefenyő,	hasáb	Schwarzkiefer,	Scheith.	0'47	0'54	0'508	4200	4480	4343
17b	"	dorong	"	Prügelholz	0'49	0'50	0'497	4200	4480	4353
18	Lúcfenyő,	hasáb	Fichte,	Scheitholz	0'37	0'38	0'375	4220	4955	4578
19	Vörösfenyő,	"	Lärche,	"	—	—	0'599	—	—	4420

Az összes megvizsgált próbák mérési eredményei alapján képezett átlagadatok.
Mittelwerte aller Prüfungsergebnisse der einzelnen Holzarten.

Legkisebb: Fűzhasáb	} 3600
Kleinster Wert: Weide-Scheitelholz	
Legnagyobb: Lúchasáb	} 4955
Größter Wert: Fichte-Scheitelholz	
Fabricius és Gross szerint. Gyertyán	} 4117
Nach Fabricius und Gross: Weißbuche	
Erdeifenyő	} 5996
Kiefer	

3. sz. táblázat. — Tabelle 3.

Bükk. — Rotbuche.

Szármarzási hely Standort	Talaj Boden	Termőhelyi osztály Standortklasse	Absz. száraz fa Abs. trockenenes Holz		Száras fa 16-17% Lufttrockenes Holz mit 16-17%			Szikkadt fa 25-28% Trockenes Holz mit 25-28%				
			Fajsúly Spez. Gewicht %	Elméleti alsó fűtőh. Theoret. unt. Heizw. F ₀	Fajsúly Spez. Gewicht γ ₁	Elméleti alsó fűtőh. Theor. unt. Heizw.			Fajsúly Spez. Gewicht γ ₂	Elméleti alsó fűtőh. Theor. unt. Heizw.		
						vom 1 kg F ₁	tömör vom 1 fest dm ³ f'	ür 1 Raum dm ³ f''		vom 1 kg F ₂	tömör vom 1 fest dm ³ f'	ür 1 Raum dm ³ f''
1. Dunántúl. — 1. Transdanubien.												
a) Hasábfá. — a) Scheitholz.												
Köszeg	kötött — bindig	I.	0.720	4200	0.761	3432	2612	1672	0.807	3000	2421	1549
Lenti		II.	0.752	4276	0.794	3494	2774	1775	0.843	3055	2595	1661
Keszthely		"	0.762	4318	0.805	3531	2842	1819	0.856	3088	2643	1692
Kisvaszar		"	0.654	4100	0.691	3348	2313	1480	0.733	2925	2144	1372
Pécsvárad		I.	0.735	4210	0.776	3440	2669	1708	0.824	3007	2478	1598
Kárász		II.	0.720	4240	0.761	3466	2638	1688	0.807	3030	2445	1565
Átlag: Durchschn.:	II-III.	0.720	4110	0.761	3356	2554	1635	0.807	2932	2366	1514	
b) Dorong. — b) Prügelholz.												
Köszeg	kötött — bindig	I.	0.700	4140	0.740	3380	2503	1452	0.785	2955	2320	1346
Lenti		I.	0.760	4080	0.803	3331	2653	1539	0.852	2886	2459	1426
Keszthely		I.	0.724	4185	0.765	3419	2616	1517	0.812	2989	2427	1408
Kárász		I.	0.670	4050	0.708	3306	2341	1358	0.751	2887	2168	1257
Átlag: Durchschn.:		II-III.	0.685	4150	0.724	3390	2454	1423	0.768	2962	2278	1321
2. Felvidék. — 2. Oberungarn.												
a) Hasábfá. — a) Scheitholz.												
Miskolc	kötött — bindig	I.	0.730	4243	0.771	3468	2674	1711	0.818	3032	2480	1587
Felsőtárkány		II-III.	0.697	4232	0.736	3459	2546	1629	0.782	3024	2365	1514
		"	0.710	4460	0.750	3650	2738	1752	0.796	3195	2543	1628
		"	0.660	4160	0.697	3398	2368	1516	0.740	2970	2199	1407
Kemencepatak		?	0.640	4100	0.676	3348	2263	1448	0.718	2925	2100	1344
Füzérkomlós		I.	0.720	4100	0.761	3348	2548	1631	0.807	2925	2360	1510
Salgótarján		IV.	0.690	4110	0.729	3356	2447	1566	0.774	2932	2269	1452
Gyöngyös		II-III.	0.700	4316	0.740	3529	2611	1671	0.785	3087	2423	1551
Visegrád	IV.	0.640	4340	0.676	3550	2400	1536	0.718	3105	2229	1427	
Átlag: Durchschn.:	I.	0.735	4120	0.776	3365	2611	1671	0.824	2940	2423	1551	
b) Dorongfa. — b) Prügelholz.												
Miskolc	kötött bindig	I.	0.690	4092	0.729	3341	2436	1413	0.774	2919	2259	1310
Átlag: Durchschn.:		II-III.	0.670	4210	0.708	3440	2436	1413	0.751	3007	2258	1310
		IV.	0.610	4300	0.644	3516	2264	1313	0.684	3075	2103	1220
Átlag: Durchschn.:												
			0.657	4201	0.694	3432	2379	1380	0.736	3000	2207	1280

4. sz. táblázat. — Tabelle 4.

Tölgy. — Eiche.

Származási hely Standort	Talaj Boden	Termőhelyi osztály Standortklasse	Absz. száraz fa Abs. trockenes Holz		Száraz fa 16-17% víztart. al. Lufttrockenes Holz mit 16-17% Wassergehalt				Szikkadt fa 25-28% víztart. al. Trockenes Holz mit 25-28% Wassergehalt				
			Fajsúly Spez. Gewicht γ_0	Elméleti alsó fűtőh. Theoret. unt. Heizw. F_0	Fajsúly Spez. Gewicht γ_1	Elméleti alsó fűtőh. Theor. unt. Heizw.			Fajsúly Spez. Gewicht γ_2	Elméleti alsó fűtőh. Theor. unt. Heizw.			
						vom 1 kg F_1	tömör vom 1 fest dm ³ F'	űr 1 Raum dm ³ F''		vom 1 kg F_2	tömör vom 1 fest dm ³ F'	űr 1 Raum dm ³ F''	
1. Dunántúl. — 1. Transdanubien.													
a) Hasábfá. — a) Scheitholz.													
Sopron	kötött — bindig	I.	0'690	4374	0'738	3578	2641	1690	0'789	3130	2470	1581	
Kőszeg		I.	0'720	4180	0'770	3415	2630	1683	0'823	2985	2457	1573	
		II—III.	0'725	4230	0'776	3457	2693	1724	0'829	3022	2505	1603	
Lenti		I.	0'720	4232	0'770	3459	2663	1704	0'823	3024	2489	1593	
Keszthely		"	0'723	4267	0'774	3488	2700	1728	0'826	3050	2519	1612	
Kardosfa		"	0'780	4140	0'837	3382	2831	1812	0'891	2955	2633	1685	
Pécsvárad		"	0'800	4210	0'856	3440	2945	1889	0'914	3007	2748	1759	
Kárász		"	0'747	4140	0'799	3382	2702	1729	0'855	2955	2527	1617	
Átlag: Durchschn.:				0'738	4222	0'790	3450	2726	1745	0'844	3016	2544	1624
b) Dorongfa. — b) Prügelholz.													
Lenti	kötött — bindig	I.	0'700	4180	0'749	3415	2558	1484	0'800	2985	2388	1385	
Kőszeg		"	0'700	4140	0'749	3382	2533	1469	0'800	2955	2364	1371	
		II—III.	0'660	4230	0'706	3457	2441	1416	0'754	3022	2279	1322	
Keszthely		I.	0'713	4233	0'763	3460	2640	1531	0'815	3024	2465	1430	
Kárász		"	0'720	4060	0'770	3314	2552	1480	0'823	2895	2383	1382	
		II—III.	0'740	4140	0'792	3382	2679	1554	0'846	2955	2500	1450	
Átlag: Durchschn.:				0'706	4164	0'755	3402	2567	1489	0'806	2973	2397	1390
2. Felvidék. — 2. Oberungarn.													
a) Hasábfá. — a) Scheitholz.													
Miskolc		kötött — bindig	I.	0'810	4230	0'868	3457	3001	1921	0'926	3022	2798	1794
	II—III.		0'750	4328	0'803	3540	2843	1820	0'857	3096	2653	1698	
	IV.		0'660	4150	0'706	3390	2393	1532	0'754	2962	2233	1429	
Felsőtárkány	I.		0'735	4470	0'786	3659	2879	1843	0'840	3202	2690	1722	
Felnémet	"		0'760	4180	0'813	3415	2776	1777	0'869	2985	2594	1660	
	II—III.		0'770	4280	0'824	3499	2883	1845	0'880	3060	2693	1724	
	IV.		0'740	4000	0'792	3264	2585	1654	0'846	2850	2411	1543	
Egerbakta	I.		0'780	4340	0'837	3550	2971	1901	0'891	3105	2767	1771	
Kemencepatak	II—III.		0'740	4260	0'792	3482	2758	1765	0'846	3045	2576	1649	
Füzérkomlós	"		0'680	4100	0'728	3348	2436	1559	0'777	2925	2272	1455	
Salgótarján	I.	0'820	4380	0'877	3583	3142	2011	0'937	3135	2937	1880		
	IV.	0'745	4340	0'798	3550	2833	1813	0'851	3105	2642	1691		
Gyöngyös	"	0'740	4237	0'792	3463	2743	1756	0'846	3028	2562	1640		
Galgamácsa	"	0'660	4260	0'706	3482	2458	1571	0'754	3045	2296	1469		
Visegrád	"	0'730	4235	0'781	3461	2703	1730	0'834	3026	2524	1615		
Isaszeg	"	0'750	4140	0'803	3382	2716	1738	0'857	2955	2532	1620		
Átlag: Durchschn.:			0'742	4246	0'794	3470	2757	1765	0'848	3034	2574	1647	

Szármaszási hely Standort	Talaj Boden	Termőhelyi osztály Standortklasse	Absz. száraz fa Abs. trockenenes Holz		Száraz fa 16-17% Lufttrockenes Holz mit 16-17% Wassergehalt			Szikkadt fa 25-28% Trockenes Holz mit 25-28% Wassergehalt					
			Fajsúly Spez. Gewicht γ ₀	Elméleti alsó fűtőh. Theoret. unt. Heizw. F ₀	Fajsúly Spez. Gewicht γ ₁	Elméleti alsó fűtőh. Theor. unt. Heizw.			Fajsúly Spez. Gewicht γ ₂	Elméleti alsó fűtőh. Theor. unt. Heizw.			
						vom 1 kg F ₁	tömör vom 1 fest dm ³ f'	ür 1 Raum dm ³ f''		vom 1 kg F ₂	tömör vom 1 fest dm ³ f'	ür 1 Raum dm ³ f''	
b) Dorongfa. — b) Prügelholz.													
Miskolc	kötött bindig	I.	0·810	4150	0·868	3390	2943	1707	0·926	2962	2743	1591	
		II—III.	0·718	4169	0·768	3406	2616	1517	0·821	2977	2444	1418	
		IV.	0·650	3990	0·696	3256	2266	1314	0·743	2842	2112	1225	
Átlag: Durchschn.:				0·726	4103	0·778	3351	2608	1513	0·830	2927	2433	1411
3. Nagy-Alföld. — 3. Große Ungarische Tiefebene.													
a) Hasábfá. — a) Scheitholz.													
Pusztavacs	homok Sand	—	0·750	4245	0·803	3469	2786	1783	0·857	3034	2600	1664	
Kecskemét		IV.	0·675	4350	0·722	3558	2569	1644	0·769	3113	2394	1532	
Debrecen		I.	0·720	4200	0·770	3432	2643	1692	0·823	3000	2469	1580	
		II—III.	0·700	4290	0·749	3508	2627	1681	0·800	3067	2454	1571	
Szeged	homok Sand	IV.	0·660	4160	0·706	3398	2399	1535	0·754	2970	2237	1432	
Átlag: Durchschn.:				0·701	4249	0·750	3473	2605	1667	0·801	3036	2431	1556
b) Dorongfa. — b) Prügelholz.													
Pusztavacs	homok Sand	II—III.	0·685	4120	0·734	3365	2470	1433	0·783	2940	2302	1335	
Kecskemét		II—III.	0·600	4320	0·642	3533	2268	1315	0·686	3090	2120	1230	
Debrecen		I.	0·660	4140	0·706	3382	2388	1385	0·754	2955	2228	1292	
Átlag: Durchschn.:				0·620	4360	0·663	3566	2364	1371	0·709	3120	2212	1283
			0·641	4235	0·686	3462	2373	1376	0·733	3026	2216	1285	
5. sz. táblázat. — Tabelle 5.													
Cser. — Zerreiche.													
1. Dunántúl. — 1. Transdanubien.													
a) Hasábfá. — a) Scheitholz.													
Fertőendréd	kötött — bindig	—	0·793	4275	0·830	3495	2901	1851	0·884	3056	2702	1729	
Lenti		—	0·800	4286	0·838	3505	2936	1879	0·892	3065	2734	1750	
Keszthely		—	0·825	4285	0·864	3504	3027	1937	0·919	3064	2816	1802	
Gyulaj		—	0·850	4080	0·890	3332	2965	1898	0·947	2910	2758	1765	
Tamási		—	0·800	4170	0·838	3407	2855	1827	0·892	2977	2655	1699	
Kardosfa		—	0·845	4070	0·885	3323	2941	1882	0·942	2902	2733	1749	
Pécsvárad		—	0·755	4300	0·791	3516	2781	1780	0·841	3075	2586	1655	
Kárász		II—III.	0·800	4147	0·838	3387	2838	1816	0·892	2960	2640	1690	
Durchschn.:				0·809	4202	0·847	3434	2906	1860	0·901	3001	2703	1730
Átlag:													
b) Dorongfa. — b) Prügelholz.													
Lenti	kötött bindig	—	0·750	4220	0·785	3451	2709	1571	0·836	3015	2521	1462	
Keszthely		—	0·788	4219	0·825	3450	2846	1651	0·878	3014	2646	1535	
Kárász		II—III.	0·720	4200	0·754	3432	2588	1501	0·802	3000	2406	1395	
Átlag: Durchschn.:			0·753	4213	0·788	3444	2714	1574	0·839	3010	2524	1464	

Származási hely Standort	Talaj Boden	Termőhelyi osztály Standortklasse	Absz. száraz fa Abs. trockenes Holz		Száras fa 16-17% víztartal. Lufttrockenes Holz mit 16-17% Wassergehalt				Szikkadt fa 25-28% víztart. Trockenes Holz mit 25-28% Wassergehalt				
			Fajsúly Spez. Gewicht γ ₀	Elméleti alsó fűtőh. Theoret. unt. Heizw. F ₀	Fajsúly Spez. Gewicht γ ₁	Elméleti alsó fűtőh. Theor. unt. Heizw.			Fajsúly Spez. Gewicht γ ₂	Elméleti alsó fűtőh. Theor. unt. Heizw.			
						vom 1 kg F ₁	tömör vom 1 fest dm ³ f'	ür 1 Raum dm ³ f''		vom 1 kg F ₂	tömör vom 1 fest dm ³ f'	ür 1 Raum dm ³ f''	
2. Felvidék. — 2. Oberungarn.													
a) Hasábfa. — a) Scheitholz.													
Miskolc	kötött — bindig	I.	0·840	4310	0·880	3524	3117	1995	0·936	3082	2885	1766	
		II—III.	0·780	4318	0·817	3531	2885	1846	0·869	3088	2683	1717	
		IV.	0·710	4310	0·744	3524	2622	1678	0·791	3082	2438	1658	
Felsőtárkány		kötött — bindig	II—III.	0·744	4320	0·779	3533	2752	1761	0·829	3090	2562	1640
Felnémet			IV.	0·720	4280	0·754	3499	2638	1688	0·802	3060	2454	1571
Egerbakta			I.	0·840	4260	0·880	3482	3084	1974	0·936	3045	2850	1824
Visegrád			—	0·710	4030	0·744	3289	2402	1537	0·791	2872	2272	1454
Isaszeg	—	0·760	4260	0·796	3482	2772	1774	0·847	3045	2579	1651		
Átlag: Durchschn.:			0·763	4261	0·799	3483	2784	1782	0·850	3046	2590	1660	
b) Dorongfa. — b) Prügelholz.													
Miskolc	kötött bindig	I.	0·830	4230	0·869	3457	3004	1742	0·925	3022	2795	1621	
		II—III.	0·743	4205	0·778	3436	2673	1550	0·828	3004	2487	1441	
		IV.	0·680	4120	0·712	3365	2396	1390	0·758	2940	2230	1293	
Átlag: Durchschn.:				0·751	4185	0·786	3419	2691	1561	0·837	2989	2504	1451
6. sz. táblázat. — Tabelle 6.													
Akác. — Robinie.													
1. Felvidék. — 2. Oberungarn.													
a) Hasábfa. — Scheitholz.													
Salgótarján	kötött bindig	—	0·740	4350	0·790	3558	2811	1799	0·844	3113	2627	1681	
Isaszeg		—	0·800	4160	0·854	3398	2902	1857	0·912	2970	2709	1734	
Átlag: Durchschn.:				0·770	4255	0·822	3478	2856	1828	0·878	3041	2668	1708
2. Nagy-Allöld — 2. Große Ungarische Tiefebene.													
a) Hasábfa. — a) Scheitholz.													
Szeged	homok Sand	I.	0·815	4180	0·870	3415	2971	1901	0·929	2985	2753	1765	
Debrecen		I.	0·740	4285	0·811	3503	2841	1690	0·867	3064	2656	1700	
		II—III.	0·640	4080	0·790	3331	2631	1684	0·844	2910	2456	1572	
Pusztavacs		"	0·690	4287	0·736	3505	2580	1651	0·787	3065	2412	1544	
Kecskemét		"	0·765	4284	0·817	3504	2863	1832	0·872	3063	2671	1709	
Átlag: Durchschn.:			0·754	4223	0·805	3452	2777	1777	0·860	3017	2590	1658	
b) Dorongfa. — b) Prügelholz.													
Debrecen	homok Sand	I.	0·747	4305	0·797	3520	2805	1627	0·852	3079	2623	1527	
		II—III.	0·750	4260	0·801	3482	2789	1618	0·855	3045	2603	1510	
Pusztavacs		"	0·640	4260	0·683	3482	2377	1379	0·743	3045	2262	1312	
Kecskemét		"	0·760	4355	0·811	3562	2889	1676	0·867	3116	2702	1567	
Durchschn.:				0·724	4295	0·773	3512	2715	1575	0·829	3071	2548	1479
Átlag:													

7. sz. táblázat. — Tabelle 7.

Éger. — Erle.

Szármasági hely Standort	Talaj Boden	Termőhelyi osztály Standortklasse	Absz. száraz fa Abs. trockenenes Holz		*Száras fa 16-17% víztartal. Lufttrockenes Holz mit 16-17% Wassergehalt				Szikkadt fa 25-28% víztartal. Trockenes Holz mit 25-28% Wassergehalt			
			Fajsúly Spez. Gewicht γ₀	Elnéleti alsó fűtőh. Theor. unt. Heizw. F₀	Fajsúly Spez. Gewicht γ₁	Elnéleti alsó fűtőh. Theor. unt. Heizw.			Fajsúly Spez. Gewicht γ₂	Elnéleti alsó fűtőh. Theor. unt. Heizw.		
						vom 1 kg	tömör vom 1 fest dm³	ür 1 Raum dm³		vom 1 kg	tömör vom 1 fest dm³	ür 1 Raum dm³
						F₁	f'	f''	F₂	F'	f'	f''
1. Dunántúl. — 1. Transdanubien.												
a) Hasábfa. — a) Scheitholz.												
Kapuvár	kötött bindig	—	0'550	4108	0'599	3308	1981	1268	0'658	2837	1867	1195
Sopron		—	0'536	4374	0'583	3528	2057	1316	0'641	3031	1943	1244
Lenti		—	0'500	4304	0'544	3470	1888	1208	0'598	2983	1784	1142
Keszthely		—	0'515	4350	0'561	3508	1968	1260	0'616	3013	1856	1188
Átlag: Durchschn.:			0'525	4284	0'572	3454	1974	1263	0'628	2966	1863	1192
b) Dorongfa. — b) Prügelholz.												
Lenti	kötött bindig	—	0'520	4390	0'566	3542	2005	1163	0'622	3043	1893	1098
Keszthely		—	0'490	4210	0'533	3392	1808	1049	0'586	2911	1706	989
Átlag: Durchschn.:				0'505	4300	0'550	3467	1907	1106	0'604	2977	1800
2. Felvidék. — 2. Oberungarn.												
Felsőtárkány	kötött bindig	—	0'610	4140	0'664	3334	2214	1417	0'729	2860	2085	1335
Felnémet		—	0'440	4440	0'479	3583	1716	1098	0'526	3079	1620	1037
Átlag: Durchschn.:				0'525	4290	0'572	3461	1965	1258	0'628	2970	1853
8. sz. táblázat. — Tabelle 8.												
Erdeifenyő. — Gemeine Kiefer (Weißkiefer).												
1. Dunántúl. — 1. Transdanubien.												
a) Hasábfa. — a) Scheitholz.												
Sopron	kötött bindig	—	0'446	4698	0'487	3797	1849	1202	0'543	3215	1746	1135
Kőszeg		I.	0'480	4420	0'525	3567	1873	1217	0'584	3014	1760	1174
Lenti		—	0'490	4380	0'535	3533	1890	1229	0'597	2986	1783	1141
Keszthely		—	0'510	4490	0'557	3625	2019	1312	0'623	3065	1909	1241
Átlag: Durchschn.:			0'482	4497	0'526	3631	1908	1240	0'587	3070	1800	1165
b) Dorongfa. — b) Prügelholz												
Kőszeg	kötött bindig	I.	0'420	4440	0'459	3583	1645	1053	0'513	3029	1554	995
Lenti		—	0'470	4140	0'513	3334	1710	1094	0'574	2813	1615	1034
Keszthely		—	0'465	4465	0'508	3604	1831	1172	0'568	3047	1734	1108
Átlag: Durchschn.:				0'452	4348	0'493	3507	1729	1106	0'552	2963	1633
2. Nagy-Altöld — 2. Große Ungarische Tiefebene.												
a) Hasábfa. — a) Scheitholz.												
Kecskemét	homok Sand	II—III.	0'400	4530	0'437	3658	1599	1039	0'489	3094	1513	983
Szeged		—	0'500	4410	0'546	3558	1943	1263	0'611	3007	1837	1194
Átlag: Durchschn.:				0'450	4470	0'492	3608	1771	1152	0'550	3051	1675

9. sz. táblázat — Tabelle 9.

Származási hely Standort	Talaj Boden	Ternőhelyi osztály Standortsklasse	Absz. száraz fa Abs. trockenes Holz				Száras fa 16-17% víztartalommal, Lufttrockenes Holz mit 16-17% Wassergehalt				Szikkadt fa 25-28% víztartalommal, Trockenes Holz mit 25-28% Wassergehalt			
			Elméleti alsó fűtőh. Theoret. unt. Heizw.		Elméleti alsó fűtőh. Theor. unt. Heizw.		Elméleti alsó fűtőh. Theor. unt. Heizw.		Elméleti alsó fűtőh. Theor. unt. Heizw.		Elméleti alsó fűtőh. Theor. unt. Heizw.		Elméleti alsó fűtőh. Theor. unt. Heizw.	
			F ₀	F ₁	F ₀	F ₁	F ₀	F ₁	F ₀	F ₁	F ₀	F ₁	F ₀	F ₁
			γ_0	γ_1	γ_0	γ_1	γ_0	γ_1	γ_0	γ_1	γ_0	γ_1	γ_0	γ_1
			Spez. Gewicht		Spez. Gewicht		Spez. Gewicht		Spez. Gewicht		Spez. Gewicht		Spez. Gewicht	
			dm ³ vom 1 fest		dm ³ vom 1 fest		dm ³ vom 1 fest		dm ³ vom 1 fest		dm ³ vom 1 fest		dm ³ vom 1 fest	
			f' f''		f' f''		f' f''		f' f''		f' f''		f' f''	
			dm ³ Raum		dm ³ Raum		dm ³ Raum		dm ³ Raum		dm ³ Raum		dm ³ Raum	
			F ₂		F ₂		F ₂		F ₂		F ₂		F ₂	
			kg		kg		kg		kg		kg		kg	
			%		%		%		%		%		%	

Akác. — Robinie.	
a) Hasábfá. — a) Scheitholz.	
kötött — bindig	I-IV. 0.770 4255 0.822 3478 2856 1828 0.878 3041 2668 1708
homok — Sand	I-IV. 0.754 4223 0.805 3452 2777 1777 0.860 3017 2590 1658
Átlag — Durchschnittl.	0.762 4239 0.813 3465 2818 1804 0.869 3029 2629 1683
b) Dorongfa. — b) Prügelholz.	
homok — Sand	II-IV. 0.724 4295 0.773 3512 2715 1575 0.829 3071 2548 1479
Bükk. — Rotbuche.	
a) Hasábfá. — a) Scheitholz.	
kötött — bindig	I-II. 0.723 4208 0.764 3438 2629 1682 0.811 3005 2442 1564
kötött — bindig	I-III. 0.692 4218 0.731 3447 2521 1613 0.776 3014 2339 1497
Átlag — Durchschnittl.	0.707 4213 0.747 3443 2575 1647 0.793 3010 2391 1530
b) Dorongfa. — b) Prügelholz.	
kötött — bindig	I-II. 0.708 4121 0.748 3366 2518 1458 0.794 2936 2330 1352
kötött — bindig	I-III. 0.657 4201 0.694 3432 2379 1380 0.736 3000 2207 1280
Átlag — Durchschnittl.	0.682 4161 0.721 3399 2448 1419 0.765 2968 2269 1316
Cser. — Zerreiche.	
a) Hasábfá. — a) Scheitholz.	
kötött — bindig	I-II. 0.809 4202 0.847 3434 2906 1860 0.901 3001 2703 1730
kötött — bindig	I-IV. 0.763 4261 0.799 3483 2784 1782 0.850 3046 2590 1660
Átlag — Durchschnittl.	0.786 4231 0.823 3458 2845 1821 0.875 3023 2646 1695

Dunántúl — Transdanubien	b) Dorongfa. — b) Prügelholz.	I—II.	0-753	4213	0-788	3444	2714	1574	0-839	3010	2524	1464
Felvidék — Ober-Ungarn	I—IV.	0-751	4185	0-786	3419	2691	1561	0-837	2989	2504	1451	
Átlag — Durchschnittl.		0-752	4199	0-787	3431	2702	1567	0-838	2999	2514	1457	
<i>Tölgy. — Eiche.</i>												
a) Hasábfá. — a) Scheitholz.												
Dunántúl — Transdanubien	I—II.	0-738	4222	0-790	3450	2726	1745	0-844	3016	2544	1624	
Felvidék — Ober-Ungarn	I—IV.	0-742	4246	0-794	3470	2757	1765	0-848	3034	2574	1647	
Nagy Magyar Alföld — Große Ungarische Tiefebene	II—IV.	0-701	4249	0-750	3473	2605	1667	0-801	3036	2431	1556	
Átlag — Durchschnittl.		0-727	4239	0-778	3464	2696	1725	0-831	3029	2516	1609	
b) Dorongfa. — b) Prügelholz.												
Dunántúl — Transdanubien	I—II.	0-706	4164	0-757	3402	2567	1489	0-806	2973	2397	1390	
Felvidék — Ober-Ungarn	I—IV.	0-726	4103	0-778	3351	2608	1513	0-830	2927	2433	1411	
Nagy Magyar Alföld — Große Ungarische Tiefebene	I—III.	0-641	4235	0-686	3462	2373	1376	0-733	3026	2216	1285	
Átlag — Durchschnittl.		0-691	4167	0-740	3405	2516	1459	0-789	2975	2348	1362	
<i>Éger. — Schwarzerle.</i>												
a) Hasábfá. — a) Scheitholz.												
Dunántúl — Transdanubien		0-525	4284	0-572	3454	1974	1263	0-628	2966	1863	1192	
Felvidék — Ober-Ungarn		0-525	4290	0-572	3461	1965	1258	0-628	2970	1853	1186	
Átlag — Durchschnittl.		0-525	4287	0-572	3457	1969	1260	0-628	2968	1858	1189	
b) Dorongfa. — b) Prügelholz.												
Dunántúl — Transdanubien		0-505	4300	0-550	3467	1907	1106	0-604	2977	1800	1049	
<i>Erdeifenyő. — Gemeine Kiefer.</i>												
a) Hasábfá. — a) Scheitholz.												
Dunántúl — Transdanubien	I—II.	0-482	4497	0-526	3631	1908	1240	0-587	3070	1800	1165	
Nagy Magyar Alföld — Große Ungarische Tiefebene	II—III.	0-450	4470	0-492	3608	1771	1152	0-550	3051	1675	1088	
Átlag — Durchschnittl.		0-466	4483	0-509	3619	1839	1196	0-568	3060	1737	1126	
b) Dorongfa. — b) Prügelholz.												
Dunántúl — Transdanubien	I—II.	0-452	4348	0-493	3507	1729	1106	0-552	2963	1633	1046	

10. sz. táblázat. — Tabelle 10.

A fajsúly és az elméleti alsó fűtőhatás átlagos értékei kötött és homokos talajon.
Die durchschnittlichen spezifischen Gewichte und die theoretischen Heizwerte der einzelnen Holzarten auf bindigen und sandigen Böden.

Sorszám Nr.	Fafaj és választék — Holzart und Sortimente	Kötött talajon Auf bindigen Boden			Homokon Auf Sandboden		
		Fajsúly Spez. Gewicht	Elméleti alsó fűtőhat. Theor. untere Heizw.	Kγ ₀	Fajsúly Spez. Gewicht	Elméleti alsó fűtőhat. Theor. untere Heizw.	Kγ ₀
		γ ₀	Kal.	Kγ ₀	γ ₀	Kal.	Kγ ₀
1	Akác — Robinie						
	Hasábfá — Scheitholz	0·770	4255	3276	0·754	4223	3184
2a	Tölgy — Eiche						
	Hasábfá — Scheitholz	0·740	4234	3133	0·701	4249	2979
2b	Tölgy — Eiche						
	Dorongfa — Prügelholz	0·716	4134	2960	0·640	4235	2715
3	Nyár — Pappel						
	Hasábfá — Scheitholz	0·550	4188	2303	0·444	4236	1881
4	Erdeifenyő — Weißkiefer						
	Hasábfá — Scheitholz	0·482	4497	2168	0·450	4470	2012
5	Feketefenyő — Schwarzkiefer						
	Hasábfá — Scheitholz	0·520	4358	2266	0·470	4260	2002

11. sz. táblázat. — Tabelle 11.

A fajsúly és az elméleti alsó fűtőhatás értékei származási hely és termőhelyi osztályok szerint.

Die durchschnittlichen Werte des spezifischen Gewichtes und des theoretischen unterer Heizwertes nach Gebieten und Standortklassen.

Termőhelyi osztály Standortklasse	Abszolút száraz fa Absolut trockenes Holz			Termőhelyi osztály Standortklasse	Abszolút száraz fa Absolut trockenes Holz			
	Fajsúly Spez. Gewicht	Elméleti alsó fűtőh. Theor. u. Heizwert	Kγ ₀		Fajsúly Spez. Gewicht	Elméleti alsó fűtőh. Theor. u. Heizwert	Kγ ₀	
<i>Tölgy. — Eiche.</i>				<i>2. Felvidék. — 2. Oberungarn.</i>				
<i>1. Dunántúl. — 1. Transdanubien.</i>				<i>a) Hasábfá. — a) Scheitholz.</i>				
	I.	0·748	4195	3138	I.	0·781	4320	3374
	II—III.	0·725	4230	3067	II—III.	0·753	4289	3230
					IV.	0·715	4163	2977
	<i>b) Dorongfa. — b) Prügelholz.</i>				<i>b) Dorongfa. — b) Prügelholz.</i>			
	I.	0·708	4153	2840	I.	0·810	4150	3362
	II—III.	0·700	4185	2930	II—III.	0·718	4169	2993
					IV.	0·650	3990	2594

Termőhelyi osztály Standortklasse	Abszolút száraz fa Absolut trockenenes Holz			Termőhelyi osztály Standortklasse	Abszolút száraz fa Absolut trockenenes Holz		
	Fajsúly Spez. Gewicht	Elméleti alsó fűtőh. Theor. u. Heizwert	K _γ		Fajsúly Spez. Gewicht	Elméleti alsó fűtőh. Theor. u. Heizwert	K _γ
3. Nagy-Alföld. —				Cser. — Zerreiche.			
3. Große Ungarische Tiefebene.				1. Dunántúl. — 1. Transdanubien.			
a) Hasábfa. — a) Scheitholz.				a) Hasábfa. — a) Scheitholz.			
I.	0·720	4200	3024	II—III.	0·800	4147	3318
II—III.	0·700	4290	3003	b) Dorongfa. — b) Prügelholz.			
IV.	0·667	4255	2838	II—III.	0·720	4200	3024
b) Dorongfa. — b) Prügelholz.				2. Felvidék. — 2. Oberungarn.			
I.	0·660	4140	2732	a) Hasábfa. — Scheitholz.			
II—III.	0·610	4340	2647	I.	0·840	4285	3599
Akác. — Robinie.				II—III.	0·762	4319	3291
1. Nagy-Alföld. —				IV.	0·715	4295	3071
1. Große Ungarische Tiefebene.				b) Dorongfa. — b) Prügelholz.			
a) Hasábfa. — a) Scheitholz.				I.	0·830	4230	3511
I.	0·787	4232	3331	II—III.	0·743	4205	3124
II—III.	0·731	4214	3080	IV.	0·680	4120	2802
b) Dorongfa. — b) Prügelholz.				Bükk. — Rotbuche.			
I.	0·747	4305	3216	1. Dunántúl. — 1. Transdanubien.			
II—III.	0·698	4218	2934	a) Hasábfa. — Scheitholz.			
Erdeifenyő. — Gemeine Kiefer.				I.	0·727	4205	3057
1. Dunántúl. — 1. Transdanubien.				II.	0·745	4278	3187
a) Hasábfa. — a) Scheitholz.				II—III.	0·720	4110	2959
I.	0·480	4420	1902	b) Dorongfa. — b) Prügelholz.			
b) Dorongfa. — b) Prügelholz.				I.	0·716	4114	2850
I.	0·420	4440	1865	II—III.	0·685	4150	2843
2. Nagy-Alföld. —				2. Felvidék. — 2. Oberungarn.			
2. Große Ungarische Tiefebene.				a) Hasábfa. — Scheitholz.			
a) Hasábfa. — a) Scheitholz.				I.	0·728	4154	3024
II—III.	0·400	4530	1812	II—III.	0·698	4274	2983
b) Dorongfa. — Prügelholz.				IV.	0·665	4225	2810
a) Hasábfa. — a) Scheitholz.				b) Dorongfa. — Prügelholz.			
a) Hasábfa. — a) Scheitholz.				I.	0·690	4092	2823
II—III.	0·400	4530	1812	II—III.	0·670	4210	2820
b) Dorongfa. — Prügelholz.				IV.	0·610	4300	2623

Az eredmények összefoglalása.

1. A közölt vizsgálatok a csonkamagyarországi fontosabb erdővidékeken és termőhelyeken nőtt fafajok fűtőhatását és fajsúlyát igyekeztek felderíteni abból a célból, hogy ezáltal a magyar tűzifa ezen sajátságaira vonatkozólag tájékoztató ismeretek álljanak rendelkezésre.

2. A megvizsgált fafajok és választékaik átlagos fűtőhatására vonatkozólag a vizsgálatok, abszolút száraz állapotban mért fát véve alapul, azt mutatják, hogy *Krippel* legutóbbi átlagadatait tekintetbe véve, a leggyakoribb kemény lombfák közül az ákác, a gyertyán, a juhar, a kőris és a szil általunk mért átlagos alsó fűtőhatása valamivel magasabb, míg a bükk, a cser és a tölgyre vonatkozó adataink valamivel alacsonyabbak. A közönséges lágyfajok közül a nyárfára vonatkozólag adataink megegyeznek, az égerre, a fűzre és a nyírre vonatkozó adataink pedig valamivel alacsonyabbak ezeknél az adatoknál. A fenyők közül a vörösfenyőn mért adatunk általában egyezik a megadott átlagadatokkal, míg a lúcfenyőn és erdeifenyőn mért adataink valamivel alacsonyabbak ezeknél az átlagadatoknál. Meg kell azonban jegyezni, hogy ezek az adatok németországi eredetű fafajokra vonatkoznak.

3. Ha adatainkat *Krippelnek* az Erdőmérnöki Segédtablákban közölt átlagadataival hasonlítjuk össze, amelyek több fafajt foglalnak magukban, ezekre vonatkozólag pedig a cseresznyére, a kőrisre, a tölgyre, a fűzre, a hársra, a nyírre és a vörösfenyőre vonatkozó adataink ezeknél az átlagoknál valamivel magasabbak. A bükk, a cser, a gyertyán, a szil, a juhar, az éger, az erdeifenyő és a lúcfenyő átlagos eredményei általában kisebbek ezeknél. Meg kell azonban jegyezni, hogy azoknál a fafajoknál, amelyeknél átlagadataim az Erdőmérnöki Segédtablákban közölt átlagadatoknál alacsonyabbak, a maximális értékeim az ákác, a gesztenye és a szil kivételével mindenütt meghaladják ezeket az átlagadatokat.

4. Az abszolút száraz állapotban lévő fajsúlyadataim a kőrisre, a szilre, a tölgyre, az égerre és a vörösfenyőre vonatkozólag magasabbak, a csernél, a gyertyánál, a juharnál, a fűznél, a nyírnél, az erdei- és a lúcfenyőnél valamivel alacsonyabbak, míg az ákácra, a bükkre és a nyárra vonatkozólag saját méréseim kb. megegyeznek a közölt átlagadatokkal.

5. A kötött talajokon nőtt fák fajsúlya és ezen keresztül a térfogategységre vonatkoztatott fűtőhatása, de sok esetben abszolút száraz állapotban mért fűtőhatása is többnyire nagyobb, mint a könnyű és általában táplálékban szegényebb talajokon nőtt fáké.

6. Az eredmények egyúttal arra is engednek következtetni, hogy ugyanazon származási helyen közel hasonló talajféleségeken a jobb termőhelyi osztályok mellett rendszerint magasabbak lesznek a fajsúly és az

elméleti alsó fűtőhatás adatai is. Ez utóbbi két körülmény szabatos ki-vizsgálása céljából azonban még további beható vizsgálatokra van szükség.

*

Befejezésül kedves kötelességemnek tartom, hogy volt kedves tanáromnak, *Krippel Móric* ny. egyetemi nyilv. rendes professzor úrnak hálás köszönetet mondjak azért, hogy mind az adatok kiértékelésénél és összeállításánál, mind pedig azok összehasonlító tárgyalásánál a saját eddig még nem közölt átlagadatainak rendelkezésemre való bocsátásával szeretettel és jóindulattal támogatott.

Hasonlóképpen őszinte köszönettel tartozom *Roth Gyula* egyetemi nyilv. rendes tanár úrnak is, aki a vizsgálati anyag jelentékeny részének a begyűjtésénél a helyszínen őszinte jóindulattal támogatott.

Irodalom. — Literatur.

1. *Krippel M.*: Erdőhasználattan. Sopron, 1920.
2. *Geyer—Fabricius*: Die Forstbenützung. Berlin, 1921.
3. *Fekete Zoltán*: Erdőmérnöki segédtablák. Sopron, 1937.
4. *Fabricius L.* és *Gross H.*: Heizwert und Wärmepreis der Brennhölzer. Forstwirtschaftliches Centralblatt. 1923. III.
5. *Kienitz M.*: Welches Brennmaterial ist das billigste? (Silva, 1913. S. 19.)
6. *Dietrich V.*: Die Hauptnutzungen. Im Lorey's Handbuch der Forstwirtschaft f. t Herausgegeben von H. Weber, Tübingen, 1925. Bd. II. S. 486.
7. *Leiningen von Westerburg W.*: Forstlich-chemische Technologie. Ebenda. S. 785.
8. *Glikin, W.*: Kalometrische Methodik. Berlin, 1911.
9. *Hári P.* und *St. Weiser*: Kalorimetrische Verbrennung. Im Abderhaldens Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Bd. I. S. 658. Berlin, 1910.
10. *Roth, A. W.*: Bestimmungen der Verbrennungswärme und ergänzende thermochemische Messungen. Abderhaldens Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. II. Teil 2/1. S. 1645. 1928.



Untersuchungen über den Heizwert der ungarischen Brennhölzer.

Von: *D. Fehér.*

Aus dem Botanischen Institut der Königl. Ung. Josef-Universität für die technischen und wirtschaftlichen Wissenschaften. Sopron, Ungarn.

Einleitung.

Der Heizwert der ungarischen Brennhölzer wurde bis zu dem heutigen Tage zusammenfassend noch nicht untersucht. In Deutschland haben zuerst *Kienitz* (5.), sodann *Fabricius* und *Gross* (4.) Forschungen durchgeführt. In dem Handbuch der „Forstwissenschaft“ (6.) sind auch Angaben enthalten, die dort von *Dietrich* und *Leinigen-Westerburg* veröffentlicht worden sind. Es braucht vielleicht nicht näher betont zu werden, daß schon mit Rücksicht auf die ganz besonderen klimatischen und standörtlichen Verhältnisse, die Resultate dieser Untersuchungen nur beschränkt und bedingt für die Beurteilung des Heizwertes dieser Brennhölzer benützt werden könnten.

Ich habe bereits im Jahre 1933 die diesbezüglichen Arbeiten aufgenommen. Da die Lösung des vorliegenden Programmes natürlicherweise die Einleitung von Massenuntersuchungen erfordert hat, so war natürlich die technische Durchführung der Arbeiten mit gewissen Schwierigkeiten verbunden. Gerade hier wurde ich seitens der größeren ungarischen Waldbesitzer wirksam unterstützt. Namentlich der Generaldirektor der Holzverwertungs A.-G. der ungarischen Waldbesitzer, *Franz Véssey*, ist mir in dem kritischen Anfangsstadium der Untersuchungen beigestanden. Auch das königl. ung. Ackerbauministerium und die übrigen großen Waldbesitzer haben — wie gesagt — unsere Untersuchungen weitgehendst unterstützt. Ich werde sie bei der Zusammenstellung unserer Versuchsflächen noch detailliert aufzählen.

Die Beschreibung der Versuchsflächen.

Die nähere Beschreibung der Versuchsflächen ist in der Tab. 1. enthalten. Die geographische Verteilung zeigt dann die Abb. 1. Ich habe

diese Versuchsflächen so gewählt, daß mit ihrer Hilfe ein Material gesammelt wurde, in dem die wichtigsten Waldgebiete Ungarns mit ihren typischen Standortklassen und Holzarten vertreten waren.

Untersuchungsmethodik.

Die Untersuchung des Heizwertes der verschiedenen Brennstoffe wird bekannterweise auf dem Wege der kalorimetrischen Verbrennung durchgeführt. Unter dem Heizwert der Brennholzer verstehen wir die Gesamtmenge der Kalorie, bzw. die Gesamtmenge der Wärme, die bei der Verbrennung der betreffenden Hölzer in dem Kalorimeter entsteht. Diesen Heizwert bezeichnen wir als den theoretischen Heizwert der betreffenden Holzart. In der Praxis wird als Einheit dieses Wertes gewöhnlich die kg-Kalorie (k) verwendet. Dieser Faktor wird mit dem Buchstaben k bezeichnet. Es erübrigt sich, hier auf die nähere Beschreibung der kalorimetrischen Methodik einzugehen. Erwähnen möchte ich hier nur soviel, daß wir selbst die Verbrennung in einer Bombe, die mit Platin gefüttert und nach dem System von *Berthelot* gebaut war, durchgeführt haben. Ein besonderes Gewicht wurde auf die Bestimmung des Wassergehaltes gelegt. Der Wassergehalt der Probestücke wurde mit Trocknen bei 105° C bis zur Gewichtskonstanz bestimmt. Gleich nach Erreichung des absoluten trockenen Zustandes wurde dann das spezifische Gewicht der betreffenden Probestücke ermittelt. Für die Zwecke der kalorimetrischen Verbrennung haben wir diese absolut trockenen Probestücke zermalt, dann mit einer Kalorimeterpresse zusammengedrückt. Gleich darauf haben wir dann die Stücke noch einmal bis zur Gewichtskonstanz ausgetrocknet, sodann gewogen und in der Bombe verbrannt. Die Zündung wurde auf elektrischem Wege durchgeführt. In der Bombe selbst wurde für das Anzünden der vorgeschriebene dünne Platindraht verwendet, und zur Weiterleitung der Zündflamme zu dem Probestück dann ein Baumwollfaden verwendet, dessen Brennwert voraus bekannt war. Die Ablesung der Thermometergrade in der Vor- und Nachperiode, die Rührung des kalorimetrischen Wassers, wurden alle nach Angaben der diesbezüglichen allgemeinen Methodik durchgeführt. Den Brennwert selbst haben wir an folgender Formel berechnet:

$$C = (W + W_{\text{ii}}) T_{\text{kor}} - (a + b + c).$$

In dieser Formel bedeutet *c* den gesuchten Brennwert, *W* die Menge des Kalorimeterwassers, *W_{ii}* den Wasserwert des Kalorimeters, *T* die Temperaturerhöhung, *a* den Brennwert des Baumwollfadens und schließlich *b* die Bildungswärme, die bei der Verbrennung entstandene Salpetersäure. Die übliche Temperaturkorrektur wurde mit der Formel nach *Regnault*—

Pfaundler berechnet und in die Formel eingesetzt. Das spezifische Gewicht wurde auf dem üblichen Wege mit dem Apparat nach *Amsler* ermittelt.

Aus diesem Resultat wurde dann die Verdampfungswärme des während der Verbrennung in der Bombe gebildeten und auf dem üblichen Wege bestimmten Wassers c (6 Kal. per 10 Miligramm) abgezogen, um den sogenannten unteren Heizwert zu erhalten.

Wir haben unsere Probestücke im absoluten trockenen Zustande verbrannt. Um aus diesen Resultaten den Brennwert jener Probestücke zu berechnen, die einen gewissen Wassergehalt (q) besessen haben, haben wir folgende Formel verwendet:

$$Fq = F_0(1 - 0.0q) - 600 \cdot 0.0q.$$

In dieser Formel bedeutet Fq den Brennwert des Holzes bei einem Feuchtigkeitsgehalt von $q\%$. F_0 den Heizwert des absolut trockenen Holzes und q bedeutet schließlich den Wassergehalt des feuchten Probestückes. Zur Verdunstung von 1 kg Wasser sind genau 637 kg Kalorien notwendig. Bei der praktischen Berechnung nimmt man gewöhnlich dafür 600 Kalorien an. Der Brennwert von einem Festdezimeter des fraglichen Brennholzes beträgt $f = F\gamma$. Hier bedeutet F den Heizwert des Holzes, bezogen auf die Gewichtseinheit, und γ das spezifische Gewicht des Holzes. Wir müssen unter diesem Begriff jenes spezifische Gewicht verstehen, das bei dem gegebenen Wassergehalt, bei dem wir den Brennwert der Raumeinheit des Holzes berechnen wollen, vorhanden ist. Der Brennwert von einem Raumbikdezimeter Holz wird dann mit folgender Formel berechnet:

$$f' = F \cdot 0.0t.$$

In dieser Formel bedeutet t den Prozentsatz, der den Festholzanteil des Raumbikdezimeters ausdrückt.

Die vergleichende Besprechung der Untersuchungsergebnisse.

Bevor ich auf die eingehende Besprechung der Untersuchungsergebnisse eingehe, möchte ich noch vorerst einiges besprechen. Bei der Beurteilung der verschiedenen Brennholzer mußten wir zwischen der Brennbarkeit und zwischen dem eigentlichen Heizwert einen gewissen Unterschied machen. Die Brennbarkeit des betreffenden Holzes hängt von jener Oberfläche des Holzes ab, die mit der Luft in Berührung steht. Aus dieser Feststellung folgt nun folgendes: Hölzer mit kleinem spezifischen Gewicht, die also in der Volumeinheit wenig festes Material enthalten, sind leichter zündbar, als die schweren Hölzer. Die leichten Hölzer enthalten nämlich viele Hohlräume, deren Luftgehalt infolge des dort anwesenden Sauerstoffes die Zündbarkeit und das rasche Aufflammen des betreffenden Hol-

zes wesentlich erleichtert. Bei Nadelhölzern kommt auch der Umstand dazu, daß diese leicht brennbaren Stoffe, und zwar Harz, ätherische Öle usw. enthalten, die die rasche Brennbarkeit des Holzes noch mehr erhöhen. Da diese Nebenprodukte des Holzes für und an sich einen recht hohen Heizwert haben, so ist es klar, daß ihre Verbrennung den Heizwert des betreffenden Holzes auch wesentlich steigern wird. Auch dann, wenn wir den Brennwert von trockenen Hölzern untersuchen, müssen wir einen scharfen Unterschied machen, je nachdem wir den Brennwert, bzw. den Heizwert nach Gewichts- oder nach Volumeinheit untersuchen und beurteilen wollen. Wir müssen auch berücksichtigen, daß, wenn wir den Heizwert auf die Gewichtseinheit beziehen, die Laubhölzer im allgemeinen niedrigere Werte zeigen werden, als die Nadelhölzer. *Fabricius* (4.) hat bei seinen Untersuchungen 27 Laubholzarten eingehend geprüft. Als durchschnittliche Brennwerte hat er 4365 Kalorien gefunden. Als durchschnittlichen Heizwert von 17 Koniferienhölzern fand er dagegen 4875 Kalorien. Laubhölzer und Nadelhölzer ergeben einen durchschnittlichen Wert von 4550 Kalorien. Der geringste Brennwert war 4117 und der höchste 5969 Kalorien. Seine Resultate, die sich auf den Zustand bei 15% Wassergehalt beziehen, schwanken zwischen 3409 und 4984 Kalorien. Die besten Brennwerte hat er zwischen den Laubhölzern bei der Eiche und Buche und bei den Nadelhölzern bei der Weißkiefer gefunden. Den niedrigsten Heizwert hat *Fabricius* bei der Hainbuche gemessen. Bezüglich der Weißkiefer und der Eiche wies *Fabricius* nach, daß ihr Heizwert mit dem Alter zunimmt. Ich möchte nochmals betonen, daß diese Untersuchungsergebnisse sich in der Hauptsache auf Brennholzer deutscher Standorte beziehen. Aus rein praktischem Standpunkte müssen wir auch bei der Beurteilung der Heizwerte der Hölzer noch mit zwei Faktoren rechnen. Diese Faktoren sind der Wassergehalt und das spezifische Gewicht. In unseren Tab. 6. und 11. haben wir unsere Resultate, die wir bei der Verbrennung von absolut trockenen Probestücken erreicht haben, auch auf den lufttrockenen und trockenen Zustand umgerechnet. Zur Grundlage dieser Berechnung haben wir für die lufttrockenen Harthölzer 16% Wasser, für die weichen Laubhölzer und für die Nadelhölzer 17% Wasser, und für den trockenen Zustand bei den harten Laubhölzern 25% Wasser, bei den weichen Laubhölzern 27% Wasser und bei den Nadelhölzern 28% Wasser angenommen. Das spezifische Gewicht wird natürlich auch von dem Wassergehalt des Holzes beeinflußt. Da wir unsere spezifischen Gewichte nur im absolut trockenem Zustande gemessen haben, so haben wir unsere Resultate auf den trockenen und lufttrockenen Zustand nach den Angaben von *Krippel* umgerechnet. Ich muß bemerken, daß es am zweckmäßigsten gewesen wäre, das spezifische Gewicht auch bei den verschiedenen Feuchtigkeitsgraden zu berechnen. Abgesehen davon, daß diese Messungen die

Dauer unserer ohnedies schwierigen Messungen noch mehr in die Länge gezogen hätte, so konnte ich dies schon aus dem Grunde vernachlässigen, da im Besitze der praktischen Erfahrungsdaten, die von *Krippel* jahrelang mit äußerster Sorgfalt gesammelt worden sind, die entstandenen Fehlermöglichkeiten auf ein minimales Maß reduziert worden sind. Nach diesen Überlegungen werde ich jetzt in den Folgenden auf die Besprechung meiner eigenen Forschungsergebnisse übergehen.

Die Ergebnisse enthalten die Tab. 2. bis 9. Die spezifischen Gewichte der untersuchten Hölzer im absolut trockenem Zustande und ihre theoretischen Heizwerte enthält die Tab. 2. In diesen Tabellen habe ich auch die extremen Werte angegeben. *Krippel*, der sich seit Jahren mit der kritischen Bearbeitung des diesbezüglichen literarischen Stoffes befaßt hat, stellte die folgenden Durchschnittswerte zusammen. Zur Ergänzung dieser Zusammenstellung teile ich auch die spezifischen Gewichte im absoluten trockenem Zustande mit, ebenfalls nach den Angaben von *Krippel*.

Harte Laubhölzer.

1. Robinie	$F_0 = 0\cdot742$	$F_0 = 4260$ k
2. Buche	„ = 0\cdot710	„ = 4290 k
3. Zerreiche	„ = 0\cdot804	„ = 4500 k
4. Hainbuche	„ = 0\cdot790	„ = 4170 k
5. Ahorn	„ = 0\cdot644	„ = 4290 k
6. Esche	„ = 0\cdot690	„ = 4360 k
7. Ulme	„ = 0\cdot634	„ = 4240 k
8. Stieleiche, Traubeneiche	„ = 0\cdot714	„ = 4500 k
Mittel	0\cdot726	4330
Mittelabweichung von dem Mittel	$\pm 0\cdot12$	$\pm 0\cdot43$

Weiche Laubhölzer.

9. Erle	$F_0 = 0\cdot520$	$F_0 = 4420$ k
10. Weide	„ = 0\cdot486	„ = 4330 k
11. Pappel	„ = 0\cdot460	„ = 4230 k
12. Birke	„ = 0\cdot680	„ = 4500 k
Mittel	0\cdot537	4370
Mittelabweichung von dem Mittel	$\pm 0\cdot13$	$\pm 0\cdot02$

Weiche Koniferenhölzer.

13. Weißkiefer	$F_0 = 0'496$	$F_0 = 5070$ k
14. Tanne	„ = 0'420	„ = 4650 k
15. Fichte	„ = 0'424	„ = 4730 k
16. Lärche	„ = 0'580	„ = 4470 k
Mittel	<hr/> = 0'480	= 4730
Mittelabweichung von dem Mittel	$\pm 0'13$	$\pm 0'02$
Mittel sämtlicher wichtigen Hölzer	0'578	4500 k
Mittelabweichung von dem Mittel	$\pm 0'15$	$\pm 0'04$

Wenn wir jetzt unsere Messungsergebnisse mit diesen Daten vergleichen, so gelangen wir zu folgenden Feststellungen: Unsere Werte sind für die Robinie und für die Hainbuche, für den Ahorn, für die Esche und für die Ulme etwas höher, als die Resultate dieser Tabelle. Für die Buche, für die beiden Edeleichen und für die Zerreiche erhielten wir dagegen etwas niedrigere Werte. Bei den weichen Laubhölzern haben wir im allgemeinen bei der Pappel die gleichen Ergebnisse, bei der Erle, bei der Weide und bei der Birke etwas niedrigere Resultate erreicht. Unsere Messungsergebnisse bezüglich der Koniferenhölzer bleiben im allgemeinen etwas hinter diesen Angaben zurück. Ich möchte aber gleich bemerken, daß meine maximalen Werte im allgemeinen, mit Ausnahme der Weide, der Birke und der Weißkiefer, etwas höher sind, als die mittleren Daten von *Krippel*. Das Mittel der harten Laubhölzer beträgt nach meinen Messungen 4320 Kalorien. Dieser Wert stimmt ungefähr mit den mitgeteilten Mittelwerten überein. Das Mittel der weichen Laubhölzer ist etwas niedriger. Er beträgt 4227 Kalorien. Für die Nadelhölzer beträgt das Mittel meiner Messungen 4422 Kalorien. Ich habe auch hier etwas niedrigere Werte gefunden. Die Erklärung dürfte hier darin zu suchen sein, daß die Nadelhölzer wenigstens auf dem Gebiete des heutigen Ungarns gewöhnlich sich nicht in ihrem Optimumgebiet befinden. Das Mittel sämtlicher Hölzer beträgt nach meinen Messungen 4325 Kalorien. Bleibt also etwas hinter dem Mittel der deutschen Brennholzer zurück.

Zu etwas anderen Resultaten gelangt man, wenn man meine Messungsergebnisse mit jenen älteren Durchschnittsdaten vergleicht, die in den Hilfstabellen für Forstingenieure*) enthalten sind. Bei diesem Vergleich findet man gleich, daß meine Daten bezüglich der Kirsche und Esche, der Eiche, der Weide, der Pappel, der Birke und der Lärche etwas höher, als die hier mitgeteilten Durchschnittsangaben ausgefallen sind. Es kann aber andererseits festgestellt werden, daß unsere Ergebnisse bezüglich der Buche, der Zerreiche, der Hainbuche, dem Ahorn, der Erle, der Ulme,

*) *Fekete*: Erdőmérnöki Segédtablák, Sopron, 1926, p. 19.

der Weißkiefer und der Fichte etwas geringer sind, als die dort mitgeteilten Durchschnittsdaten. Die von uns gemessenen maximalen Werte sind aber gewöhnlich immer höher. Nur bei der Robinie, bei der Kastanie und bei der Ulme bleiben auch meine maximalen Werte unter der Höhe der Durchschnittsdaten dieser Zusammenstellung. Es ist auch recht lehrreich, jetzt die Ergebnisse meiner Messungen bezüglich dem spezifischen Gewicht mit den mitgeteilten Angaben zu vergleichen. Meine Durchschnittsdaten sind bezüglich der Esche, der Ulme, der Eiche, der Erle und der Lärche etwas höher. Bezüglich der Zerreiche, der Reinbuche, dem Ahorn, der Weide, der Birke, der Weißkiefer und der Fichte sind wieder etwas niedriger, als diese. Bezüglich der Robinie, der Buche und der Pappel stimmen meine Daten gut überein. Das mittlere spezifische Gewicht der harten Laubhölzer beträgt nach meinen Messungen 0'719, der weichen Laubhölzer 0'499, der Nadelhölzer 0'491. Die ersten Ergebnisse sind ungefähr übereinstimmend mit den diesbezüglichen Durchschnittswerten von *Fabricius* und *Gross*. Der Mittelwert der spezifischen Gewichte der harten und der weichen Laubhölzer bleibt nach meinen Untersuchungen etwas hinter den deutschen Daten zurück. Das Mittel der spezifischen Gewichte der Nadelhölzer ist zwar etwas höher, man kann aber hier, wenn man die Fehlergrenzen in Betracht zieht, schon von einer gewissen Übereinstimmung reden. Zwischen den einzelnen Sortimenten konnte ich keine besonderen Unterschiede bezüglich ihrer Heizwerte feststellen. Bei dem Scheitelholz habe ich übrigens immer größere spezifische Gewichte gefunden, als bei dem Prügelholz.

In der Tab. 10. habe ich sodann die spezifischen Gewichte und die Heizwerte der untersuchten Brennholzer nach Bodenkategorie zusammengestellt. Ich gebe hier Durchschnittsdaten für die leichten Sand- und bindige Böden an. Diese Tabelle zeigt sehr interessante Resultate. Sie beweist, daß auf bindigen Böden das spezifische Gewicht jeder Holzart größer ist, als auf den sandigen, leichten Böden. Diese Unterschiede kommen dann auch in jenen Heizwerten zum Ausdruck, die auf die Volumeinheit bezogen werden. Ich konnte aber auch beweisen, daß auch in absolut trockenem Zustande die Brennholzer der bindigen Böden etwas höhere Heizwerte geben, als die Brennholzer der leichten Böden.

Die verschiedenen spezifischen Gewichte und die unteren Heizwerte des absolut trockenen Holzes enthält die Tab. 11. gesondert nach Bodentypen und Standortklassen. Man kann zwischen den einzelnen Standortklassen auf Grund dieser Tabelle bereits deutliche Unterschiede nachweisen. Wir sehen daraus, daß die Güte des Standortes und die Gestaltung des spezifischen Gewichtes einen ganz bestimmten Einfluß ausüben kann.

Er erhebt sich jetzt die Frage, wie man diese Tatsache für die forst-

wirtschaftliche Praxis und für die praktische Beurteilung des Heizwertes des Holzes auswerten kann. Bei der Beurteilung dieser Frage kommt neben dem spezifischen Gewicht auch der jeweilige Wassergehalt des Holzes besonders zum Ausdruck. In den Tab. 3—9. haben wir die diesbezüglichen Daten der wichtigsten Brennholzer der ungarischen Forstwirtschaft zusammengestellt. Wir haben hier den Wassergehalt für den lufttrockenen Zustand für die harten Laubholzer mit 16%, für die weichen Laubholzer und für die Nadelholzer mit 17% angegeben. Die gleichen Daten sind für das trockene Holz 25%, 27% und 28%. Da wir bei unseren Messungen für das spezifische Gewicht des absolut trockenen Holzes festgestellt haben, so haben daraus auf Grund der Angaben von *Krippel* die Feuchtigkeitsgrade der lufttrockenen und der trockenen Hölzer graphisch berechnet. In diesen Tabellen haben wir auch den Heizwert nach dem Rauminhalt ausgedrückt. Der Festgehalt des Raummeters wurde dabei bei den Laubholzern für das Scheitelholz mit 64% und für das gleiche Sortiment der Nadelholzer mit 65%, für das Prügelholz der Laubholzer mit 58% und für dasselbe Sortiment der Nadelholzer mit 64% ebenfalls nach den Angaben von *Krippel* angegeben. Es sei noch bemerkt, daß in diesen Tabellen nur jene Untersuchungsergebnisse aufgearbeitet worden sind, bei denen auch die Bestimmung des spezifischen Gewichtes erfolgt war.

Wenn wir jetzt die Untersuchungsergebnisse aus dem Standpunkte der praktischen Forstwirtschaft betrachten, so dürfte die wichtigste Feststellung darin bestehen, daß es auch diesmal gelungen ist, nachzuweisen, daß der nach dem Rauminhalt berechnete Heizwert durch die Beschaffenheit des Standortes infolge der Änderungen des spezifischen Gewichtes beeinflusst werden kann. Man kann auch einen gewissen Einfluß der verschiedenen klimatischen Gebiete und der Bodentypen nachweisen. Wir haben auf den bindigen Böden im allgemeinen immer ein besseres spezifisches Gewicht und dadurch auch bei dem auf die Raumeinheit berechneten Heizwert höhere Werte bekommen. Daß diese Erscheinung durch die besseren Nährstoffverhältnisse dieser Böden zu erklären ist, braucht nicht näher erläutert zu werden. Der Wassergehalt der Brennholzer kommt am deutlichsten bei jenen Heizwerten zum Ausdruck, die auf die Gewichtseinheit berechnet werden. Bei Werten, die sich auf die Raumeinheit beziehen, sind die Differenzen geringer.

Zusammenfassung des Resultates.

1. Die vorliegenden Untersuchungen haben den Zweck gehabt, das spezifische Gewicht und den Heizwert der ungarischen Brennholzer der wichtigsten Waldgebiete von Ungarn zu erforschen.

2. Auf Grund der Untersuchungsergebnisse läßt sich zunächst feststellen, daß, wenn man die auf Grund der Literatur zusammengestellten Durchschnittsdaten von *Krippel*, die in dem Text angegeben sind, als Vergleich wählt, die von uns ermittelten Heizwerte der Hainbuche, des Ahorns, der Esche und der Ulme im allgemeinen höher, die der Buche, der Zerreiche und der Edeleiche etwas niedriger sind, als diese. Die Ergebnisse bezüglich der Pappelarten stimmen mit den Angaben von *Krippel* im ganzen und großen überein. Die Heizwerte der Erle, der Weide und der Birke sind etwas niedriger, als die Werte von *Krippel*. Bei den Nadelhölzern haben wir bezüglich der Lärche im allgemeinen gleiche Ergebnisse erhalten. Die Resultate, die bei der Fichte und Weißkiefer erzielt worden sind, sind im allgemeinen etwas niedriger. Da diese Durchschnittswerte auf Grund von Bestimmungen an deutschen Brennhölzern zusammengestellt worden sind, so kann man die aufgezählten Unterschiede, die für und an sich nicht besonders bedeutend sind, durch die Verschiedenheit der Klimagebiete und der Standorte hinreichend erklären.

3. Bezüglich der spezifischen Gewichte des absolut trockenen Holzes sind unsere Ergebnisse im allgemeinen bei der Esche, bei der Ulme, bei den Edeleichen, bei der Erle und bei der Lärche etwas höher, bei der Zerreiche, bei der Heimbuche, bei dem Ahorn, bei der Weide, bei der Birke und bei der Weißkiefer und bei der Fichte etwas niedriger ausgefallen. Betreffs der Robine, der Buche und der Pappel stimmen meine Untersuchungsergebnisse im allgemeinen mit den letzten Daten von *Krippel* überein.

4. Das spezifische Gewicht und der auf die Raumeinheit bezogene Heizwert sind bei den Hölzern der nährstoffreichen bindigen Böden gewöhnlich höher, als bei den mehr oder weniger leichten und nährstoffarmen Sandböden. Man kann also den Einfluß des Standortes gut nachweisen, der dann bei den Heizwerten, die auf die Baumeinheit bezogen werden, klar zum Ausdruck kommen wird.

Zum Schluß erlaube ich es mir Herrn Professor *M. Krippel* dafür, daß er bei der Auswertung der Untersuchungsergebnisse, bei der vergleichenden Besprechung der Analysenresultate und bei der kritischen Zusammenstellung der Arbeit überhaupt, mir seinen guten Rat und Hilfe mit größter Bereitwilligkeit gedeihen ließ und auch dafür, daß er auch seine noch nicht veröffentlichten sehr sorgfältig berechneten Durchschnittsdaten als Vergleichswerte zur Verfügung gestellt hat, meinen innigsten Dank auszusprechen. Desgleichen danke ich auch Herrn Professor *J. Roth*, der bei der Entnahme von einem großen Teile der Untersuchungsproben mich an Ort und Stelle mit Rat und Tat beigestanden ist.

Vonalas szálalás ill. vonalas szálaló vágás.*)

írta: Roth Gyula

A természetes felújítás hívének vallom magamat. Nem vonom kétségbe a mesterséges felújításnak jogos voltát és jó eredményeit, avva is teljességgel tisztában vagyok, hogy sok helyen nem is lehetnénk el nélküle, de azt tartom, hogy erdészeti véték, hogyha nem alkalmazzuk a természetes felújítást ott, ahol annak alkalmazására megvan a lehetőségünk.

Köztudomású, hogy még nem is olyan nagyon régen hazánkban a mesterséges felújítás, tarvágások beültetése vagy bevetése, szerepelt mint az erdőgazdaság eszményi céljának beteljesülése. A rendszernek áttekinthető volta, szigorú tervszerűsége és rendje, pontos területbeosztása, az egykorú, nyílegyenes sorokba sorakoztatott állományok egymásutánja a fejlődés csúcspontjának számított. Még fiatal koromban jelentek meg röpiratok legjobb szakértársaink tollából, amelyek célja az volt, hogy az erdő mesterséges telepítését a laikus közönséggel is megismertessék és elfogadtassák. A szakoktatás is lényegében a mesterséges felújítás alapján állott, az 1879. XXXI. t.-c., az előző erdőtörvényünk minden intézkedése a tarvágás jegyében született, míg régebbi törvényeinkben a természetes felújítás lebegett alkotóinak szeme előtt.

Mint a selmechányai akkori erdészeti akadémia másodéves hallgatója kerültem tanulmányút során az 1895. évben a badini erdőkbe (a beszercebányai m. kir. erdőigazgatóság kerülete, ma Szlovákia), ahol Seenger szakértársunk remekszép kocsánytalan tölgy és jegenyefenyő fiatalosokat mutatott, amiket ő a gazdasági terv előírásai ellenére — ahol tarolás volt előírva rákövetkező lúcfenyő ültetéssel — természetes úton teremtett meg. Még ma is fülemben csengenek szavai: „Kövessétek a természetet! Ahová a természet jegenyefenyőt és tölgyet teremtett, oda ne akarjatok mesterkélten módon lúccokat ültetni.”

Ugyancsak jegenyefenyőben és kocsánytalan tölgyben láttam természetes felújításokat a zsarnóczaai akkori m. kir. erdőhivatal (ma Szlovákia) erdőségeiben is.

*) Német nyelven megjelent az Intersylva — a Centre international de sylviculture folyóirata (Berlin-Wannsee) — 1940. évi I. kötet, 1. számában.

Viszont gyakorlati szolgálatom első nyolc évében — részben a bánági kocsányos tölgyesekben (ma Románia), részben Görgényszentimre vidékén (Erdély, Maros-mente, a most hazatért részekben) — jóformán kizárólag csak mesterséges felújításokat láttam. Ez érlelte bennem azt az elhatározást, hogy a természetes felújítást nagyobb mértékben hozzam érvényesülésre a magyar erdőgazdaságban. Ezt az elhatározást csak növelte hosszabb tanulmányutam Közép-Európa különböző erdővidékein, amelynek alkalmából úgy természetes, mint mesterséges felújításból származó állományképeket, tarka változatosságban, nagy számban láthattam és megismerhettem. Így kerültem az 1904. évben a selmecebányai m. kir. erdészeti kutató intézet szolgálatába, amely az 1900. évben kelt életre és amelynek egyik kísérleti területén, a szabédi telepen (Mezőség, Erdély), előzőleg négy évig dolgozhattam.

Feladatomban az erdőlés és a természetes felújítás különböző rendszereinek kipróbálása lett, amit csak tényleges kísérletek alapján véltem megoldhatónak.

Ebbe az időbe esett *Wagner Kristóf* írásainak megjelenése, amiknek tartalma nagyon megragadott, mivel abban világos szavakkal kifejezve azt találtam, amire saját munkáim és kutatásaim is rávezettek volt, a térbeli rendnek szerepe az erdőgazdaságban, ami a tarvágásos rendszernél magától értetődően és önként kialakul, de viszont a természetes felújítás vágásainál többé-kevésbé, sokszor teljesen elvész. Ezt az eltűnést a természetes felújítás nagy hibájának éreztem, a gyakorlati gazdaságban való térhódítás súlyos akadályának.

A magyar erdészeti irodalomban a természetes felújításnak akkortájt még nagyon csekély szerep jutott, így például *Vadas Jenő*-nek 1898-ban megjelent Erdőműveléstan-ában 700 oldalból csak 25 oldal jut a természetes felújításnak, nem is szerepel benne más, csak a szálalás és szálalóvágás, a fokozatosan felújító vágás és *Gayer* csoportos felújítása. Alighanem ebben keresendő az oka annak, hogy a természetes felújítás különféle eljárásai körül tervbe vett kísérleteim igen sok, részben teljesen váratlan akadályokba ütköztek, amiért csak 1912-től kezdve nyílt lehetőségem arra, hogy tényleg megindíthattam azokat.

A következő három tipikus eljárást vettem gyakorlati összehasonlító kipróbálás és tanulmányozás alá: A fokozatosan felújító vágást, szigorúan az ismert előíráshoz alkalmazkodva, három vágásfokozattal a nagyvágás jellegével, azután *Gayer* csoportos felújítását és *Wagner* szálaló szegélyvágását pontosan kelet-nyugat irányban fektetett támadóvonalakkal ill. a *Wagner* által is alkalmazott csekély, tízfokos eltéréssel.

Néhány év múlva a világháború megszakította munkáimat, ezután a kényszerszünet után 1923-tól kezdve újra felvehettem azokat több helyen. Az addig szerzett tapasztalatok alapján a munka további során a fokoza-

tosan felújító vágást teljesen elejtettem, helyette néhány helyen *Eberhard*-nak ernyős ékvágását állítottam be összehasonlításra és a *Wagner*-szegélyeket más világtájakba is fektettem, nemcsak a kelet-nyugat irányba. A nagy területen való egyenletes beavatkozás — a fokozatosan felújító vágás — csak részleges sikert hozott, a véletlen kedvező összejártsága esetén; a kis területeken változó mértékben támadó eljárások ellenben megbízhatónak bizonyultak és valamennyi alkalmazott rendszerben sikert hoztak, eltekintve egy-két helyi kisebb félresikerüléstől, amelynek külön okai is voltak.

Kísérleteim érdekes tapasztalatokra vezettek. *Wagner*-nek abbeli megfigyelését, hogy az erdő északi széle adja a csemeték legkedvezőbb települési lehetőségét, teljességgel igazolták. Az észak felől bontott erdő alján telepedtek a csemeték leggyorsabban és a legnagyobb mennyiségben, azonban más irányokban indított bontások után is elegendő mennyiségben jelentkeztek.

Már legelső kísérleteimnél, jegénye-lúcfenyvesben, is feltűnt, hogy nemcsak a lazított szegélyben telepedett meg a csemete, hanem befutott a támadóvonalon túl, a meg nem bontott erdő eresze alól a zárt állományba is, tehát abba a részbe, amelyet *Wagner* maga is terméketlennek jelez. Az oka ennek kétségtávol, hogy a kivágást nagyon óvatosan végeztem és elkerültem az olyfokú lazítást, amely a napsugaraknak közvetlen hozzáférhetést adott volna a talajhoz.

Még feltűnőbb volt ez a település a lomberdőkben, a bükknél is, még inkább a tölgynél, gyertyánál, valamint a maguktól gyérülő fenyőféléknél. (Pinus.)

A fajajoknak eltérő viselkedése arra vezethető vissza, hogy a belevágásnak eltérései, a vágás erősségének fokozatos csökkenése, a belenyúlás erősségének változása a támadóvonal mentén is, a zárt állományokból a már erősebben gyérített részekbe való átmenet változó volta, a jegényefenyőben és a lúcban sokkal jobban, élesebben domborítható ki, mint a lomberdőkben. Emlékszem egyik régi megfigyelésemre, amelyet a gaildorfi erdőben tettem, amikor egy ízben korán reggel bejártuk azt *Weinkauff* speyeri erdőmesterrel. A reggeli napsugár alacsonyan futott végig a szegélyvágásokon és a vágás vonalára merőlegesen haladó útra rávetette a lúctörzsek hosszú árnyékait, mintha rajzolva volnának a vonalak, úgy sorakoztak a törzsek árnyékai szabályos átmenettel egymás mellé; a teljes napsütéstől a teljes árnyékig feltűnő szabályossággal sűrűsödtek az árnyék-vonalak.

A lomberdőnél is leolvasható ez a szegélyjeileg, de ritkán annyira tökéletes szabályossággal, mint a fenyvesekben.

Kísérleti területeimen sok helyen megtörtént, hogy az egymástól 80—100 m-re levő szegélyekben a település nemcsak a bontott szegélyt lepte

el, hanem átfutott összefüggő tömegben a támadóvonal másik oldalára is, sőt több szegélyen keresztül, a szegélyeknek egész szélességén át, mindenütt.

Ez vezetett engem arra a meggyőződésre, hogy nincs szükség arra, hogy a vágást csak egy irányban hajtsam előre, bátran lehet — anélkül, hogy a sikert veszélyeztetném — mind a két oldal felé vágnunk, igaz, hogy ez esetben nagyon óvatosan és gyengén szabad csak vágnunk, nehogy túlsok világoságot hozzunk hirtelenül az állományba.



1. kép. — Abb. 1.

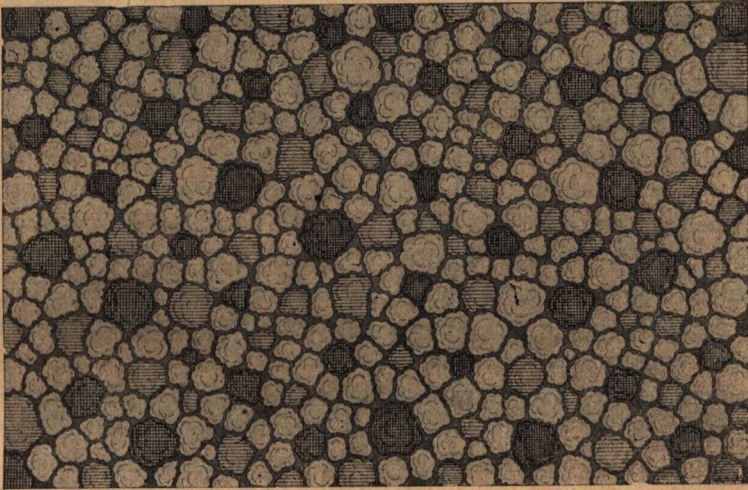
A Gayer-féle csoportos felújítás. A kivágás térbeli elrendezésének vetületi képe. Jobb oldalt teljes kör alakú csoport, a bal alsó sarokban a szomszéd csoportnak negyedrésze. (Ennél és a következő képeknél a keresztezett vonalozás jelenti az első, az egyszerű a második belevágást.)

Projektion der räumlichen Anordnung des Eingriffes bei der Gayer'schen gruppenweisen Verjüngung. Rechts eine volle Gruppe, Aushieb in Kreisform, in der linken Ecke ein Viertel der Nachbargruppe. (Bei diesem und allen folgenden Bildern geben die kreuzweisen Striche den ersten Eingriff, die einfache Strichelung den zweiten.)

Ez a kétfelé való vágás bizonyos hasonlatosságot mutat *Eberhard* ernyős ékvágásával, azonban elkerüli a szélesebb területen való egyöntetű lazítást, amely az ékalakkal jár; de nem is tolódik ékalakban előre az állományban, hanem a megtámadott rész teljes szélességében kezdi a bontást a támadóvonal mentén és így halad előre. *Wagner* ezt a megtámadott területet „vágássor”-nak nevezi, én a vonalas szálalásnál a „szálaló egység” nevéet adtam, mert minden ily terület tényleg magában zárt, külön szálaló-erdőt jelent.

Sok nehézséget okozott a kelet-nyugat iránynak *Wagner* követelte pontos betartása. Sík területen és déli lejtőkön, ahol a vágás a lejtő irányában lefelé halad, símán megy a munka, de amint a vágásnak és a ki-

közelítésnek hegyen felfelé kellene haladnia, jönnek a nehézségek, amelyek a lejtők meredek voltával és a talajnak szaggatottságával mindinkább fokozódnak. Hiába kísértem meg, hogy a munkásaimat rábírom a hegyoldalon felfelé való döntésre és közelítésre, nem ment! Nekem kellett engednem és arra kellett törekednem, hogy a támadóvonalak fekvését a döntéssel és közelítéssel össze tudjam egyeztetni. Ez annyit jelentett, hogy a támadóvonalakat hozzá kellett simítanom a terepviszonyokhoz, tekintet nélkül az égtájakra. A döntés és közelítés a támadóvonalra merőlegesen vagy kissé ferdén lefelé — a még zárt állomány felé — kell, hogy menjen,



2. kép. — Abb. 2.

Fokozatosan felújító vágás. A kivágás térbeli eloszlásának vetületi képe, a vágás egyenletesen oszlik el a megtámadott területen. Ezt a képet csak a többiekkel való összehasonlítás kedvéért közlöm.

Projektion der räumlichen Anordnung des Eingriffes beim Schirmschlage. Aushieb gleichmäßig über die ganze Fläche verteilt. Ich bringe das Bild nur zum Vergleiche der Art des Eingriffes.

a támadóvonal maga alacsony, lapos hátakon ezen a háton magán fut végig, döntés és közelítés két oldalt a völgy felé; hosszan elnyúló lejtőknel a támadóvonalat a lejtő irányába fektetjük, döntés a rétegvonalba vagy ferdén lefelé, közelítés a még zárt állományon át egészen a szomszéd száralási egység határvonaláig. Sik területen a kelet-nyugati irányba fektetjük a támadási vonalat, ha ennek nincs valami számottevő akadály.

Ezeket a tapasztalatokat építettem fel a vonalas száralás rendszerét, amely általánosságban *Wagner* alapelveit követi, azoktól két irányban tér el:

1. A vágás a támadóvonalától indulva, két ellentétes irányban halad, merőlegesen a vonalra.

2. A támadóvonalakat a terepviszonyokhoz simítva úgy fektetjük, hogy a fák döntését és közelítését a lehetőségig könnyítsük.

*

A vágásra kerülő fák jelölése során tünt fel, hogy mily nagy elvbeli egybevágóság uralkodik *Gayer*-nek és *Wagner*-nek rendszereiben, amely átszármazott a vonalas száralásra is.

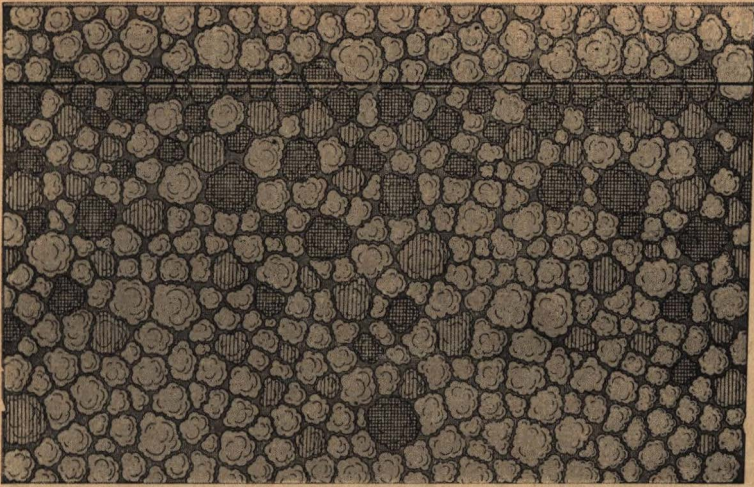
Hozzáfűzöm ehhez, hogy az összehasonlításnál a rendszerek alapvető jellegzetes vonásait vettem alapul, a tényleges keresztülvitelnél adódhatnak bizonyos eltérések, amelyek azonban az elvi alapot nem érintik.

Gayer csoportos felújító vágása az állományt nagyon sok, szabálytalanul elszórt helyen támadja meg, minden egyes helyen azonban egy-egy központból indul, ahonnan köröskörül minden égtáj felé sugárirányban iolytatódik a belevágás. A bontás a központ körül legerősebb, kifelé mindinkább gyengül, mint a hullámgyűrűk, amelyek a víz síma tükrére dobott kő nyomán gyűrűalakban futnak szét, középtűt a legerősebbek, a széle felé mind laposabbak lesznek. Ezt mutatja a földre vetített koronakeretek rajzaival az 1. sz. kép; összehasonlításként közlöm a 2. sz. képet is, a fokozatosan felújító vágásnak egyenletes bontását, ugyanannak az állománynak vetületi rajzán. Mind a két képnél a keresztvonalozás mutatja az első, az egyszerű vonalozás a második belevágást.

Wagner száraló szegélyvágása egyenes vonalból indul, a támadóvonalból, a vágás egy irányban halad, merőlegesen a támadóvonalra, a kivágás azonban nem egyenletes az egész szegélyen végig, hanem a vonal mentén hosszban is és arra merőleges irányban változik. Közvetlenül a támadóvonal mentén a belevágás legerősebb, onnan a vágás haladásának irányában gyengül, de nem egyenletesen, hanem hullámos változásokkal, hol mélyebben, hol kevésbé mélyen ér bele a még zárt állományba, egyes helyeken még a támadóvonalban is meghagyunk lábán egy-két törzset. Ezt mutatja — ismét ugyanannak az állománynak vetületrajzában a 3. sz. kép, függélyes, a támadóvonalra merőlegesen vett metszetben pedig a 4. sz. kép.

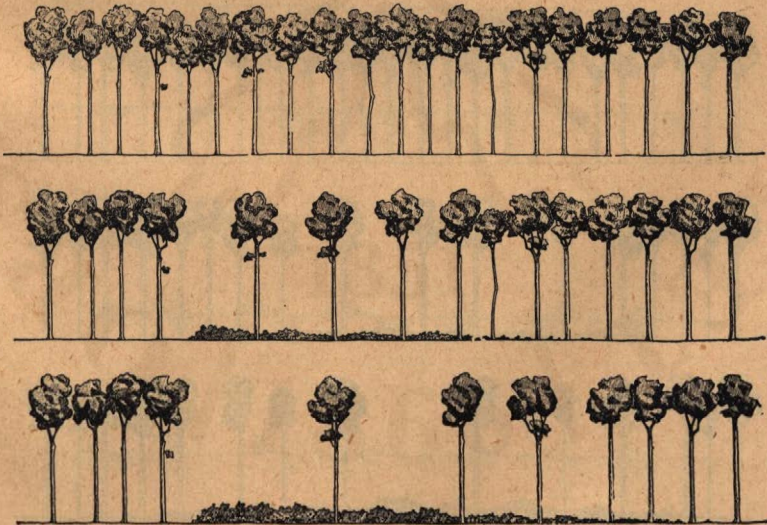
A száraló szegélyvágás belevágása és a támadásnak előretolása azt a képet adja, mintha a *Gayer*-csoportokat középen ketté vágnók és egy vonal — a támadóvonal — mentén átmérőikkel egymás mellé sorakoztatnók a félkör alakú félcsoportokat.

A vonalas száralás ugyancsak egyenesből indul mint támadóvonalból, — ez a száraló egység tengelye — és ugyanúgy vág bele az állományba, a támadóvonal mentén legnagyobb mértékben, attól távolabb mind gyengébben, ugyancsak nem egyenletesen, hanem hullámos változatossággal, azonban nemcsak egy irányban, hanem két ellentétes irányban, merőlegesen a támadóvonalra.



3. kép. — Abb. 3.

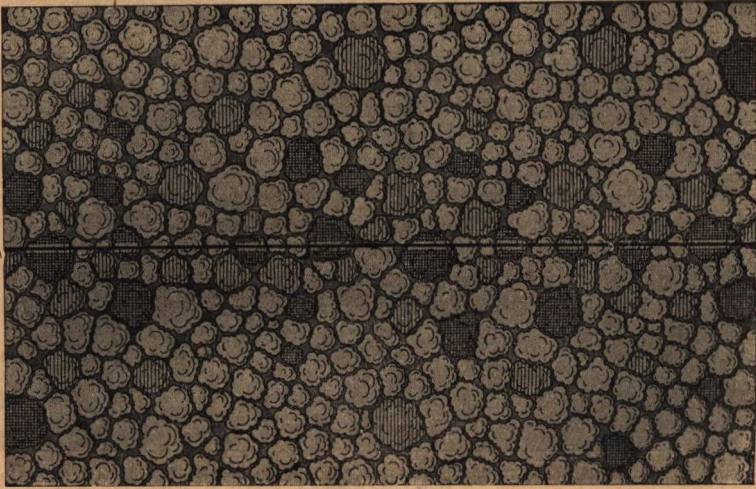
Wagner szálaló szegélyvágása. A kivágás térbeli elrendezésének vetületi képe. A rajzon tömöttebbre vettem a szegélyek rajzát, hogy többet vehessenek a lapra, ezért a támadási vonal hullámos tovahaladása nem mutat kör alakot, hanem ellipszissé hosszabbodott meg. Projektion der räumlichen Anordnung des Eingriffes bei Wagner's Blendersaumschlag. In der Zeichnung sind — um mehr vom Saume zeigen zu können — die gefälltten Bäume dichter gehalten, das wellige Fortschreiten des Hiebes zeigt infolgedessen nicht die Kreisform, sondern schmalere Ellipsen.



4. kép. — Abb. 4.

Wagner szálaló szegélyvágása függőleges metszetben, a támadóvonalra merőleges irányban véve. Legfelső sor: az érintetlen állomány, középső sor: az első belevágás után, alsó sor: a második belevágás után. Baloldalt a zárt állomány fala.

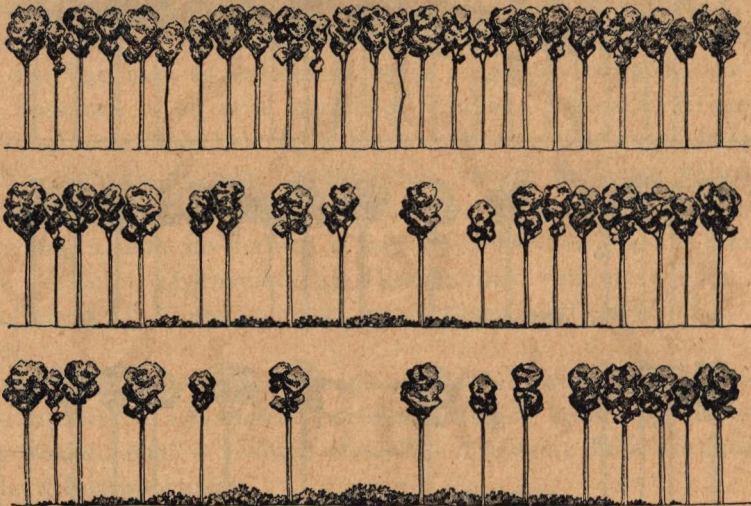
Wagner's Blendersaumschlag im Aufriß. Oberste Reihe: der noch unberührte Bestand, mittlere Reihe: nach dem ersten Eingriff, untere Reihe: nach dem zweiten. Links der Trauf des geschlossenen Bestandes. Der Aufriß steht senkrecht zur Saumlinie.



5. kép. — Abb. 5.

Roth-féle vonalas száralás. A kivágás térbeli eloszlásának vetületi képe. Nagyon óvatos bontás, csekélyebb, mint a 3. képen.

Projektion der räumlichen Anordnung des Eingriffes beim Linienplenterschlage Roth. Sehr vorsichtige Lockerung, schwächer wie bei Bild 3.

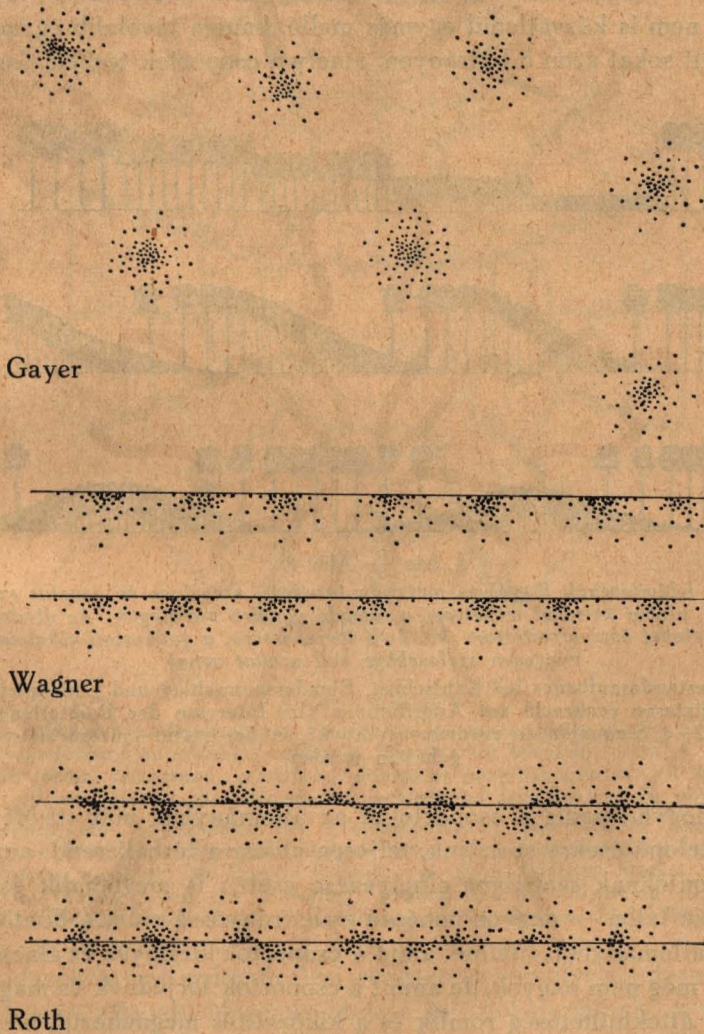


6. kép. — Abb. 6.

Roth-féle vonalas száralás függélyes metszete, merőlegesen a támadóvonalra véve. Legfelső sor: az érintetlen állomány, középső sor: az első belevágás után, alsó sor: a második belevágás után.

Linienplenterschlag Roth im Aufriß. Oberste Reihe: der geschlossene Bestand, Mittelreihe: nach dem ersten, untere Reihe: nach dem zweiten Eingriff. Der Aufriß ist senkrecht zur Angriffslinie genommen.

Ezt is visszavezethetjük a *Gayer*-csoportokra. Hogyha ezeket felsoroztatjuk egyenes vonal — a támadóvonal — mentén, mint gyöngyöket a zsinóron, megkapjuk a vonalas száralást; a támadóvonallal két félkörre osztott csoportok felei közvetlenül szembeállhatnak, úgyhogy teljes köröket adnak, de el is tolódhatnak a támadóvonal mentén, úgyhogy nem ad teljes kört a két-két fél.



7. kép. — Abb. 7.

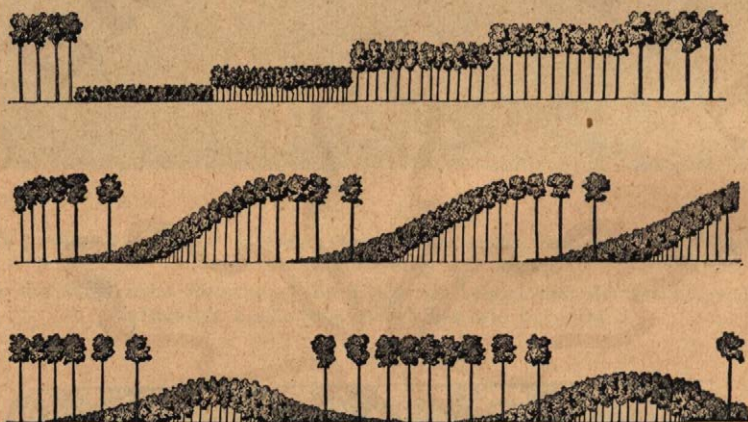
A *Gayer*-féle csoportos felújítás a *Wagner*-féle száraló szegélyvágás és a *Roth*-féle vonalas száralás kivágásai térbeli rendjének sematikus vázolása, ill. összehasonlítása. Minden pont egy-egy döntött törzset jelent.

Schematische Darstellung der räumlichen Anordnung des Eingriffes bei der *Gayer*'schen gruppenweisen Verjüngung, *Wagner*'s Blendersumschläge und *Roth*'schen Linienplenter-schläge. Jeder Punkt bedeutet einen gefällten Baum.

Ezt mutatja vízszintes vetületben az 5., függélyes metszetben a 6. sz. kép. (Az összes képek az „Erdőművelés” könyvemből valók. A vetületképek mind ugyanannak az állománynak vetületét adják, amely tényleges felvételen alapszik. A rajzokat fiam, *ifj. Roth Gyula* okl. erdőmérnök készítette.)

Az eljárások összehasonlítását mutatja vázlatosan a 7. sz. kép.

A Gayer-csoportokat a természetben egyenes vonalakba is sorakoztathatjuk, ha nem is közvetlenül egymás mellé, hanem távolabb egymástól, de ez nem segít sokat azon a hátrányon, amely a csoportok térbeli eiszőrtságá-



8. kép — Abb. 8

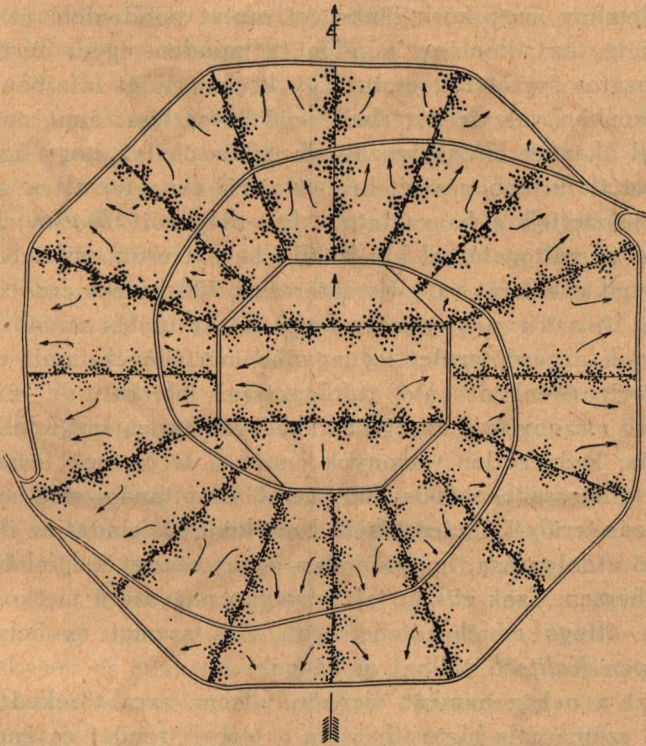
Az állomány felépítésének függélyes metszete tarvágás, szegélyes és vonalas száralás alkalmazásánál, utóbbi kettőnél a metszet a támadó vonalra merőleges. Az ábrázolás érdekében a területeket összeszorítottam kb. 2—4 törzshosszra, a gyakorlati alkalmazásnál lényegesen szélesebbre kell azokat venni.

Aufriß des Bestandesaufbaues bei Kahlschlag, Blendersaumschlag und Linienplenterschlag, die beiden letzteren senkrecht zur Angriffslinie. (Im Interesse der Darstellung sind die Flächen auf 2—4 Stammlängen zusammengedrückt, in der Natur müssen sie viel breiter gehalten werden.)

ból ered. Hogyha pedig a csoportokat az állományban már itt-ott feltűnő apró településekre szorítjuk, teljesen elvész a térbeli rend, amely még a támadópontoknak szabályos elhelyezése esetén is megbomlik és — ami súlyosan esik latba — nagyon nehezzé és hátrányossá válik a döntött anyag kivitele az állományból. Eleinte, amíg a csoportok kicsinyek és alacsonyak, a nehézségek még nem nagyok, de amint a csoportok terjednek és magasabbak lesznek, az áttekinthetőség romlik és a kiközelítés megnehezül, méginkább, hogyha a szomszéd csoportok összefolynak, a kivágásra jelölendő törzsek ki- és felkeresése, jelölése, a döntés és a kiszállítás mind körülményesebb és nehezebb lesz, nagyon könnyen befalazódunk a köröskörül terjedő csoportok között és nem tudjuk kivinni semerre a döntött törzseket.

Azok az eljárások, amelyek elejétől fogva céltudatosan törekszenek a

térbeli rend kialakítására, elkerülük ezeket a nehézségeket, így *Wagner* szegélyes száraló vágása, *Eberhard* ernyős ékvágása és *Philipp* ékernyős vágása, valamint az én vonalas száraló vágásom. Ebben a térbeli rendben rejlik a szabályosan rendezett száraló vágásnak igen nagy előnye, amit a száralóerdőre is ki óhajtok terjeszteni.



9. kép. — Abb. 9.

A vonalas száralás támadóvonalainak elhelyezése a terepen és a döntés és közelítés irányainak megjelölése nyolcszögletű dombkúpon, amely felül fensíkba torkollik. A pontok egy-egy döntött törzset jelentenek, a nyilak a döntés és közelítés irányait. A kép *Wagner* nyomán készült. *Der Blendersaumschlag und sein System*, 20. ábra.)

Die Einlegung der Angriffslinie der Linienplenterung im Gelände mit Angabe der Fällungs- und Bringungsrichtungen, dargestellt an einem achtseitigem Hügel, welcher in eine Hochebene ausläuft. Die Punkte bedeuten je einen gefällten Stamm, die Pfeile die Richtung der Fällung und der Bringung. (Gezeichnet in Anlehnung an das Bild in *Wagner's: Der Blendersaumschlag und sein System*, Figur 20.)

Mindazok a mai erdőművelési rendszerek, amelyek a természetes felújítás alapján állnak, bizonyos száraló jelleget mutatnak: a vágás egyes törzsekre terjed, mindennemű tarolásnak — még apró területeken is — gondos kerülésével, a használatoknak évenként vagy legalább nagyon rövid időközökben való visszatérése minden területegységre és az állandó újulás. Alapvető különbség a mai felújító rendszerek és a tipikus száraló erdő között csak abban az egy körülményben található, hogy a rendes

szálasnál az egy-egy törzs kiemelésével szakított hézagot nem tágitjuk, hanem más és más helyről vágunk, úgyhogy végeredményben az egész állományt át meg át szaggatják állandó lazítással, amelynek hézagaiba és tisztás foltjaiba beletolódik a fiatal nemzedék sűrű ismétléssel, évről-évre újonnan, mindaddig, amíg ki nem alakul a végső kép: az újonnan megteremtett állomány nagy különbséget mutat mindenfelé az erdő egész területén végig, az állomány mindenütt, minden egyes területegységen nagyon változatos összetételt mutat úgy korban, mint fafajban.

Evvel azonban velejár a térbeli rend elvesztése, amit nagyobb területeken avval akartak ellensúlyozni, ill. kiküszöbölni, hogy az erdő területét felosztották kisebb részletekre és évről-évre felváltva más és más területre terjesztették a használatot. Így dolgozott *Biolley* is a couveti erdőben hatéves váltogatással kb. 2600*) ha-nyi erdőterületet szálasva át. *Kalitsch* viszont évenként való visszatéréssel 700 ha-nyi erdőben dolgozik. Közbeszúrom itt azt a megjegyzést, hogy ezt az utóbbi számot, a 700 ha-t tekintem annak az erdőterület legnagyobb mértékének, amit egy-egy ember munkaereje évenként való átdolgozással lebíthat, de már ehhez is kedvező külső viszonyok szükségesek: kedvező terep, megfelelő segítőerők és jó feltárás; kedvezőtlen viszonyok ennek a területnek leszállítását követelnék. Általánosságban 500—700 ha-ral állapítanám meg az évről-évre való átdolgozás területi határértékét. Nem könnyű feladat az ilyen területnek úgy való átdolgozása, hogy minden egyes részlet megfelelő gondozásban részesülhessen. Csak ritkán találni olyan nagyszerű tájékozódó képességet, olyan átfogó emlékezőtehetséget, éles szemet és helyes ítéletet, amilyent éppen *Kalitsch* vallhat magáénak.

Hogy ezt a nehéz munkát megkönnyítsem, arra törekedtem, hogy a szálas erdő számára is biztosíthassam a térbeli rendet és ennek nyomán minden egyes erdőrésznek megfelelő gondozását. Úgy vélem, hogy ezt a célt a vonalas szálasalással sikerült biztosítanom. Ennek a rendszernek nyomában az erdőállomány olyféle felépítést nyer, amilyent *Wagner* szálas szegélyvágása is biztosít.

Az erdő állományának felépítését a különböző vágásrendszerek nyomán mutatja a 8. sz. kép.

Az erdőt felbontjuk apróbb részletekre, amelyek helyét a természetben is megjelölhetjük könnyen annyira, hogy a határok eléggé szembetűnőek lesznek. Ezeknek a területeknek a „szálasó egység“ nevet adtam, mert tényleg minden ilyen részlet egy-egy magában zárt, kis szálasó erdőt ad. A támadó vonal minden ilyen szálasó egységnek a középvonala, tengelye, amely tényleg kb. a területnek közepében fut végig. Minden szálasó egység többé-kevésbé szabályos, ill. szabálytalan négyszöget alkot.

Az állománynak fejújítás céljából való megtámadása a tengely mentén

*) A számadatai emlékezetből idézem.

indul meg és lassan halad tovább kétfelé a zárt állományba. A gyakorlati erdőgazdaságban ezeket a tengelyvonalakat egymástól kb. 4—600 m-nyire fektetjük és úgy jelöljük, hogy a kezdővonal mentén a fákat jó embermagasságban — amennyire karunk jól felér — kerek, kb. 5 cm átmérővel bíró olajfoltokkal jelezzük; mennél több törzset jelölünk így, annál jobb és könnyebb a tájékozódás, főképp azokat a törzseket, amelyek előreláthatólag még hosszú ideig lábukon maradhatnak, vagyis a vékonyabb méretű, jó alakú, egészséges törzseket. Oly olajfestéket használunk erre a célra, amely nem fakul és jól látható, lehetőleg élénk. Ezek a kerek foltok évek hosszabb során át megmaradnak, 4—5, sőt még több éven át, alkalmazásuk nagyon csekély költséget és kevés munkát követel, emellett kiváló jó tájékozódást biztosítanak, ami viszont alapja a teljes és gondos átdolgozásnak. A tájékozódás könnyű voltát és biztosságát még lényegesen fokozhatjuk, hogyha az olajfestékkörökbe lehetőleg sűrűn belerakjuk a szálaló egységek folyószámát (lásd Erdőműveléstan, II. 584. old.). A támadóvonalakat — amint már említettem — a terepviszonyokhoz alkalmazzuk, hogy a döntést és a kiszállítást lehetőleg könnyítsük, egyúttal azonban azt megfelelő irányba is tereljük, mindig lefelé és a még zárt állományba bele.

Két-két szomszédos szálaló-egység egymáshoz érő határvonalának a természetben való megjelölését nem találtam szükségesnek, ezek egyrészt a terepviszonyokból adódnak és onnan leolvashatók, másrészt azonban a döntött anyagnak kiszállítása nyomán a talajon magán úgyis lerajzolódik annyira, hogy újra való megtalálásuk nem ad számottevő nehézségeket. A munkások és fuvarosok fegyelmezése nélkül természetesen rendet tartani nem lehet az erdőben. A közelítés érdekében a tengelyvonal mindkét vége megfelelő szállítónalra kell, hogy támaszkodjék.

A szálaló egységek szélességét nem szabad túlnagyra vennünk, ne hogy nehezítsük a közelítést, szélességüket a tengelyvonal hossza adja, ami 300—500 m körül lehet. Két-két tengelynek egymástól való távolsága kb. 400—600 m körül lévén, egy-egy szálaló egységnek kiterjedése = $400-600 \times 300-500$ m, ami 12—23 ha-nak felel meg.

Hogyha a vágásnak évi 2—3 m előrehaladásával számolunk, akkor kereken 100 év alatt érünk végig a támadó vonaltól a szálaló-egység széleig. Nagyobb erdőterületeknél két-két belevágás közé többévi időközt iktathatunk, ennek megfelelően az évi haladásnak is nagyobbnak kell lennie. A település a támadóvonalban indul meg és onnan tolódik a bontás haladásával mind tovább és tovább a szálaló-egység széle felé.

Az eljárást több kísérleti területen kipróbáltam, amelyek közül kettőt az erdészeti kutató intézetek nemzetközi szövetsége 1936. évi IX. kongresszusának is bemutattam. Azt remélem, hogy járható utat találtam a szálaló erdőnek térbeli rendjéhez, ami eddig hiányzott. A vonalas szálalás támadó-

vonalaik elhelyezését a természetben — figyelemmel a fent mondotakra — mutatja a 9. sz. kép. Az eljárás minden nehézség nélkül ott is alkalmazható, ahol csak a természetes felújítás a célunk, amelyet bizonyos rövidebb időszak alatt akarunk keresztülvinni, vagyis hogyha nem szálaló erdőre törekszünk, hanem a szálaló vágás rendszerét alkalmazzuk.

Fentiekben nem óhajtottam aprólékos leírást adni, csak a rendszer alapelveit kívántam körülírni, nagyon örvendenék, ha szavaim nyomán mások is kísérletet tennének evvel az eljárással. A rendszer élettani, erdőműveléstani és rendezéstani részleteire nem terjeszkedem ki, mert ezek ugyanazok, amiket *Wagner* munkáiban oly nagyszerűen leírt.

Linienplenterung und Linienplenterschlag.*)

Von: Prof. Gyula Roth (Sopron).

Ich bekenne mich als Anhänger der natürlichen Verjüngung. Ich bestreite durchaus nicht die Berechtigung und die Erfolge der künstlichen, verkenne auch nicht, daß an vielen Orten die letztere zur Anwendung kommen muß, bin jedoch der Überzeugung, daß es eine forstliche Sünde ist, die natürliche Verjüngung nicht anzuwenden, wenn die gegebenen Verhältnisse die Anwendung derselben zulassen.

Es ist ja bekannt, daß vor nicht allzulanger Zeit die künstliche Verjüngung auf Kahlflächen mit ihrer Übersichtlichkeit und strengen Planmäßigkeit, ihrer genauen Flächeneinteilung, ihren gleichalten und schnurgerade ausgerichteten Beständen usw. als das Höchstziel und Höchstergebnis der Waldwirtschaft galt. In Ungarn erschienen noch in meiner Jugend Flugblätter von der Hand unserer besten Fachgenossen, deren Zweck es war, die künstliche Pflanzung dem Laien, den weitesten Kreisen der Bevölkerung mundgerecht zu machen. Auch der Fachunterricht war überwiegend auf die Pflanzung eingestellt, das frühere ungarische Forstgesetz: G.-A. XXXI. vom Jahre 1879 stand auf der Grundlage des Kahlschlages.

Als Hörer des zweiten Jahrganges unserer Forsthochschule in Selmecbánya (Schemnitz) führte uns ein Studienausflug im Jahre 1895 in die Waldungen von Badin (damals kön. ung. Forstdirektion Besztercebánya, Oberungarn, heute Banská Bištrica, Slowakei), wo uns Oberförster Seenger wunderschöne Jungbestände von Traubeneiche und Tanne vorzeigte, welche er — entgegen den Vorschriften des Betriebsplanes, wo Kahlschlag mit Fichtenpflanzung vorgeschrieben war, — auf eigene Faust auf natürlichem Wege geschaffen hatte. Noch heute klingen mir seine Worte im Ohr: „Folgt immer nur der Spur der Natur! Wo die Natur Tannen und Eichen hingegeben hat, dort sollt Ihr nicht künstlich Fichten hinpflanzen.“

*) Erschienen im I. Heft der Zeitschrift *Intersylva*, Organ des Centre international de sylviculture, 1940. Berlin-Wannsee. — Ich benützte im Anschluß an *Chr. Wagner* die Schreibweise „Blender“, da aber *Wagner* zu der Überzeugung kam, daß der Ursprung des Namens nicht in blinden zu suchen sei (Lehrbuch der theoretischen Forsteinrichtung 123), sehe ich keinen Grund zum Festhalten dieser Schreibweise und greife zu der gebräuchlicheren Schreibart: „Plenter“.

Natürliche Verjüngungen in Tanne und Traubeneiche sah ich auch in den Waldungen des damals kön. ung. Forstamtes zu Zsarnócza (heute Slowakei), in der Nähe von Selmecebánya.

Eine achtjährige Praxis teils in Stieleichenwäldungen in Südungarn (Banat, heute Rumänien), dann in Görgényszentimre (Marostal, Siebenbürgen, heute wieder heimgekehrt) brachte mir so ziemlich ausschließlich künstliche Verjüngungen vor die Augen und reifte den Entschluß, die natürliche Verjüngung mehr in den Vordergrund der ungarischen Forstwirtschaft zu bringen, welchem Entschluß eine längere Studienreise durch Mitteleuropa — gelegentlich derer ich wechselvolle Bilder natürlicher und künstlicher Verjüngung in überreicher Anzahl sah — noch mehr Nachdruck verlieh. So kam ich im Jahre 1904 in den Dienst der ungarischen forstlichen Versuchsanstalt, welche im Jahre 1900 ins Leben gerufen war und welcher auch das forstliche Versuchsfeld zu Szabéd (Mezőség, Siebenbürgen) angehörte, an welchem ich seit vier Jahren gearbeitet hatte.

Meine Aufgabe war in erster Reihe die Schaffung von Durchforstungsflächen verschiedener Art und die Durchführung natürlicher Verjüngungen verschiedener Systeme.

In diese Zeit fiel das Erscheinen der Schriften von *Chr. Wagner*, welche mich mächtig anregten, da ich in denselben in klaren Worten ausgedrückt fand, was meine bisherigen Arbeiten auch mir zum Bewußtsein gebracht hatten: die Rolle der räumlichen Ordnung im Walde, welche beim Kahlschlag ganz selbstverständlich herrschend zu Tage tritt, dagegen bei den natürlichen Verjüngungen mehr oder weniger, oft auch ganz verschwindet; dieses Verschwinden fand ich als großen Nachteil der Naturverjüngung, ein schwerwiegendes Hindernis für die allgemeine Anwendung in der forstlichen Praxis.

In der ungarischen forstlichen Literatur spielte die natürliche Verjüngung damals kaum eine Rolle. Der im Jahre 1898 erschienene 700 Seiten starke Waldbau von *Jenő Vadas* (1. Auflage) widmet der Naturverjüngung knappe 25 Seiten und erwähnt nur Plenterung und Plenter Schlag, Schirmschlag und *Gayer's* gruppenweise Verjüngung.

Wohl deshalb begegnete die Ausführung der beabsichtigten Versuche mit verschiedenen Verfahren der Naturverjüngung vielen, teils ganz unerwarteten Schwierigkeiten, erst im Jahre 1912 war es mir möglich, selbe in die Wege zu leiten.

Ich stellte drei Verfahren unter Versuch: Schirmschlag, streng nach der bekannten Schablone mit drei Hieben im Großflächenausmaß, dann *Gayer's* horst- und gruppenweise Verjüngung und *Wagner's* Blendersaumschlag, genau Ost-West orientiert, bzw. 10^0 Abweichung.

Nach einigen Jahren wurden meine Arbeiten durch den Weltkrieg unterbrochen, nach dieser erzwungenen Pause konnte ich vom Jahre 1923

ab meine Versuche an mehreren Orten fortsetzen, doch ließ ich auf Grund der bisherigen Erfahrungen den Schirmschlag ganz fallen, nahm dagegen an einigen Stellen noch *Eberhard's* Schirmkeilschlag zum Vergleich und legte die *Wagner-Säume* auch in anderen Orientierungen, nicht nur Ost-West. Das flächenweise gleichförmige Eingreifen — Schirmschlag — brachte nur teilweise Erfolg, von günstigen Zufällen abhängig, das örtlich wechselnde Fortschreiten des Eingriffes erwies sich als verlässlich und brachte bei jedem der angewandten Verfahren ständigen Erfolg, abgesehen von einigen Versagern, die ihre besonderen Gründe hatten.

Meine Beobachtungen bestätigten die Angaben *Wagner's* bezüglich der guten Wirkung des Nordsaumes. Am reichlichsten und schnellsten kamen die Pflanzen am Nordsaume an; doch fanden sich dieselben in genügenden Mengen auch bei anders orientierten Säumen ein.

Schon im Tannen-Fichtenwalde fiel mir auf, daß sich Anflug nicht nur im gelockerten Saum, sondern auch im Innensaum, von dem Trauf an in den geschlossenen Bestand hinein einstellt, also an Stellen, welche *Wagner* selbst als unfruchtbar bezeichnet. Allerdings ging ich beim Aushieb sehr vorsichtig vor und vermied nach Tunlichkeit jedweden so weitgehenden Schlußdurchbruch, welcher den Sonnenstrahlen unmittelbaren Zutritt geöffnet hätte.

Noch auffallender trat dies beim Laubwalde in Erscheinung, bei der Buche, umsomehr bei Eiche, Hainbuche und auch bei den sich von selbst lichtenden Nadelhölzern. (*Pinus*.)

Das verschiedene Verhalten der Holzarten steht zweifellos im Zusammenhang mit der Tatsache, daß die Verschiedenheiten des Einhiebes, das allmähliche Abnehmen der Stärke des Eingriffes, der Wechsel der Stärke auch der Angriffslinie entlang, der wechselnde Übergang vom geschlossenen Bestand in die bereits stark gelichteten Teile, im Tannen- und Fichtenwalde viel schärfer herauszubringen sind, wie im Laubwalde. Ich erinnere mich an eine Beobachtung, welche ich vor langen Jahren im Gaildörfer Osterbachrevier machte, als ich früh morgens mit Forstmeister *Weinkauff* (*Speyer*) das Revier beging. Die Morgensonne sandte ihre Strahlen dem Saumschlage entlang und zeichnete auf der senkrecht zur Schlaglinie laufenden Straße die langen Schatten der Stämme ab, wie schraffiert vom vollen Licht bis zum vollen Schatten reihten sich die Schattenstreifen aneinander, in auffallender Regelmäßigkeit immer dichter werdend.

Es läßt sich auch im Laubwalde dieser Charakter ablesen, doch selten in so vollendeter Regelmäßigkeit, meist mehr-weniger verschwommen.

An vielen Stellen meiner Versuchsflächen, wo die Angriffslinien auf 80—100 Meter voneinander eingelegt waren, kam die Verjüngung nicht nur der Saumlinie entlang, sondern lief durch die ganze Breite mehrerer Säume hindurch in zusammenhängender Fläche.

Dies führte mich zur Überzeugung, daß es nicht notwendig sei, den Hieb nur in einer Richtung vorzutreiben, man kann, ohne die Aussicht auf Erfolg zu schmälern, beiderseits fortschreiten, man muß allerdings vorsichtig arbeiten, um nicht zu plötzlich und zu vieles Licht in den Bestand zu bringen.

Solch beiderseitiges Fortschreiten hat gewisse Ähnlichkeit mit *Eberhard's* Schirmkeilschlägen, vermeidet jedoch die gleichmäßige Lockerung auf größerer Fläche, welche mit der Keilform verbunden ist, und schiebt sich nicht in Keilform mit der Spitze vorwärts, sondern beginnt in der ganzen Breite des jeweilig angegriffenen Abschnittes — *Wagner's* Schlagreihe —, von mir bei der Linienplenterung „Plentereinheit“ genannt.

Viele Schwierigkeiten bereitete mir die strenge Einhaltung der Ost-West-Orientierung. Auf ebenem Boden und bei Südhängen, wo der Hieb dem Hange entlang abwärts schreitet, geht die Arbeit glatt, sowie aber der Hiebsfortschritt bergauf oder schräg bergauf führt, kamen die Schwierigkeiten, welche sich mit der Steilheit des Hanges und der schärferen Zerissenheit des Geländes steigerten. Ich versuchte vergebens, meine Arbeiter zum Bergauffällen und Bergaufbringen zu bewegen, es ging nicht! Ich mußte nachgeben und danach trachten, die Angriffslinien in günstigen Zusammenhang mit der Fällung und der Abfuhr zu bringen.

Dies verlangte aber die Anpassung der Angriffslinien an die Gelände- verhältnisse, ohne Rücksicht auf die Himmelsrichtung. Die Fällung und Bringung muß senkrecht oder wenig geneigt zur Angriffslinie nach außen — gegen den noch geschlossenen Bestand — erfolgen, die Angriffslinie selbst verläuft bei niederen, flachen Rücken und Kämmen unmittelbar diesen entlang, Fällung und Bringung erfolgt beiderseits talabwärts; bei langgestreckten Hängen wird die Angriffslinie dem Gefälle entlang eingelegt, Fällung in die Schichtenlinie oder schräg abwärts, Bringung durch den noch geschlossenen Bestand bis zum Rand der benachbarten Plentereinheit. Auf ebenem Boden soll die Richtung Ost-West eingehalten werden, wenn dem nicht äußere Umstände im Wege stehen.

Auf diesen Erfahrungen baute ich den Linienplenterschlag auf, welcher im allgemeinen *Wagner's* Grundsätzen folgt, vom selben in zwei Bezügen abweicht: 1. Hiebsfortschritt nach beiden Seiten senkrecht zur Angriffslinie. 2. Orientierung der Angriffslinien den Gelände- verhältnissen so angepaßt, daß Fällung und Bringung möglichst erleichtert wird.

*

Die tatsächliche Durchführung der Hiebsanzeichnungen zeigte mir, daß eine grundsätzliche Übereinstimmung zwischen *Gayer's* und *Wagner's* Verjüngungshieben herrscht, welche sich auch auf meine Linienplenterungen übertrug.

Ich muß vorausschicken, daß ich bei diesem Vergleich die prinzipiellen

Charakterzüge der Verfahren zur Richtschnur nahm, bei der Durchführung werden sich gewisse Abweichungen ergeben, welche jedoch den theoretischen Grundzügen keinen Eintrag tun.

Gayer's horst- und gruppenweise Verjüngung greift den Bestand an verschiedenen Stellen an, doch stets von einem Mittelpunkt aus nach jeder Himmelsrichtung kreisförmig vordringend. Um den Mittelpunkt herum wird am stärksten gelockert, nach außen hin stets abnehmend, wie die Wellenringe, wenn wir einen Stein in einen ruhenden Wasserspiegel werfen, nach außen stets abnehmen. Dies zeigt mit auf den Boden projizierten Kronen Bild 1, zum Vergleiche dient Bild 2, das Schema des Schirmschlages — überall gleichförmige Lockerung — bei beiden Bildern ist mit gekreuzten Strichen der erste Einrieb, mit einfachen der zweite angedeutet. (Siehe Abb. 1. und 2. im ungarischen Text auf S. 206 u. 207.)

Wagner's Blendersaumschlag geht von einem geraden Strich, der Angriffslinie aus, Hiebsfortschritt nur in einer Richtung, senkrecht zur Angriffslinie. Der Aushieb ist aber nicht gleichmäßig, sondern wellig, abwechselnd weiter und weniger weit in den geschlossenen Bestand hineingreifend, an einigen Stellen werden einzelne Stämme in der Angriffslinie selbst noch stehend belassen. Dies zeigt — wieder auf den Waldboden projiziert — Bild 3., im Aufriß betrachtet Bild 4. (Siehe S. 209.)

Das Eingreifen und Vorschieben des Angriffes gibt hier ungefähr dasselbe Bild, als wenn die *Gayer's*chen Gruppen jede in der Mitte geteilt und dann die Halbkreise der Angriffslinie entlang nebeneinandergereiht würden.

Meine Linienplenterung geht ebenfalls von einem geraden Strich, der Angriffslinie — Mittelachse der Pientereinheit — aus und greift ganz in derselben Weise in den Bestand ein, der Angriffslinie entlang am stärksten, von dort in den Bestand hinein stets abnehmend, doch nicht gleichmäßig, sondern stets wechselnd wellig; aber nicht nur in einer Richtung, sondern in beiden Richtungen senkrecht zur Angriffslinie.

Auch dies läßt sich auf die *Gayer*-Gruppen zurückführen. Wenn wir diese in einem geraden Strich aneinanderreihen, wie Perlen an der Schnur, bekommen wir den Linienplenterschlag; die durch die Angriffslinie geteilten Gruppenhälften können sich gegenüberstehen, so daß beide einen vollen Kreis geben, sie können aber auch der Angriffslinie entlang verschoben sein, so daß die beiden Hälften nicht zusammenfallen.

Dies zeigt in der Projektion Bild 5, im Aufriß Bild 6. (S. S. 210.)

(Die Projektionsbilder sind alle auf das gleiche Grundbild gezeichnet, die Kronenprojektion eines Bestandes, welche ich der Natur entnommen habe. Sämtliche Bilder sind meinem in ungarischer Sprache geschriebenen Waldbau entnommen. Gezeichnet von meinem Sohne Forstingenieur *Gyula Roth jun.*)

Den Vergleich der verschiedenen Verfahren zeigt ganz schematisiert Bild 7. (Siehe S. 211.)

Es können wohl auch die *Gayer*-Gruppen in gerade Reihen gebracht werden, doch ändert dies nicht viel. Wenn wir das *Gayer*-Verfahren auf die im Bestande hier und dort schon auftauchenden Anfluggruppen beschränken, verliert sich die räumliche Ordnung ganz, aber auch bei regelmäßiger Verteilung der Angriffspunkte leidet die räumliche Ordnung, außerdem — was noch schwerer wiegt — stößt die Abfuhr des angefallenen Holzes auf Schwierigkeiten. Anfangs geht es noch, aber wenn die Gruppen und Horste größer und höher werden, ist die Sicht behindert und die Abfuhr erschwert, noch mehr, wenn dann die Nachbargruppen zusammenfließen; das Aufsuchen der Stämme, die Fällung und Bringung wird immer umständlicher und schwieriger, man mauert sich leicht ein zwischen den großen Gruppen und kann mit den Stämmen nirgends hinaus.

Jene Verfahren, welche von Anfang an auf räumliche Ordnung zielbewußt hinstreben, weichen diesen Schwierigkeiten aus, so *Wagner's* Blendersaumschlag, meine Linienplenterung, dann auch *Eberhard's* Schirmkeilschlag und *Philipp's* Keilschirmschlag. Hierin liegt ein sehr großer Vorteil des räumlich geregelten Plenterschlaages, den ich auch auf den Plenterwald selbst übertragen möchte.

Die auf der natürlichen Verjüngung fußenden heutigen Verfahren des Waldbaues weisen alle einen gewissen Plentercharakter auf: Herausnehmen einzelner Stämme, Vermeiden von Kahlflächen auch kleinster Ausdehnung, ständige Wiederkehr der Nutzungen und ständige Verjüngung von Jahr zu Jahr, zum mindesten in sehr kurzen Zwischenräumen über die ganze Fläche des Waldes hin. Grundlegenden Unterschied dem Plenterwalde gegenüber finde ich nur darin, daß beim Plenterbetriebe die durch Herausnahme eines Baumes gerissene Lücke nicht vergrößert wird, sondern an anderer Stelle eine neuere Lockerung erfolgt, so daß der ganze Altbestand überall gelockert und darunter und dazwischen die junge Generation eingeschoben wird, was sich ständig wiederholt, der neugeschaffene Bestand weist schließlich große Altersunterschiede auf und der ganze Bestand wird außerordentlich wechselnd.

Dies bedingt aber auch eine räumliche Unordnung, welcher man bei größeren Flächen dadurch zu begegnen suchte, daß man die Waldfläche in kleinere Teile aufteilte und wechselnd jährlich einen solchen Teil nutzte. So arbeitete auch *Biolley* in den Waldungen von Couvet in sechsjährigem Wechsel auf einer Fläche von ungefähr 2600 Ha,*) *Kalitsch* arbeitet in jährlicher Wiederkehr auf rund 700 Ha.

Ich möchte hier die Bemerkung einschieben, daß ich die letztere Zahl,

*) Die Zahlenangaben erwähne ich aus dem Gedächtnis.

rund 700 Ha als die Höchstausdehnung jener Waldfläche betrachte, welche in plenterweiser Bearbeitung von einer Menschen Arbeitskraft je Jahr gemeistert werden kann. Auch dies nur unter günstigen Umständen, flaches Gelände und entsprechende Hilfskräfte, ungünstige Verhältnisse werden noch eine Herabsetzung dieser Fläche verlangen, im allgemeinen kann man 500—700 Ha als Grundzahl für die jährliche Wiederkehr der Durcharbeitung nehmen.

Es ist auf keinen Fall eine leichte Aufgabe, eine solche Fläche so durchzuarbeiten, daß jeder Teil des Waldes entsprechend behandelt wird. Man findet nur selten so einen hervorragenden Orientierungssinn, so ein umfassendes Gedächtnis und so ein scharfes Auge und richtiges Urteil, wie dies *Freiherrn von Kalitsch* eignet.

Um die Arbeit zu erleichtern, war ich bestrebt, räumliche Ordnung auch in den Plenterwald zu bringen und die entsprechende Durcharbeitung jedes Waldteiles zu sichern. Dazu erscheint mir die Linienplenterung geeignet. Sie gewährleistet einen ähnlichen Aufbau des Waldes, wie der Blendersaumschlag, Auflösung auf kleinere Flächen, welche auch in der Natur soweit angezeichnet werden, um die Grenzen derselben genügend festzulegen. *Wagner* nennt diese „Schlagreihen“, Ausdehnung je von einem Saume bis zum anderen. Ich gab ihnen den Namen „Plentereinheit“, da jede dieser Flächen eigentlich einen in sich geschlossenen kleinen Plenterwald darstellt. Den Aufbau des sich aus den verschiedenen Verfahren ergebenden Bestandes zeigt Abb. 8. auf S. 212. Die Angriffsilinie bildet die Mittellinie der Plentereinheit, selbe liegt tatsächlich ungefähr in der Mitte derselben. Jede Plentereinheit ist ein mehr-weniger regelmäßiges, bzw. unregelmäßiges Viereck.

Der Angriff des Bestandes erfolgt längs dieser Mittellinie und schreitet langsam und stetig beiderseits in den Bestand hinein. Die Mittelachsen werden im Wirtschaftsbetrieb auf ungefähr 400—600 Meter voneinander in den Bestand eingelegt und ständig angezeichnet in der Weise, daß der Mittellinie entlang rechts und links die Bäume ungefähr in Manneshöhe mit 1—2 Stück je 5 cm großen, runden Ölfarbenflecken bezeichnet werden. Diese Marken werden hauptsächlich an jenen Bäumen angebracht, welche lange Zeit stehend belassen werden können, schwächere, doch genügend gut geformte Stämme, welche im Jungwuchs verbleiben können und erst nach und nach geschlagen werden. Ich benütze hierzu lichtblaue, nicht bleichende Farbe, die Marken bleiben 4—5 und noch mehr Jahre gut sichtbar, die Anbringung derselben erfordert nur sehr wenig Zeit und wenig Kosten. Dieselben erleichtern die Orientierung nach beiden Seiten außerordentlich und sichern die gleichmäßige und volle Durcharbeitung. Die Leichtigkeit und Sicherheit der Orientierung wird noch erhöht, wenn man an möglichst vielen Marken noch die laufende Zahl der Linien anbringt,

wie ich dies in Band II. auf S. 584 meines Waldbaues gezeigt habe. Die Angriffslinien werden — wie schon früher erwähnt — den Geländeverhältnissen angepaßt, um die Fällung und Bringung nach Möglichkeit zu erleichtern, gleichzeitig aber dieselbe in die entsprechende Richtung zu leiten, stets gegen den noch geschlossenen Bestand.

Die aneinanderstoßenden Grenzen zweier Plentereinheiten so anzuzeichnen, fand ich nicht für notwendig, diese ergeben sich aus der Geländeform und zeichnen sich infolge der Abfuhr des anfallenden Holzes von selbst am Boden ab.

Die Breite der Plentereinheiten darf nicht groß genommen werden, um die Bringung nicht zu erschweren. Beide Seiten müssen sich in angemessener Entfernung auf einen Abfuhrweg stützen. Die Breite ist mit der Länge der Mittelachse, der Angriffslinie des Hiebes, gegeben und soll etwas kleinere Ausmaße zeigen, wie die Tiefe, die Entfernung von Mittelachse zur Mittelachse, ungefähr 300—500 m. Da die Tiefe auf S. 223 mit 400—600 m angegeben ist, ergibt dies Plentereinheiten im Ausmaße von je 12 bis 30 Ha.

Wenn wir mit einem jährlichen Hiebsfortschritt von 2—3 m rechnen, gelangen wir in rund hundert Jahren von der Angriffslinie bis zum Rande der Plentereinheit, der Plenterwaldcharakter erscheint voll gewahrt. Bei größeren Waldflächen kann zwischen je zwei Eingriffe einer Plentereinheit ein Zeitraum von einigen Jahren gelegt werden, der Hiebsfortschritt muß dann entsprechend größere Schritte machen. Die Verjüngung beginnt in der Angriffslinie Fuß zu fassen und schiebt sich mit dem Weiterschreiten immer mehr gegen den Rand der Plentereinheit zu.

Die Lagerung der Angriffslinien, sowohl wie die Fällungs- und Bringungsrichtung, angepaßt an die Geländeverhältnisse, zeigt Abb. 9 auf Seite 213.

Ich habe die Linienplenterung auf mehreren Versuchsflächen durchgeführt, einige davon auch dem Kongresse des Internat. Verbandes forstl. Forschungsanstalten im Jahre 1936 vorgezeigt und glaube damit einen gangbaren Weg zur Sicherung räumlicher Ordnung auch im Plenterwalde gefunden zu haben. Sie läßt sich auch dort mit Erfolg durchführen, wo die natürliche Verjüngung eines Bestandes in einer kürzeren Spanne Zeit zur vollen Vollendung zu bringen ist, also kein Plenterwald geplant wird, sondern die natürliche Verjüngung eines Bestandes, d. h. Linienplenter-schlag zur Anwendung kommt.

Es war nicht meine Absicht, eine bis ins kleinste gehende Beschreibung zu geben, ich wollte das Verfahren nur in seinen Grundsätzen schildern, es würde mich freuen, wenn auch andere dasselbe versuchen würden. Auf die biologischen, waldbaulichen, einrichtungstechnischen und andere Eigenheiten einzugehen, erübrigt sich wohl, da diese dieselben sind, wie sie *Wagner* in seinen Werken schildert.

A magyar szikések erdősítéséről.*)

A Centre international de sylviculture-nek 1940. évi magyarországi gyűlése alkalmából írta és előadta: *Roth Gyula*.

A Nagy Magyar Alföld erdősítéséhez — amiről *Molcsány* miniszteri tanácsos úr beszélt volt a napokban — hozzátartozik a futóhomoknak és a szikéseknek erdősítése is. Ezeknek a területeknek kiterjedéséről csak hozzávetőleges adatokat kaphatunk, mert talajuk sokszor annyira észrevétlenül fut bele más talajokba, hogy biztos határukat nem tudjuk megállapítani.

Az a futóhomokunk, amelyet nagyobb részben már erdő borít, részben pedig még bevonható az erdősítésekbe, kb. 200.000 ha-ra tehető. Két nagy futóhomokvidékünk, a delibláti homokpuszta és a morvamenti futóhomok — amelyen mindakettőn a magyar erdőgazdaság hatalmas munkát végzett volt —, a világháború óta mai napig is elveszett számunkra.

A szikések területét *Treitz* 350.000, *Rohringer* ellenben 170.000 ha-ra teszi, ebből talán 50.000 ha lesz az erdő számára hozzáférhető; a ma már erdősített szikések területe nem nagy, számadatot nem tudtam szerezn.

Hogyha ezeknek a területeknek kiterjedése nem is nagy és nem is lesz az sohasem, mégis nagyon értékes és fontos területek, mert oly vidéken fekszenek, ahol nagyon csekély az erdősültség, általában csak 3—5%, de egyes részeken az egy százaléknak is csak tört részeit éri el, megfelelő területű erdőállománynak odateremtése pedig különböző súlyos okokból feltétlenül szükséges. Még nagyobb ezeknek a területeknek fontossága az erdészeti tudományos kutatás szempontjából, mert ezek az erdők adják a legsúlyosabb feladatainkat és oly kérdések elé állítanak, amelyek jórészt még ma nincsenek megoldva. De viszont éppen ezért ezek az erdők erdészeti szempontból megítélve a legérdekesebbek és legtanulmányosabbak, amit a magyar erdőgazdaság felmutathat.

Ennek felismerésében a magyar erdészeti kutatás már régóta foglalkozott ezekkel a kérdésekkel és külön kísérleti telepekre is törekedett — legrégebb idevágó javaslatom 1911-ből való. De kézzelfogható eredménye-

*) A német eredetinek szerzői fordítása.

ket ezek a tervezések csak a világháború után érleltek, amely tudvalevőleg hazánk erdőségeinek majd kilenctizedrészét vitte el és a fainség fenyegető rémét állította elibénk.

Így keletkeztek a kecskeméti m. kir. erdészeti futóhomok kísérleti telepek és a püspökladányi m. kir. erdészeti szikkísérleti telep, mely utóbbit holnap be fogják járni.

Szavaim elsősorban erre a telepre vonatkoznak, ill. azokra a kérdésekre, amelyek a szikésekkel kapcsolatban felmerültek és ennek a telepnek létesítéséhez vezettek. Hozzá kell azonban tennem, hogy nemcsak a kutató intézetünk és nemcsak ez a kísérleti telep foglalkozik a szikések erdősítésével, hanem különböző erdőgazdaságok is, úgy magánbirtokok, mint állami, testületi és más erdőgazdaságok.

Az erdészeti irodalomban, sajnos, ezekről csak kevés adatot találunk.

A szikések mezőgazdasági használata körül jóval bővebb az irodalom, külön 500 oldalas kötet is jelent meg idevágó cikkekkel, „a magyar szikések” cím alatt.¹⁾ A m. kir. földtani intézet évkönyveiben is jelentek meg ismételt a szikkel foglalkozó munkák. Ezekből merítettem én a mai előadásomat.

A szíkes talajok igazolják a talaj dinamikájáról szóló mai felfogásunkat, a talajalakulás folytonos változását. Ez a változás a szíkes talajban többé-kevésbé, de többnyire nagyon is kedvezőtlen irányban halad; a mi feladatunk, hogy ezt a változást más, jobb irányba vezessük és a hátrányos tulajdonságait megszüntetve, lehetővé tegyük a szikések erdőgazdasági hasznosítását.

A szíkes talajokat beteg talajoknak tartjuk.

Legfőbb tulajdonságuk, amelyik minden szíkest jellemez, a *Na*-kationok vezető szerepe a talajban. Ezért nevezi őket 'Sigmond nátriumtalajoknak, mert más talajban a *Na*-kationoknak csak alárendelt szerep jut, a szikben túlsúlyra jutnak.

Régebben azt tartottuk, hogy a sziktalaj egyszerűen alkálisókban gazdag föld. A mesterséges zeolithok tanulmányozása vezette 'Sigmondot arra a meggyőződésre, hogy a kérdés nem oly egyszerű, mert az alkálizálás a talajnak mélyremenő megváltoztatását jelenti. A talajnak abszorpció komplexuma²⁾ bizonyos körülmények között fel tudja venni és visszatartani a *Na*-kationokat is, amivel a talajnak diszperziófoka nagyszabású változás alá esik.

Az abszorpció komplexum két ellentétes villanyos töltéssel bíró részből áll, és pedig negatív töltésű, oldhatatlan savgyökből (anión, acidoid) és pozitív töltésű kationokból (*Ca*, *Mg*, *K*, *Na* vagy *H*.)

¹⁾ A magyar szikések. A földművelésügyi miniszter kiadványa. Budapest, 1934.

²⁾ 'Sigmond ezt a kifejezést használja a régebben nála is szereplő humusz—zeolith-komplexum kifejezés helyett.

Aszerint, hogy milyen töltésű kationok veszik körül és telítik az abszorpciós komplexum negatív töltésű magvát, megváltozik a talaj agyagos részeinek vegyi és fizikai viselkedése.

Jó fekete talaj abszorpciós komplexuma 80—90%-ig *Ca*-mal telített, van benne még *Mg* és *K*, de *Na* elenyészően kevés. Ez a talaj morzsás, a morzsák nem folynak szét az esővízben, hanem megmaradnak.

Ha azonban a *Na* kiszorítja az abszorpciós komplexum *Ca*-kationjait, akkor az agyagos rész szétfolyik az esővízben.

Mivel pedig nagyon kevés *Na* is elég ahhoz, hogy ezt a szétfolyást előidézzék és a legnagyobb diszperzióval éppen a *Na*-mal telített talaj bír, 'Sigmund' ezeket a talajokat nátriumtalajoknak nevezi. A mi szikesekünk mind nátriumtalajok.

A *Na* szikesekben többnyire szóda (Na_2CO_3), glaubersó (Na_2SO_4) és konyhasó (*NaCl*) alakjában fordul elő.

Debrecen vidékén gyűjtött, kivirágzott szikso két próbájának vegyi elemzése a következő adatokat adta:

Na_2CO_3	73'0	48'1%
<i>NaCl</i>	2'0	31'7 „
Na_2SO_4	10'4	0'2 „

A szikes talajok keletkezését a tudományos kutatás sokszor tárgyalta, de az ellentétes nézetek megegyezésre nem jutottak.

Eléggé általános elismerésre jutott a nemrég elhalt 'Sigmund Elek' egyetemi tanár beosztása és meghatározása, aki a szikes talajokat a szerves és ásványi eredetű talajok főcsoportjába és a humosiallitalajok alcsoportjába osztja be, öt főtípusra bontva őket.³⁾

1. Alkálisós talajok.
2. Sós alkálitalajok.
3. Kilúgzott alkálitalajok.
4. Degradált alkálitalajok.
5. Regradált alkálitalajok.

A magyar szikesek zöme a 2., 3. és 4. sz. alatt szereplő főtípusokhoz tartozik.

1. *Alkálisós talaj* egyszerűen alkálisókkal átitatott, tehát sós talaj, anélkül, hogy az alkálisók, főképp a nátriumsók, a talaj abszorpciós komplexumát átalakították, alkálizálták volna.

2. *Sós alkálitalaj* nemcsak alkálisókat tartalmaz, hanem maga a talaj is alkálizálódott, vagyis abszorpciós komplexumába annyi nátriumkationt vett fel, hogy a talaj alkálitalaj marad még akkor is, hogyha az alkálisók

³⁾ L. az említett forrásokon kívül még 'Sigmund': Talajtan. Budapest, 1938.

kimosódnak belőle. Ide tartozik a szíkeseinknek az a része — főképp a Duna—Tisza között és a Tiszabalparton —, amelyek összes sótartalma a 0'20%-ot meghaladja.

A talaj alkálizálódása úgy értendő, hogy a *Na* a talaj abszorpciós komplexumát annyira áthatja, hogy ez a talaj diszperziójában kifejezésre jut. Eddigi tapasztalataink szerint a sziktartalom a talaj fizikai tulajdonságait határozottan hátrányosan alakítja, hogyha a kicserélhető kationok összes egyenértékének több, mint 12—15 %-át éri el a *Na*.

Lehetséges az is, hogy a *Na*-nak diszperzáló hatását még fokozza, hogyha az abszorpciós komplexumban a *Ca* kárára *Mg* is felhalmozódott. Utóbbinak szerepe még nincs tisztázva.

A szíkes talaj sajátosságaira még a következő tényezők is hatnak. Általánosságban a *Ca*-kationok abszorpciós ereje jóval nagyobb, mint a *Na*-é. Ha azonban *Na*-sók bármi okból felhalmozódnak a talajban, akkor oly tömény nátriumsóoldatok keletkezhetnek, hogy a *Ca*-nak nagyobb abszorpciós erejét lerontják, vagy legalább is kiegyenlítik. Ilyent mutatnak a következő elemzésadatok a Hortobágy talajáról:

Összes kicserélhető bázisérték:	14'50%.
Ennek megoszlása:	<i>Ca</i> 17'93 „
	<i>Mg</i> 9'24 „
	<i>K</i> 6'48 „
	<i>Na</i> 66'35 „

A *Ca*-kationoknak *Na*-mal való kiszorítása bekövetkezhetik akkor is, hogyha a *Na*-oldat nem tömény, de a híg oldat állandóan mosódik a talajon át, vagyis kilúgozódik. Ez megtörténhetik áradásos területeken, hogyha az ár a talajt először átmosza a mélyebb rétegekbe, azután pedig, az ár apadása után, különösen szárazsági időkben, a könnyen oldható *Na* a hajcsövesség révén újra felszínre kerül, ott ki is virágozik, de a következő eső vagy árvíz ismét lemossa. Ez a játék ismétlődik addig, amíg a talaj annyira telítődik, hogy már a vizet nem bocsátja át.

Sziksók felhalmozódása csak ott következhetik be, ahol a talajban, nem nagyon mélyen, vizet át nem bocsátó réteg (agyag) fekszik. A felhalmozódás szintjének mélysége elsősorban ennek a vízálló rétegnek fekvésétől függ. Ezért felhalmozódhatnak a szik a mélyedésekben, amint pl. a Duna—Tisza között szokott, de összegyűlhet magasabb szintekben is, pl. a Hortobágyon és a Tisza középfolyásának jobbpartján. Utóbbi vidéken gyakran túlsúlyba jut a glaubersó (Na_2SO_4). Szóda (Na_2CO_3) csak ott található, ahol a talajban karbonátok vannak.

Ezek az utóbbi talajok eltérnek tulajdonságaikban a Duna—Tisza köz talajaitól, de még a sós alkálitalajokhoz számítandók.

3. *Kilúgzott alkálitalajok* azok a szikések, amelyek abszorpciós komplexumában a *Na*-kationoknak nagy szerep jut, de a vízben oldható *Na*-sók mennyisége — legalább a felső rétegekben — csekély.

Jellemzi ezeket a talajokat, hogy többnyire határozott oszlopos szerkezetet mutatnak. (Mint az orosz szolonec-talajok.) A sós alkálitalajokból keletkezhetnek természetes vagy mesterséges kilúgozás következtében, akkor még, amikor ezek még vizet átbocsátottak. Amint azonban a kilúgozás tovább halad, a réteg vizet át nem bocsátóvá válik. Ilyen talajok vegyiszerkezet nélkül, tisztán csak vízcsörgedeztetéssel, nem javíthatók meg.

4. *Degradált alkálitalajok*, amelyekből nemcsak a sók lúgozódtak ki, hanem az abszorpciós komplexumok *Na*-ja is. Az előbb bázikus talaj fokozódó mértékben savanyodik (pH értékek = 5'81—6'99). Ezek telítetlen *Na*-talajok, amelyek abszorpciós komplexuma *H*-t tartalmaz, az elnyelt *Ca*-kationokat jórésztben kiszorította a *Na* és *Mg*.

Három karcagi próba mutatja a *Na*-nak szerepét.

Alkálizálás		60'54	54'21	49'93%
Kicsérélhető kationok	<i>Ca</i>	26'15	29'23	34'77 „
	<i>Mg</i>	13'30	16'56	15'29 „
	<i>K</i>	3'79	2'42	0'94 „
	<i>Na</i>	56'75	51'79	48'99 „

Az ilyen szikéseket vegyi anyagokkal, szénsavas mésszel, így pl. a cukorgyárak méssziszaphulladéka, mésztufa, kiválóan meg lehet javítani.

5. *Regradált alkálitalajok*, kilúgzott vagy degradált szikések, amelyek hidrográfiai változások (emelkedő talajvíz) következtében ismét sós alkálitalajokká váltak.

Javításuk ugyanúgy történik, mint a sós alkálitalajoké, amelyektől ezek a talajok csak nehezen különböztethetők meg.

A fentiekben jelzett *Sigmond*-féle felfogástól eltérően magyarázza *Scherf* a szikes talajok keletkezését, ill. alakulását.⁴⁾

Scherf kétféle szikes talajt különböztet meg: VI. a) Sótlan, mésztelen sziktalajok, amelyek az orosz szolonec-talajokhoz hasonlítanak (*Sigmond* „kilúgzott” sziktalajai). A felső mésztelen, savanyú (pH = 5-ig) rész után éles határral és a pH értéknek hirtelenül lúgossá (pH = 8—10) válásával sós szint következik. Az altalaj erősen meszes és Na_2CO_3 -t, valamint $NaHCO_3$ -t tartalmaz. Sokszor 1 m-nél is vastagabb ez a felső, mésztelen, kedvezőtlen fizikai tulajdonságokat mutató, nátrium-agyagot tartalmazó szint.

VI. b) Sós-, meszes sziktalajok, melyek az orosz szoloncsák-talajokhoz

⁴⁾ Alföldünk pleisztocén és holocén rétegeinek geológiai és morfológiai viszonyai és ezeknek összefüggése a talajalakulással, különösen a sziktalajképződéssel. Különlenyomat a m. kir. földtani intézet évi jelentéséből. Budapest, 1935.

hasonlítanak. Az egész szelvény erősen sós. Mésztelen, sótlan szint nincs. A feltalajnak pH = 9—10 értéke a talajvíz szintjében 8'4—8'6-ra csökken le, sem a pH, sem a többi tulajdonság nem változik ugrásszerűen a szelvényben.

Scherf nem fogadja el 'Sigmond kilúgzási elméletét, mert „kilúgzott” sziktalaj (VI. a) és sós kivirágzásos (VI. b) sziktalaj sokszor egymás közvetlen szomszédságában található.

Scherf szerint a kétféle sziktalaj alulról felfelé ható folyamatnak eredménye, amely folyamat minden nyári száraz időszakban újra lejátszódik.

Sós-meszes sziktalajoknak mondja *Scherf* azokat, amelyek sziktartalma a nátriumsóktól átítatott, meszes pleisztocén-rétegben képződik. Vékony holocén homokborítás nem sokat változtat a sós, szikes jellegén. Tökéletesen megváltoznak azonban a viszonyok, ha a sziksót termelő pleisztocént holocén öntésiszap fedi, mely eredetileg savanyúan reagált (pH = 4—5). Az öntésiszap alsó része nagyon elnátriumosodik és mésztelen volta ellenére is lúgossá válik (pH = 7'6—7'8), a reakció felfelé mind kevésbé lúgos lesz, míg végül elég vastag (1 m-en felüli) iszapborítás esetén a felső iszaprétegek már alig nátriumosak és az eredeti savanyú reakciót mutatják. Elnátriumosodás után az iszap alsó része már nem engedi a talajvizet az oldott sókkal együtt tovább felszállani és így keletkezik a sóakkumuláció az iszapréteg alatt, melynek tehát kilúgzási folyamatokhoz semmi köze nincs. Így alakulnak a mésztelen, sótlan sziktalajok, félig a szódagyártó pleisztocénben, félig pedig a fedő holocén iszapban.

Az iszaptakaró szélén a meszes és mésztelen sziktípust természetesen egymás mellett kell találnunk, így pl. a kiemelkedő Duna—Tiszahát szélén, ahol az öntésiszap kb. 90'0—90'5 m t. sz. f. magasságban kiékelődik. A talaj eltérő volta a növényzetben is kifejezésre jut (botanikusainknak újszász—szegedi választóvonal!).

A szikesedés feltételei *Scherf* szerint a következők:

1. CaCO_3 -tartalmú pleisztocén rétegek jelenléte az altalajban, nem nagyon mélyen a mai felszín alatt.
2. Alkálisokban gazdag talajvíz jelenléte, amely a hajcsövesség révén a száraz időben felemelkedik és cserebomlás révén sziksót termel.
3. Kék felsőpleisztocén agyagnak vízétzáró teknőszerű rétege, nem nagyon mélyen a meszes réteg alsó határfelülete alatt, amely lehetővé teszi sóban gazdag talajviznek összegyülemlését.

A szikesek erdősítése szempontjából *Scherf*⁵⁾ a következő következtetésekre jut:

1. A meszes, sziksós szikesek javítása vegyiszerekkel nem gazdaságos. CaCO_3 , mészkőpor, mésziszap ezeken a talajokon hatástalan. Mivel Na_2CO_3 -at kellene közömbösíteni, ami a talajban folyton újra termelődik,

⁵⁾ *Scherf* csak a mezőgazdaságot említi.

az egyébkép hatásos, de drága gipszszézet újra és újra ismételni kellene. Ezek a szikések legelőre vagy kaszálóra használhatók, *Puccinellia limosa* gyepvel borítva.

2. A mésztelen, sziksót nem, de nátriumanyagot tartalmazó szikések CaCO_3 -al csak akkor javíthatók meg, hogyha a mésztelen talajréteg nem lúgosabb, mint $\text{pH} = 7.6\text{--}7.8$, ami rendszeren akkor áll, hogyha a sziksót termelő pleisztocén rétegek legalább 20 cm mélyen fekszenek. Ezeket Beckmannia eruciformis gyepet létesíthetünk.

3. Lecsapolások csak akkor lesznek kedvező hatással a szikre, hogyha a lecsapoló csatorna elég mély és vonalvezetése az altalaj kék agyagának fekvéséhez alkalmazkodik, ami ritka eset. Már is elnátriumosodott talajok szárazzá tétele, rákövetkező mesterséges öntözés nélkül, mindig a talaj erdőgazdasági tulajdonságainak rosszabbodását jelenti.

Az erdőgazdaság szempontjából Vági István foglalkozik a szikes talajokkal.⁶⁾ A szikes talajok osztályozása szempontjából Vági 'Sigmondot' követi. Műveiből a következőket emelem ki.

A magyar szikes talajok részben szolonec, részben szoloncsák jelleggel bírnak. Az elsők a tulajdonképpen, kötött sziktalajok, amelyeket a Tisza-vidék közepe táján találhatunk, utóbbiak a Duna—Tisza köznek a szódatalajai.

A szolonec talajoknál a sók a felső rétegből kimosódtak, a zeolith-komplexumokból pedig a kétértékű kationokat jórészt kiszorították az alkáli kationok (*Na*), azok el is tűntek a felső rétegből. A kation-cserét okozó alkálisók is lemosódtak a mélyebb rétegekbe, tehát már nincs semmi, ami megakadályozhatná az acid-*Na*-ot tartalmazó talajnak peptizálását. A talajt a benne levő igen sok *Na*-ultraion peptizált állapotba hozza, a peptizált rész lemosódik a mélyebb rétegekbe, ott koagulál és kicsapódik annak a rétegnek szélén, amelybe az alkáli- és mészsók lemosódtak.

A kimosás elején a kilúgzott alkáli- és mészsók szélén kötött akkumulációs réteg képződik, amely a víz mozgását e réteg alatt és felett megakadályozza, ezért a talaj felszíne csapadékban gazdag időjárásnál víz alá kerül. Az akkumulációs réteg tovább növekszik és hatalmas vastagságot is elérhet.

A kiiszapolás nyomán az acid-*Na*-ban gazdag rétegben különböző vegyi folyamatok játszódnak le, amelyek ennek a rétegnek kedvezőtlen hatásait fokozzák.

A kötött szolonec-talajban tehát legfelül kilúgzási szint alakul (A), amely a szik minemiségéhez mérten több-kevesebb humuszt tartalmaz, amiért fekete, vagy szürkésfekete színt ölt. Ez alatt a kilúgzási szint alatt fekszik az akkumulációs réteg (B), fekete, gyakran szurokszerű, szívós, zsi-

⁶⁾ Vági: A talajtan elemei, tekintettel az erdőgazdaságra. Sopron, 1927. — Vági-Fehér: A talajtan elemei. Sopron, 1931.

ros tapintású agyagréteg, amely nedves állapotában tésztaszzerű, ragadós, szárazon ellenben kőkeménnyé válik. A vizet egyáltalán nem bocsátja át. Ez alatt a réteg alatt fekszik a C-szint, amelyben mészgöbcecseket és különféle sókat találunk. Ez átmehet homokos iszaprétegbe, amely szintén különböző sókat tartalmaz. Lefelé átvezet sárgás, vagy szürkés agyagba, amely a vizet nem bocsátja át és a tulajdonképeni oka annak, hogy a felette levő felső rétegek sótartalma nem mosódhatik lejjebb.

Ilyen talajok szelvényét mutatja 'Sigmond'-nak alábbi felvétele:

- A Hamuszürke, kötött, kilúgzott réteg 9 cm-ig.
- B $\left\{ \begin{array}{l} B_1 \text{ Legfelső akkumulációs réteg, sötétbarna, határozott oszlopos szerkezettel 9—29 cm-ig.} \\ B_2 \text{ Középső akkumulációs réteg, prizmás szerkezettel, 29—55 cm-ig.} \\ B_3 \text{ Legalsó akkumulációs réteg, löszszerű márgába megy át, 55—70 cm-ig.} \end{array} \right.$
- C $\left\{ \begin{array}{l} C_1 \text{ Sárga löszszerű réteg, sok szénsavas mésszel, 70—100 cm-ig.} \\ C_2 \text{ A márgarétegnek ebben a részében halmozódott fel a legtöbb } CaCO_3, 100—125 \text{ cm-ig.} \\ C_3 \text{ A márgás szint legalsó rétege 125—127 cm.} \end{array} \right.$
- D Kékesszürke, vizet át nem bocsátó agyag, 150 cm-ig.

A B réteget nevezzük szikfoknak. Ennek a rétegnek felette kedvezőtlen fizikai tulajdonságai adják a talaj terméketlenségének közvetlen okát, a vizet nem bocsátja át, nyáron nagyon száraz, terméketlen.

Ez a szint oszlopos, prizmás és göröngyös szerkezettel bírhat. Az ilyen szikések a Tisza középfolyása táján különféle alakulatokban fordulnak elő. A Hortobágy—Püspökladány—Karcag vidékieknél az A és B szintben szóda egyáltalán nincs, de más alkálisó is csak kevés, főképp Na_2SO_4 .

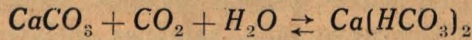
A szoloncsáktalajokban sok az alkálisó (Na_2SO_4 , $NaCl$, Na_2CO_3). De ezek az alkálisók a talaj zeolithkomplexumában nem okoztak oly nagy változásokat, hogy az alkálikus degradáció nyomán erősebb kimosás vagy bomlás állhatott volna be, amiért nem alakulhatott ki az A B C szintek elkülönülése, de különleges szerkezet sem állapítható meg. A szoloncsáktalajban szabad Na-ionok vannak, amelyek a Na-sókból keletkeztek és amelyek a humuszeolithkomplexumok ultraionjaival ultraionokat képezhetnek, amelyek acid-Na-ot adhatnak. Ez könnyen diszperzálódik, ami lehetővé teszi az acid-Na-talaj kimosódását, viszont az alkálisóknak és a Ca-ionoknak erős koagulációs hatása ezt hátráltatja.

A Duna—Tisza köznek szoloncsáktalajaiban nem alakulnak ki az A B C szintek, a talaj sok $CaCO_3$ -t tartalmaz (16—37%), továbbá vízben oldható sókat 2'0—2'5%-ig, részben Na_2CO_3 , részben Na_2SO_4 . Fizikai összetételükhöz mérten ezek lehetnek homokos, vályogos, vagy kötött szódatalajok.

Nyáron a só a felületen kivirágzik, a só úgy borít el nagy területeket, mintha a hó lepte volna el. Mivel a legfelső rétegek sóval vannak telítve, főképp Na_2CO_3 , amely megtámadja a növény szöveit, ezeknek a talajoknak természetlen voltát — ellentétben a szolonec-talajokkal — a szóda- és sótartalom okozza.

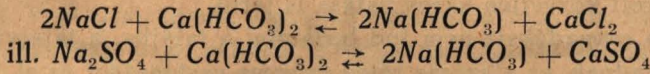
*

A talajban folyó vegyi átalakulások körül, amelyek az alkálitalajok képződéséhez vezetnek, kevésbé nagyok az ellentétek. Két elmélet szerepel, *Hilgard-é* és *Gedroiz-é*. *Hilgard* kiindul abból a tapasztalati tényből, hogyha $NaCl$ -nak vagy Na_2SO_4 -nek vizes oldatához $CaCO_3$ -at, vagy bőséges CO_2 -t, vagy levegőt vezetünk, először $NaHCO_3$ képződik (bikarbonát szóda), amely jórészt átmegy Na_2CO_3 -ba, vagyis szódába az alábbi kép-letnek megfelelően:



A \rightleftharpoons jel azt jelenti, hogy az átalakulás mindkét oldalra történhetik vagyis a $Ca(HCO_3)_2$ -ből ismét $CaCO_3$, CO_2 és H_2O is fejlődhetik.

Hasonló a helyzet a glaubersónál és a konyhasónál.



Hogyha a $Na(HCO_3)$ $NaCl$ -ből képződik, $CaCl_2$ alakul, hogyha Na_2SO_4 -ből, akkor $CaSO_4$ (gipsz).

Mivel a $Na(HCO_3)_2$ könnyen szódává (Na_2CO_3) alakul át, a $2Na(HCO_3)_2 \rightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$ képlet értelmében, a szóda-képződés attól függ, hogy van-e a talajban elegendő finoman eloszlott mész ($CaCO_3$) és elég $NaCl$, Na_2SO_4 , CO_2 és H_2O .

Az a tény, hogy az Alföldön szódát csak azokban a talajokban találunk, amelyekben van elegendő $CaCO_3$ is, azt mutatja, hogy a $CaCO_3$ -nak szerepe van a szikképződésnél.

A fentiekből kivilágó az a tény, hogy a szóda-képződésnél gipsz is fejlődik, szintén igazolja a szóda-képződésnek jelzett folyamatát, mert a Tisza-vidéken tényleg találunk a szóda alatt fekvő mélyebb rétegekben gipszet.

Gedroiz szerint a szóda-képződés csak akkor indul meg, amikor a talajból már kilúgozódtak a feles Na -sók. Ennek az elméletnek értelmében az abszorpciós komplexum a Na -sók hatása alatt először Na -t vesz fel, a $T^m \cdot Na_2 + CO_2 + H_2O \rightleftharpoons Na_2CO_3 + T^m \cdot H_2$ képlet értelmében, ahol T^m jelenti a komplexumnak Na -mal telített részét.

Szóda-képződés azonban *Gedroiz* elmélete értelmében csak akkor indul meg, amikor a talaj már bizonyos fokig átalakult Na -talajjává és a semleges Na -sók, NCl és Na_2SO_4 jórészt már kilúgozódtak.

Ily folyamat játszódhatott le a régi Duna-medrekben és áradásokban,

a Tisza mentén viszont a szódaképződés *Hilgard* értelmében folytatható le, mert ott szódát csak erősen sós és karbonat tartalmú talajrétegekben találunk.

Sigmond úgy gondolta, hogy *Hilgard* elmélete a sós alkáli talajokra, *Gedroiz*-é ellenben a kilúgozott és degradált alkáli talajokra érvényes.

A teljesség kedvéért felemlitem még *Treitz Péter*-nek a szikképződésre vonatkozó elméletét is, aki a szikképződés indító okát gázömlésekben keresi, amelyek tektonikai vonalak mentén törnek a felszínre.

A szíkesnek a növények fejlődésére, így az erdei fákra és cserjékre is gyakorolt hátrányos hatása a sziktalaj következő tulajdonságaiban gyökeredzik, amihez hozzáfűzöm, hogy tapasztalatom szerint az erdefák csemetéi sokkal érzékenyebbek a sziktartalommal szemben, mint a mezőgazdasági növények legnagyobb része.

A szíkes talaj, ha nedves, nagyon ragacsos, kenőcsszerű, puha, szétfolyik; ha száraz, kökeménnyé válik, hatalmas, mélyremenő repedésekkel szakad.

A teljes víz át nem bocsátása miatt levegő sem juthat a talajba, lélekzés nincs, a gyökerek kifulnak, amihez még a sóknak a növény szövetekre gyakorolt közvetlen káros hatása is járul.

Mivel a csapadékvíz nem tud behatolni a talajba, a talajvíz feletti rétegek kiszáradnak, ez a száraz réteg tetemes vastagságot ér el, mert az Alföldön a talajvíz általánosságban nagyon mélyen, 5—7 m-nyire található. Hozzájárul a kötött agyag, a talaj hajcsövességének nagy mértéke, amelynek nyomán a víz nagyobb mélységekből is a felszínre emelkedik, elpárolgásával a felső rétegek sótartalmát gazdagítja.

A szíkesek erdősítésének kérdései elsősorban a vízellátás kérdései és ebből a szempontból kell megítélnünk minden intézkedésünket.

A fajok megválasztására nagyon jó irányítást ad a talajnak eredeti növénytakarója.

A szíkes talajok változó tulajdonságai kifejezésre jutnak az őshonos élő talajtakarónak összetételében és fejlődésében. Ezen alapszik *dr. Magyar Pál*-nak osztályozása. *Magyar* különlegesen foglalkozik a szíkes talajok erdősítési lehetőségeivel és azelőtt — mielőtt a kutató intézet szolgálatába került — a püspökladányi szikkkísérleti telepen dolgozott.

Magyar az őshonos növényzet alapján négy termőhelyi osztályt különböztet meg a szíken. I. oszt. Vezérnövények: *Poa angustifolia*, *Alopecurus pratensis*, *Trifolium repens*, *Lolium perenne*, *Cynodon dactylon*. Ezek a talajokon az erdőgazdasági termelés nem ütköznék nehézségekbe, azonban a mezőgazdaság ezeket olyan mértékben veszi igénybe, hogy az erdőgazdaságnak nem jut belőlük, legfeljebb kivételesen csekély mértékben. Itt alkalmazásra kerülhetne mind az a faj, még a legigényesebbek is, amelyek az Alföld éghajlatát elbírják.

II. oszt. Vezető növények: *Festuca pseudovina* (30—50%), azután *Inula britannica*, *Achillea setacea*, *Agropyron repens*, *Plantago maritima*, *Bassia sedoides*, *Kochia prostrata*. Ezek a talajok az erdőgazdaságra gondos talajmegművelés és ápolás, esetleg már némi javítás mellett is, alkalmasak. Fafajok: Kocsános tölgy (*Quercus pedunculata* Ehrh.). Mezei és vénicszil (*Ulmus campestris* L. et *effusa* Willd.). Magas és fehér (amerikai) kőris. (*Fraxinus excelsior* L. et *americana* L. = *alba* Marsh.), *Sophora japonica*, *Pinus-félék*, főképp a kéttűs fajok (*nigra*, *silvestris*, *corsicana*, *calabrica*, *ponderosa* stb.), *Pirus communis* L., *Pirus Pyraister* Bork., az üdőbb mélyedésekben *Populus-félék*.

III. oszt. Vezető növények: *Festuca pseudovina*, *Puccinellia limosa*, *Artemisia monogyna*, *Statice Gmelini*, *Matricaria chamomilla*. Erdőgazdaságra ezek a talajok csak beható javítás után és állandó és gondos ápolás (lazítás) mellett használhatók. Erdősítésre elsősorban a *Tamarix tetrandra* Pall., *T. odessana* Stev. és az *Elaeagnus angustifolia* L. alkalmas, amelyek gyökerei a szik felhalmozódási szintjével szemben igen nagy áttörőképeséggel bírnak. Később — amikor a gyökerek már eléggé átjárták a talajt — a II. alatt említett fajok is szóba kerülhetnek.

IV. oszt. Vezető növények: *Camphorosma ovata* vagy teljesen növényzet nélkül való, csupasz, ú. n. vakszik. Erdőgazdasági használatra nagyon nehezen, csak nagyon kiadós javítás után és állandó művelés mellett használható, gyakorlatilag hasznavehetetlennek mondhatjuk. Szerencsére ilyen vakszik aránylag kevés van.

Azok a szikések, amelyek erdőgazdasági művelésre rendelkezésre kaphatók, ma többnyire legeltetés alatt állanak. Oly talajok, amelyek másnemű mezőgazdasági művelésre is alkalmasak, az erdőgazdaság számára csak kevésbé, kivételes esetekben hozzáférhetők.

Hogy mily nagy hátránnyal jár a talajra a legeltetés, azt szembevetőnően mutatja a kísérleti telepünkön belül fekvő, évek hosszú sora óta már egyáltalán nem, vagy csak kevésbé legeltetett területeknek összehasonlítása a telepen kívül fekvő legelőkkal. Természetes, hogy a hátrányos hatások annál szembevetőnőbbek lesznek, mennél nagyobb mértékű a legeltetés, az alföldi legelők többnyire túl vannak terhelve.

A legeltetés beszüntetése után sokkal jobban fejlődik a növényzet, a gyepek sűrűbb lesz és magasabb, egynéhány év múltán a gyepszőnyeg összetétele is lényegesen változik, nemcsak a fajok cserélődnek ki, hanem azok társulásában résztvevő fajok száma is lényegesen emelkedést mutat.

A kísérleti telepnek azok a területei, amelyeket az erdősítések megkezdése óta részben teljesen érintetlenül hagytunk, részben kaszálónak használtunk és gondoztunk, feltűnően mutatják ezeket a változásokat, amelyekről dr. Magyar Pál holnap a helyszínén közelebbi tájékoztatást is fog adni

ill. az általa összeállított kalauzban foglaltaknak, az alkalmazott ültetési eljárásokról is *dr. Magyar* tájékoztatja Önöket holnap a helyszínén és a kalauzban.

Ma az erdősítés alá vonandó területeket egynéhány évig mezőgazdasági művelés alá fogjuk, ehhez kell a gyeptakarónak teljes feltörése, ill. a talajnak lazítása a rögök fordítása nélkül, azután a szikesedés fokához képest mészszip, mézpor (mésztufa) vagy digó föld⁷⁾ hozzáadása és elkeverése a talajba, ismételt lazítás tárcsás boronákkal, 2—4 éven át mezőgazdasági művelés, kapásnövények vagy kalászosok, azután következik az ültetés négyes vagy soros hálózatban — többnyire 1'2—1'5 m hálózattal. Az ültetéssel kezdődik az ápolás is, gyakran — évenként 5—6-szor — ismételt lazítás ekekapákkal, kiegészítve kézimunkával. Részben az ültetés után is folytatódik 1—2 évig még a mezőgazdasági közteshasználat, főképp kapásnövényekkel a talaj állandó lazítása érdekében.

A mésztartalmú anyagok javító hatása azon alapszik, hogy a CaCO_3 szén-savas víz hatása alatt átalakul $\text{CaH}_2(\text{CO}_3)_2$ -áttá, ez viszont kicseréli a kötött sziktalajok *acid-Na*-ját és *acid-Ca*-ot ad, aminek következtében elvész a talaj ragacsossága, már nem pepizálódik és morzsás szerkezetet kap. (Vági.)

Az ekekapák munkája függ az időjárástól, sem túl nedves, sem túlszáraz állapotában nem művelhető a talaj. Ha nedves, akkor rögökbe tömörül, ha száraz, lepattan az eke vasa róla. Az ekekapával hosszában és keresztben megyünk végig a sorokban, amiért már az ültetésnél gondosan ügyelnünk kell a sorok egyenességére és pontosságára. A lazítás addig tart, amíg a ló az ekekapával át tud bujni a fiatalosok sorain.

Ennek a lazításnak jó hatása — aminek elmaradása kelleténél korábbi felhagyás esetére gyorsan és jól szembetűnővé lesz — a legfeljeli réteg hajcsövességének állandó széttroncsolásával magyarázható, ami a felszállás során sókkal telítődő talajvíznek felszállását és elpárolgását és ezzel a legfelső rétegnek sóval való gazdagítását akadályozza. A lazítás csak kb. 5—10 cm mélyre terjed.

Természetesen közbejárt az itt a gyomok kiirtása is és azok gyökérversenyének kiküszöbölése is, már ameddig gyom mutatkozik. Amikor az ültetések felkapnak és záródásba lépnek, a gyom mindinkább tűnedezik és rövid idő múlva egészen el is tűnik.

A mezőgazdasági használat nemcsak a talajnak jó előkészítését jelenti az ültetés alá, de az erdősítés költségeit is legalább részben fedezi, ami a javítás nem csekély költségeinél ugyancsak számottevő tényező.

⁷⁾ Digó földnek mondjuk a mészben gazdag lösztalajt, amelyet elszórt fekvésekben az Alföldön — többnyire 1—3 m mélységben — sok helyen találunk. Ennek alkalmazása szikjavításra már nagyon régi. Elsőben Thessedik Sámuel ev. lelkész alkalmazta 1770 körül Szarvas vidékén. A digó föld alkalmazása óvatosságot követel, van belőle nátriumtartalmú is, amely hátrányosan hat a talajra.

A legrosszabb zizikesek ma még nem fizetik meg a munkát, a II. és III. osztályúaknál a számadás többnyire kedvezően zárul.

A zizike telepített erdőkben későbbre valószínűleg szálalást kell alkalmaznunk, minden tarolásnak gondos kerülésével, úgyszintén szükség lesz nagyobb mérvű alátelepítésekre, szükség esetén cserjékkel is, hogy a talajt megvédjük a napsütés, a széljárás és a gyomok ellen, mert az erdősítésre alkalmas fajok magasabb korban aligha fognak kellő záródást tartani.

Az elmúlt utolsó évek nagyon súlyos próbatételt jelentettek a telep számára, az előző télnek hosszantartó, nagy hidege sok kárt okozott, az elmúlt nyárnak túlbőséges esőzései miatt a víz heteken, sőt hónapokon keresztül állott a fiatal erdősítésekben, ami ismét igen sok kárt okozott.

Über die Aufforstungen der ungarischen Szikböden.*)

Zu den Aufforstungen des ungarischen Alföldes — das Tiefland im Herzen Ungarns —, über welche Ihnen Herr Ministerialrat *Molcsányi* berichtet hatte —, gehören auch die Aufforstungen der Flugsandböden und der Salzböden — letztere ungarisch „Szik“ genannt. Über die Flächenausdehnung dieser Gebiete lassen sich nur annähernde Angaben machen, denn die Böden fließen oft so unmerklich in andere über, daß es schwer ist, den Verlauf der Grenzen sicher zu verfolgen.

Das Flugsandgebiet, welches teils schon bewaldet ist, teils noch zur Aufforstung herangezogen werden kann, dürfte sich auf rund 200.000 Ha belaufen, wovon weit mehr als die Hälfte heute schon mit Wald bedeckt ist. Zwei große Flugsandgebiete — die Sandpuszta Deliblat und das Flugsandgebiet im Marchtale, auf welchen beiden die ungarische Forstwirtschaft hervorragende Arbeit geleistet hatte — sind seit dem Weltkrieg auch heute noch für uns verloren.

Die Szikgebiete giebt *Treitz* mit ungefähr 350.000, *Rohringer* dagegen mit 170.000 Hektar an, hievon können vielleicht bis 50.000 Ha für Aufforstungszwecke erreichbar sein; die heute schon aufgeforsteten Szikböden sind noch wenig, Zahlenangaben stehen mir nicht zur Verfügung.

Wenn auch die Flächen dieser Aufforstungen keine große Ausdehnung erreichen und auch nie erreichen werden, sind sie doch außerordentlich wichtig und wertvoll, weil sie in einem Gebiete liegen, dessen Bewaldungsprozent sehr tief steht, im allgemeinen nur um 3—5% herum ist, an vielen Orten aber nur Bruchteile eines Prozentes ausmacht, eine entsprechende Bewaldung ist aber aus verschiedenen, schwerwiegenden Gründen unbedingt notwendig. Noch größer ist ihre Bedeutung für die forstliche Forschung und Wissenschaft, denn diese Wälder geben uns die schwersten Aufgaben und stellen uns vor auch heute noch nicht gelöste Probleme. Eben darum aber sind diese Wälder vom forstlichen Standpunkte aus betrachtet, die interessantesten und lehrreichsten Gebiete, welche das ungarische Forstwesen aufweisen kann.

*) Verfaßt und vorgetragen von *Prof. Gyula Roth* gelegentlich der IV. Sitzung des Centre international de sylviculture in Ungarn 1940.

In Anbetracht dieser Umstände hat sich die ungarische forstliche Forschung schon seit langer Zeit mit diesen Fragen befaßt und auch besondere Versuchsfelder angestrebt — mein erster diesbezüglicher Antrag erfolgte im Jahre 1911. Greifbare Formen nahmen diese Planungen aber erst nach dem Weltkriege an, dessen Ende bekanntlich Ungarn fast neun Zehntel seiner Waldgebiete raubte und das Gespenst der Holznot bedrohlich aufsteigen ließ.

So entstanden unsere Flugsandversuchsfelder bei Kecskemét und das Szikaufforstungsversuchsfeld bei Püspökladány, welche letzteres Sie morgen begehen werden.

Meine Ausführungen beziehen sich in erster Reihe auf dieses Versuchsfeld, bzw. auf jene Fragen, welche um die Szikgebiete herum auftauchten und zur Anlage dieses Versuchsfeldes führten. Ich muß aber zugleich hinzusetzen, daß sich nicht nur unsere Forschungsanstalt und nicht nur dieses Versuchsfeld mit der Aufforstung der Szikböden befaßt, sondern auch verschiedene Forstwirtschaften, sowohl Privatbesitz, wie auch die Leitungen von Staats-, Körperschafts- und ähnlichen Waldungen.

In den forstlichen Fachschriften finden wir hierüber leider nur sehr spärliche Angaben.

Bezüglich der landwirtschaftlichen Nutzung fließen die Artikel bedeutend reichlicher, es erschien auch eine Sammlung verschiedener Aufsätze in einem gesonderten Bande von rund 500 Seiten unter dem Titel: „Die ungarischen Szikböden“,¹⁾ auch der Jahresbericht der kgl. ung. Geologischen Anstalt brachte wiederholt Artikel über die Szikböden. Meine Ausführungen stützen sich auf diese Quellen.

Die Szikböden geben einen der besten Beweise für die Richtigkeit der heutigen Auffassung über die Dynamik der Böden, über den ständigen Wechsel in der Gestaltung derselben. Diese Dynamik nimmt im Szike einen mehr-weniger, meist aber sehr ungünstigen Verlauf und unsere Aufgabe ist es, dem Lauf dieser Dynamik eine andere, eine bessere Richtung zu geben und so zu lenken, daß wir die nachteiligen Eigenschaften ausschalten, bzw. in vorteilhafte ändern können.

Die Szikböden halten wir für kranke Böden!

Eine Haupteigenschaft derselben, welche alle Szikböden kennzeichnet, ist die führende Rolle der *Na*-Kationen im Szikboden. Deshalb nennt *Sigmond* diese Böden Natriumböden, denn in anderen Böden spielen die *Na*-Kationen nur eine untergeordnete Rolle, im Szik aber bekommen sie das Übergewicht!

Früher sagte man von den Szikböden, sie wären einfach mit Alkalisalzen angereicherte Erde! Das Studium der künstlichen Zeolithe brachte

¹⁾ A magyar szikések, Ausgabe des kgl. ung. Ackerbauministeriums, Budapest, 1934.

'*Sigmond* zur Überzeugung, daß dem nicht so sei und daß die Alkalisierung des Bodens tiefwirkende Änderung bedeutet. Der Absorptionskomplex²⁾ des Bodens kann unter gewissen Umständen auch die *Na*-Kationen aufnehmen und zurückhalten, womit der Dispersionsgrad des Bodens einschneidende Veränderungen erfährt.

Dieser Absorptionskomplex besteht aus zwei Teilen mit gegenteiliger elektrischer Ladung, u. zw. negative, unlösliche Säurenwurzel (anton) und positiv geladene Kationen (*Ca*, *Mg*, *K*, *Na* oder *H*).

Je nachdem, was für Kationen den negativ geladenen Kern des Absorptionskomplexes umgeben, bzw. sättigen, ändert sich das ganze chemische und physikalische Verhalten der lehmigen Teile des Bodens.

Der Absorptionskomplex guter Schwarzerde ist bis 80—90% mit *Ca* gesättigt, enthält etwas *Mg* und *K*, doch *Na* verschwindend wenig! Solcher Boden ist stets krümelig, die Krümel zerfließen nicht im Regenwasser, sondern bleiben erhalten!

Wenn aber die *Ca*-kationen im Absorptionskomplex vom *Na* verdrängt werden, dann zerfließt die Erde im Regenwasser ganz, am auffallendsten bei Tonboden.

Da schon ganz wenig *Na* genügt, um dieses Zerfließen des Bodens, die hochgradige Dispersion desselben hervorgerufen und weil die größte Dispersität eben den mit *Na* gesättigten Böden eigen ist, nennt '*Sigmond* diese Böden *Na*-Böden. Alle unsere Szike sind Natriumböden.

Natrium kommt in diesen Böden meist in der Form von Soda (Na_2CO_3 bzw. $NaHCO_3$), Glaubersalz (Na_2SO_4) und Kochsalz ($NaCl$) vor.

Eine ältere Analyse von zwei Proben gesammeltem, ausgeblühtem Szik bei Debrecen zeigt folgende Zahlen:

Na_2CO_3	73'0	48'1
$NaCl$	2'0	51'7
Na_2SO_4	10'4	0'2

Die Szikböden wurden in der wissenschaftlichen Forschung schon vielfach besprochen, doch kamen die abweichenden Ansichten zu keinem einheitlichen Ende.

Ziemlich allgemein anerkannt ist die Einteilung und Bestimmung des vor kurzem verstorbenen Professors *Dr. Elek 'Sigmond*,³⁾ welcher die Szikböden in der Abteilung der organischen und Mineralböden in die Unterabteilung der Humosiallitböden einreicht und 5 Haupttypen davon unterscheidet:

²⁾ *Sigmond* benützt den Ausdruck: „Absorptionskomplex“ anstatt des früher auch von ihm gebrauchten Namens: „Humuszeolithkomplex“.

³⁾ S. auch '*Sigmond*: Talajtan (Bodenkunde). Budapest, 1938.

1. Alkalisalzige Böden.
2. Salzige Alkaliböden.
3. Ausgelaugte Alkaliböden.
4. Degradierete Alkaliböden.
5. Regradierete Alkaliböden.

Die ungarischen Szikböden gehören zum größten Teile zu den unter Nr. 2, 3 und 4 genannten Haupttypen.

1. *Alkalisalzige Böden* sind mit Alkalisalzen durchtränkte Böden, also einfach Salzböden, ohne daß die Alkalisalze, hauptsächlich aber die Natriumsalze, die Absorptionskomplexe des Bodens in nennenswerter Weise umgewandelt — alkalisiert — hatten.

2. *Salzige Alkaliböden* enthalten nicht nur größere Mengen von Alkalisalzen, sondern der Boden selbst ist alkalisiert, hat nämlich in seinem Absorptionskomplex so viele Natriumkationen aufgenommen, daß der Boden auch dann noch Alkaliboden bleibt, wenn die Alkalisalze daraus ausgewaschen werden. Hierher gehören jene unsere Szikgebiete — hauptsächlich zwischen Donau und Theiß und links der Theiß —, deren Gesamtsalzgehalt 0·20% übersteigt.

Alkalisierung des Bodens ist so zu verstehen, daß das Natrium den Absorptionskomplex des Bodens derart durchdringt, daß dies in der Dispersion des Bodens zum Ausdruck kommt. Nach unseren bisherigen Erfahrungen verursacht Szikgehalt einen entschieden nachteiligen Einfluß auf die physikalischen Eigenschaften des Bodens, wenn der Gesamtnatriumwert der austauschbaren Kationen 12—15% übersteigt.

Es kann vorkommen, daß die dispersierende Wirkung des Natriums dadurch gesteigert wird, daß im Absorptionskomplex sich auf Kosten des Ca-s auch Magnesium angehäuft hat. Die Rolle des letzteren ist noch nicht geklärt.

Auf die Eigenschaften des Szikbodens haben noch folgende Umstände Einfluß: Im allgemeinen ist die Absorptionsenergie der Ca-Kationen bedeutend größer, als die des Natriums. Wenn aber die Natriumsalze sich aus irgend einem Grunde anhäufen im Boden, können so konzentrierte Natriumsalzlösungen entstehen, daß sie die größere Absorptionsenergie des Ca zerstören oder zum mindesten ausgleichen.

So z. B. zeigte der Boden des Hortobágy — nahe zum Versuchsfeld Püspökladány — folgende Analysenangaben:

Gesamtgehalt an austauschbaren Basen: 14·50%.

Hievon entfallen auf:	Ca	17·93%
	Mg	9·24%
	K	6·48%
	Na	66·35%

Die Verdrängung der *Ca*-Kationen durch *Na* kann im Boden auch dann erfolgen, wenn die *Na*-Lösung nicht konzentriert ist, aber die schwache Lösung ständig durch den Boden filtriert, also auslaugt. Dies ist der Fall in Überschwemmungsgebieten, wenn die Flut die Böden zuerst in die tieferen Schichten durchwäscht, nachher aber, nach Ablauf der Gewässer, besonders in Trockenperioden das leicht lösliche *Na* infolge der Kapillarität wieder an die Oberfläche steigt, auch ausblüht und durch den nächsten Regen oder Flut wieder hinuntergespült wird. Dies Spiel wiederholt sich, bis der Boden so gesättigt wird, daß er das Wasser nicht mehr durchläßt.

Die Anhäufung der Sziksalze kann nur dort erfolgen, wo im Boden in nicht großer Tiefe eine wasserdichte Schicht liegt. Die Tiefe der Akkumulationsschicht der Salze hängt in erster Reihe von der Lage dieser für Wasser undurchlässigen Schicht ab. Es kann infolgedessen der Szikgehalt sich in den Senkungen ansammeln, wie dies z. B. in dem Gebiete zwischen der Donau und Theiß meist der Fall ist, er kann sich aber auch in höhergelegenen Gebieten anhäufen, z. B. im Hortobágy und am rechten Ufer des Mittellaufes der Theiß. In letzteren Gebieten überwiegt oft das Glaubersalz (Na_2SO_4); Soda (Na_2CO) ist nur dort zu finden, wo der Boden karbonathaltig ist.

Letztere Böden weichen in ihren Eigenschaften von jenen im Donau—Theiß-Gebiete ab, sind aber doch noch zu den salzigen Alkaliböden zu rechnen.

3. *Ausgelaugte Alkaliböden* sind Szikböden, in deren Absorptionskomplexen *Na*-kationen eine große Rolle spielen, aber die im Wasser löslichen *Na*-salze kommen — zum mindesten in den oberen Schichten — nur in geringen Mengen vor.

Bezeichnend für diese ausgelaugten Alkaliböden ist, daß sie meist ausgesprochene Säulenstruktur zeigen. (Ähnlich den russischen Solonetzböden.) Sie sind aus den salzigen Alkaliböden entstanden infolge natürlicher oder künstlicher Auslaugung, zu einer Zeit, als sie noch Wasser durchließen, in dem Maße aber, wie die Auslaugung fortschreitet, werden selbe für das Wasser undurchlässig. Solche Böden sind ohne chemische Mittel, nur mittelst Berieselung nicht verbesserbar.

4. *Degradierte Alkaliböden* sind Böden, aus welchen nicht nur die Salze ausgelaugt wurden, sondern auch das *Na* des Absorptionskomplexes, der früher basische Boden wird in steigendem Maße sauer (*pH*-Werte 5'81—6'99). Dies sind ungesättigte *Na*-Böden, deren Absorptionskomplexe *H* enthalten, die absorbierten *Ca*-Kationen wurden zum großen Teile verdrängt durch *Na* und *Mg*. Angaben von drei Proben bei Karcag:

Alkalisierung		60'54	54'21	49'93%
Austauschbare Kationen	Ca	26'15	29'23	34'77%
	Mg	13'30	16'56	15'29%
	K	3'79	2'42	0'94%
	Na	56'75	51'79	48'99%

Diese Szikböden können mittelst chemischer Mittel, kohlensaurem Kalk, so z. B. Kalkschlamm der Zuckerfabriken, Kalktuff hervorragend verbessert werden.

5. *Regradierte Szikböden* sind ausgelaugt oder degradierte Szike, welche infolge hydrographischer Veränderungen (steigendes Grundwasser) wieder salzige Alkaliböden wurden.

Verbesserung erfolgt ebenso wie bei den salzigen Alkaliböden, von welchen diese Böden nur schwer zu unterscheiden sind.

Abweichend von der vorhergehend kurz umrissenen 'Sigmond'schen Auffassung, gibt *Scherf* die Entstehung, bzw. Gestaltung der Szikböden an.⁴⁾

Scherf unterscheidet zweierlei Szikböden: VI. a) Salzfremde Alkaliböden, den russischen Solonetzböden entsprechend ('Sigmond's „ausgelaugte“ Alkaliböden). Das Profil zeigt einen salzfreien oberen Horizont, dessen schlechte physikalische Eigenschaften von dem Gehalt an Natriumton herrühren. Seine Mächtigkeit schwankt von einigen dm bis 1 m. Gleich darunter setzt mit scharfer Grenze und Reaktionssprung von schwach sauer des salzfreien Horizontes (pH = 6—7.5) in stark alkalisch (pH = 8.5—10) ein Salzhorizont ein, in ihm ist Na_2SO_4 (am höchsten), $MgSO_4$ (etwas tiefer) und $CaSO_4$ (am tiefsten) angereichert. Am reichsten ist der Salzhorizont unter den schlechtesten Böden entwickelt. Er enthält bereits $CaCO_3$, Na_2CO_3 und $NaHCO_3$, deren Maxima aber erst tiefer auftreten.

Scherf wendet sich gegen die Auffassung 'Sigmond's, daß die Salzsicht dieser Böden eine Akkumulationsschicht der von oben nach unten gewaschenen Salze wäre, im Gegenteil, selbe werden unten gebildet und steigen nach oben.

VI. b) Salzreiche, karbonathaltige Sodaböden, den russischen Solonchak-Böden entsprechend. Ein salzfreier oberer Horizont fehlt, das Profil enthält von oben bis unten wasserlösliche Alkalisalze, $CaCO_3$, Na_2CO_3 und $NaHCO_3$. Letztere verursachen stark alkalische Reaktion über pH = 9—10, welche nach unten bis zur grundwasserfeuchten Region auf pH = 8.4—8.6 absinkt (Reaktion des $NaHCO_3$). Es zeigt sich im Profil

⁴⁾ Geologische und morphologische Verhältnisse des Pleistozäns und Holozäns der Großen Ungarischen Tiefebene und ihre Beziehungen zur Bodenbildung, insbesondere der Alkalibodenentstehung. Sonderabdruck aus dem Jahresberichte der kön. ung. Geologischen Anstalt Budapest, 1935.

kein sprungweiser Wechsel im pH und anderen Bodeneigenschaften. Im oberen Teile Salzanreicherung oft bis zum Salzausblühen an der Oberfläche. Diese Böden bezeichnet 'Sigmond als noch nicht so weit ausgelaugt, daß sich ein salzfreier Horizont gebildet hätte.

Scherf führt gegen die Auslaugungstheorie noch an, daß „ausgelaugter“ Szikboden (VI. a) und salzreicher Sodaboden (VI. b) dicht nebeneinander liegen können. Er erklärt dieses Zusammenvorkommen damit, daß salzfreier, sauer reagierender Alkaliboden (VI. a) ein Profil zeigt, in welchem auf versalzten, karbonathältigen Pleistozänschichten ein holozäner Schlamm aufgelagert ist, der ursprünglich stark sauer reagierte (pH = 4—6) und kein Na enthielt; dagegen das Profil des salzreichen karbonathältigen Alkalibodens (VI. b) ganz in der Pleistozänschicht liegt. Der erstere ist ein H-Ton, der später durch die aufsteigenden Alkalikarbonate alkalisiert wurde.

Der Salzhorizont entspricht also nicht einem Akkumulationshorizont in einem Auslaugungsprofil, sondern einer Anreicherung kapillar gehobener Salze an der Trennungsfläche des Pleistozäns (Löß, bzw. Lehm) und des Holozäns (Schlamm).

Es besteht nach Scherf zwischen den beiden Haupttypen der Alkaliböden nur der Unterschied, daß in den salzreichen, karbonatischen Böden metamorphe Löße und Lößlehme sind, in welchen die Sodabildung erfolgt, dagegen in den salzfreien Alkaliböden die Sodabildung im Untergrund erfolgt und von dort aus die obere Bodenschicht alkalisiert.

Die Verteilung der beiden Haupttypen in der Tiefebene hängt ganz von der Mächtigkeit der auf dem Pleistozän liegenden holozänen Schlammbedeckung ab.

In den zentralen Teilen der Tiefebene findet man fast ausschließlich den salzfreien Typ (VI. a), weil dort eine Schlammdecke bis zu 1'5 m Mächtigkeit das Pleistozän bedeckt, dessen Abrasionsfläche im Hortobágy in etwa 89—89'5 m Seehöhe liegt. Im Norden ist das Auskeilen der holozänen Schlammschicht in der Gegend von Újszász sehr deutlich zu beobachten. Das Pleistozän tritt dort am Rande der Schlammdecke in etwa 90—90'5 m Seehöhe zu Tage. Deshalb stoßen dort karbonatische Salzböden unmittelbar an salzfreie Alkaliböden mit sehr dünner, darum stark alkalisierter Holozänschlammdecke. Die Grenzlinie kommt auch in der autochthonen Flora zum Ausdruck. (Die Újszász—Szegeder Trennungslinie unserer Botaniker!) Am Ostrande — ungefähr von der Linie Hajdúszoboszló—Hajdúnánás—Hajdúböszörmény an — steigt das Pleistozän allmählich gegen die Nyírség an, weshalb sich hier die beiden Haupttypen auf breiter Zone ohne scharfe Grenzlinie mischen.

Nach Scherf führen folgende Umstände zur Bildung von Alkaliböden:

1. Vorhandensein von CaCO_3 -hältigen Pleistozän in nicht über 1 m Tiefe;

2. An Natriumsalzen reiches Grundwasser, welches durch Kapillarkraft in die CaCO_3 -Zone gehoben wird und dort Soda bildet;

3. Vorhandensein einer muldenförmigen Schicht wasserdichten blauen Tegels zur Ermöglichung der Akkumulation von Salzen in stagnierendem Grundwasser in nicht großer Tiefe (Kapillarkwirkung!), unterhalb der soda-produzierenden, CaCO_3 -führenden Schicht.

Für die Aufforstungspraxis zieht *Scherf* folgende Schlüsse:

1. Die salzreichen, sodahältigen Böden (VI. b) lohnen eine Verbesserung mit chemischen Mitteln nicht. Da Soda unschädlich gemacht werden müßte, bleibt CaCO_3 wirkungslos. Gips wäre wohl wirksam, ist aber zu teuer und nur von kurzer Wirkung. Solcher Boden ist nur als Weide oder Wiese verwertbar. (*Puccinellia limosa*-Rasen.)

2. Salzfremde Alkaliböden (VI. a) können mit CaCO_3 verbessert werden, wenn die sodaführenden Pleistozänschichten des Untergrundes in mehr als 20 cm Tiefe liegen. Dünnere Schlammdecken sind meist so reich an *Na*-Ton, daß CaCO_3 wirkungslos bleibt. (*Beckmannia eruciformis*-Wiese.)

3. Entwässerung kann einen aktiven Nutzen durch Wegführen der *Na*-Salze nur dort bringen, wo der Drainkanal genügend tief liegt und seine Linienführung der Lage des salzakkumulierenden blauen Tones angepaßt ist, was aber nur selten geschieht. Trockenlegung alkalisierter Böden ohne nachfolgende künstliche Bewässerung bedeutet immer eine Verschlechterung der forstwirtschaftlichen Eigenschaften des Bodens.

Vom forstlichen Standpunkt befaßte sich besonders *István Vági* mit den ungarischen Szikböden.⁵⁾ In Bezug auf die Einteilung und Bestimmung der Szikböden schließt er sich *'Sigmund* an. Aus seinen erwähnten Schriften führe ich folgendes an:

Die ungarischen Salzböden weisen teils Solonetz-, teils Solontschak-Charakter auf. Erstere sind die eigentlichen, bindigen Szikböden, welche im mittleren Theiß-Gebiete zu finden sind, letztere sind die Sodaböden zwischen der Donau und unteren Theiß.

In den Solonetzböden sind die Salze aus der Deckschicht ausgewaschen, weiters sind in den Zeolithkomplexen die zweiwertigen Kationen zum großen Teile durch Alkalikationen (*Na*) verdrängt und aus der oberen Zone verschwunden. Auch die den Kationenaustausch verursachenden Alkalisalze sind in die tieferen Schichten gewaschen, es ist also nichts mehr da, was die Peptisierung des Acid-*Na* enthaltenden Bodens verhin-

⁵⁾ *Vági*: A talajtan elemei tekintettel az erdőgazdaságra. Grundzüge der Bodenlehre vom Standpunkte der Forstwirtschaft. Sopron, 1927. — *Vági-Fehér*: A talajtan elemei. Sopron, 1931.

dern könnte. Deshalb kommt der Boden, welcher eine großen Menge *Na*-Ultraionen enthält, in einen peptisierten Zustand, der peptisierte Teil wird in die unteren Schichten geschlämmt, koaguliert und schlägt sich nieder am Rande der Schichte, in welche die Alkali- und Kalksalze hineingewaschen wurden.

Da beim Beginn der Auswaschung am Rande der ausgewaschenen Alkali- und Kalksalze eine bindige Akkumulationsschicht entsteht, wird die Wasserbewegung ober und unter dieser Schicht unterbunden und kommt der Oberboden in niederschlagreichen Jahreszeiten unter Wasser. Die Akkumulationsschicht wächst weiter und kann bedeutende Mächtigkeit erreichen.

Infolge der Ausschlammung spielen sich in der an azidem *Na* reichen Zone verschiedene chemische Umwandlungen ab, welche die ungünstigen Wirkungen dieser Schicht noch erhöhen.

Die bindigen Solonetzböden zeigen also zu oberst eine Auslaugungszone (A), welche je nach Art des Szikes mehr-weniger Humus enthält und deshalb schwarz oder grauschwarz gefärbt ist. Unter dieser Auslaugungsschicht liegt eine Akkumulationszone (B), eine schwarze, oft pechartige, zähe Tonschicht, welche sich fettig anfühlt, in nassem Zustande teigartig, klebrig wird, trocken dagegen Steinhärte zeigt. Für Wasser ganz undurchlässig. Unter dieser Schichte liegt die Zone C, welche Kalkkörner und verschiedene Salze führt. Sie kann auch in eine sandige Schlammschichte übergehen, welche ebenfalls verschiedene Salze enthält. Nach unten geht sie in eine gelbliche oder graue Lehmschichte über, welche das Wasser nicht durchläßt und die eigentliche Ursache dessen bildet, daß sich die Salze aus den oberen Schichten nicht durchwaschen lassen.

Ein Beispiel zum Profil solcher Böden zeigt folgende Angaben (Aufnahme von 'Sigmund'):

- A Aschgraue, bindige, ausgelaugte Zone bis 9 cm.
- B $\left\{ \begin{array}{l} B_1 \text{ Dunkelbraune Akkumulationsschicht mit ausgesprochener Säulenstruktur 9—29 cm.} \\ B_2 \text{ Mittlere Akkumulationsschicht prismatischer Struktur 29—55 cm.} \\ B_3 \text{ Unterste Akkumulationsschicht, geht in lößähnlichen Mergel über 55—70 cm.} \end{array} \right.$
- C $\left\{ \begin{array}{l} C_1 \text{ Gelbe, lößähnliche Schichte, reich an kohlenurem Kalk 70—100 cm.} \\ C_2 \text{ Dieser Teil der Mergelschichte enthält das meiste } CaCO_3 \text{ 100—125 cm.} \\ C_3 \text{ Der unterste Teil der mergeligen Schichte 125—127 cm.} \end{array} \right.$
- D Blaugrauer, wasserundurchlässiger Ton bis 150 cm.

Die B-Zone heißt im ungarischen Szikfok, ein Ausdruck, welcher sich nicht übersetzen läßt. Diese Schicht besitzt sehr ungünstige physikalische Eigenschaften, ist für Wasser undurchdringlich und im Sommer außerordentlich wasserarm, deshalb die unmittelbare Ursache der Unfruchtbarkeit dieser Böden.

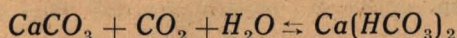
Diese B-Zone kann säulenförmige, prismatische oder schollige Struktur besitzen. Diese bindigen Szikböden kommen im mittleren Theiß-Gebiet in verschiedenen Formen vor. Die der Gebiete Hortobágy—Karcag—Püspökladány enthalten in den Zonen A und B gar kein Soda, aber auch wenig andere Alkalisalze, hauptsächlich Na_2SO_4 .

Die Solontschakböden enthalten größere Mengen von Alkalisalzen (Na_2SO_4 , $NaCl$, Na_2CO_3). Doch haben diese Alkalisalze im Zeolithkomplex des Bodens noch keine solchen Veränderungen hervorgerufen, daß infolge der alkalischen Degradation stärkere Auswaschungen und Zersetzungen Platz greifen könnten, weshalb auch die Differenzierung in die Zonen A, B, C nicht entstehen konnte, auch keine besondere Struktur zu sehen ist. Solontschakboden enthält freie Na -Ionen — entstanden aus den Na -Salzen —, welche mit den Ultra-Ionen der Humuszeolithkomplexe Ultra-Ionen bilden können, woraus Acid- Na entstehen kann. Dies kann leicht in Dispersion übergehen, wodurch die Auswaschung des Acid- Na -Bodens ermöglicht, aber durch die starke Koagulationswirkung der Alkalisalz- und Ca -Ionen hintangehalten wird.

Bezüglich der Solontschakböden im Donau—Theiß-Raum erwähne ich nach Vági, daß sich hier keine ABC-Horizonte bilden, der Boden enthält viel $CaCO_3$ (16—37%), viel in Wasser lösliche Salze, bis zu 2'0—2'5%, teils Na_2CO_3 , teils $NaSO_4$. Diese Böden können je nach physikalischer Zusammensetzung sandige, lehmige oder bindige Sodaböden sein.

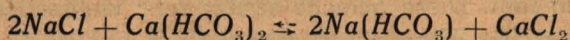
Im Sommer blüht das Salz auf der Oberfläche aus und große Flächen erscheinen wie mit Schnee bedeckt. Da die obersten Schichten mit Salz gesättigt sind, besonders Na_2CO_3 , welches die Pflanzen angreift, ist die Ursache der Unfruchtbarkeit dieser Böden — im Gegensatze zu den Solonetzböden — im Soda- und Salzgehalt zu suchen.

Bezüglich der chemischen Vorgänge, welche zur Bildung von Alkaliböden führen, ist die Übereinstimmung besser. Zwei Theorien herrschen, Hilgard und Gedroiz. Hilgard geht von der Erfahrung aus, daß wenn einer wässrigeren $NaCl$ oder Na_2SO_4 -Lösung $CaCO_3$ und reichlich CO_2 oder Luft zugeführt wird, zuerst $NaHCO_3$ (Bikarbonatsoda) entsteht, dieses geht aber bald zum Teile in Na_2CO_3 , also Soda über laut folgender Formel:

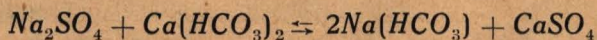


\rightleftharpoons bedeutet, daß die Reaktion nach beiden Seiten erfolgen kann, d. h. es kann aus $Ca(HCO_3)_2$ wieder $CaCO_3$, CO_2 und H_2O entstehen.

Dasselbe zeigt sich beim Glaubersalz und Kochsalz.



bzw.



Wenn das $Na(HCO_3)$ aus $NaCl$ gebildet wird, entsteht $CaCl_2$, wenn aus Na_2SO_4 , dann $CaSO_4$ (Gips).

Da $Na(HCO_3)_2$ sehr leicht in Soda (Na_2CO_3) übergeht, nach der Formel $2Na(HCO_3)_2 \rightleftharpoons Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$, hängt die Sodabildung davon ab, ob im Boden genügend feinverteilter Kalk ($CaCO_3$) und genügend $NaCl$, Na_2SO_4 , CO_2 und H_2O vorhanden ist.

Die Tatsache, daß sich im Alföld Soda nur in solchen Szikschichten findet, welche genügend $CaCO_3$ enthalten, zeigt, daß $CaCO_3$ bei unserer Szikbildung eine Rolle spielt.

Auch die aus obigem hervorgehende Tatsache, daß mit der Sodabildung auch Gipsbildung vor sich geht, wenn Soda aus Na_2SO_4 entsteht, zeugt für den geschilderten Vorgang, denn tatsächlich finden wir im Theißgebiet unter dem Soda der oberen Schicht Gips in den tieferen Lagen.

Nach *Gedroiz* dagegen beginnt Sodabildung nur, wenn die überschüssigen Natriumsalze schon aus dem Boden ausgelaugt wurden. Laut dieser Theorie nimmt der Absorptionskomplex unter der Einwirkung von Na -Salzen zuerst Na auf, nach Formel $T^m \cdot Na_2 + CO_2 + H_2O \rightleftharpoons Na_2CO_3 + T^m \cdot H_2$, wo T^m den mit Na gesättigten Teil des Komplexes bedeutet.

Es erfolgt aber laut dieser Theorie Sodabildung nur dann, wenn der Boden schon bis zu einem gewissen Maße in Na -Boden umgewandelt ist und die neutralen Na -Salze ($NaCl$ und $NaSO_4$) zum guten Teile schon ausgelaugt sind.

Solche Bildung könnte in den alten Donaubetten und Überschwemmungsgebieten vor sich gegangen sein, im Theiß-Tale aber dürfte die Sodabildung nach *Hilgard* erfolgt sein, da wir dort Soda nur in stark salzigen und karbonathaltigen Bodenschichten finden.

Sigmond meint, daß *Hilgard's* Theorie für die salzigen Alkaliböden. *Gedroiz's* Ansicht aber für die ausgelaugten und degradierten Alkaliböden Geltung habe.

Der Vollständigkeit wegen erwähne ich bezüglich der Entstehung der Szikböden noch die Theorie von *Peter Treitz*, welcher die Ursache der Szikbildung in Gasausströmungen sucht, welche längs tektonischer Linien vor sich gehen sollen.

*

Die Nachteile für das Pflanzenleben, also auch für die Forstwirtschaft ist in folgenden Eigenschaften der Szikböden zu suchen, wo ich noch hin-

zusetzen möchte, daß meiner Erfahrung nach die Sämlinge der Forstpflanzen dem Szikgehalt gegenüber bedeutend empfindlicher sind, wie die meisten Landwirtschaftspflanzen.

Szikboden ist, wenn naß, von hoher Viskosität, weich, plastisch, fließt; wenn trocken, wird er steinhart, reißt in großen, tiefgehenden Sprüngen.

Wegen der vollständigen Undurchlässigkeit ist die Luftzufuhr unterbunden, die Atmung unmöglich, die Wurzeln ersticken, dazu kommt noch die unmittelbare schädliche Wirkung der Salze auf das lebende Pflanzengewebe.

Die Unmöglichkeit des Eindringens der Niederschlagswässer in den Boden verursacht natürlich Trockenheit oberhalb der Grundwasserschicht, welche im Alföld meist in beträchtlicher Tiefe — 5—7 m — zu finden ist. Dazu kommt die außerordentlich große Kapillarwirkung des bindigen Tonbodens, welche das Wasser auch aus größeren Tiefen an die Oberfläche und damit zur Verdunstung bringt.

Die Fragen der Aufforstung sind in erster Reihe Fragen der Wasserversorgung und alle Maßnahmen müssen von diesem Standpunkte aus getroffen werden.

In Bezug auf die Auswahl der Holzarten erhalten wir ein gutes Hilfsmittel in der autochthonen Pflanzendecke.

Die wechselnden Eigenschaften der Szikböden kommen in der Entwicklung und Zusammensetzung der Pflanzendecke zum Ausdruck. Hierauf gründet sich die Einteilung von *Dr. Pál Magyar*, welcher sich insbesondere mit den Aufforstungsmöglichkeiten der Szikböden befaßt und längere Zeit hindurch — vor seiner Zuteilung zu unserer forstlichen Forschungsanstalt — auf dem Szikversuchsfeld zu Püspökladány gearbeitet hatte.

Magyar unterscheidet auf Grund der bodenständigen Narbe vier Klassen im Szik: I. Weiserpflanzen: *Poa angustifolia*, *Alopecurus pratensis*, *Trifolium repens*, *Lolium perenne*, *Cynodon dactylon*. Diese Böden wären der Forstwirtschaft ohne weiteres zugänglich, werden aber von der Landwirtschaft so in Besitz genommen, daß der Forstwirtschaft nichts oder nur wenig davon übrig bleibt. Hier könnten alle jene Holzarten, auch die anspruchsvollsten zur Anwendung kommen, welchen das Alföld-Klima entspricht.

II. Weiserpflanzen: *Festuca pseudovina* 30—50%, dann *Achillea setacea*, *Agropyron repens*, *Inula britannica*, *Plantago maritima*, *Bassia sedoides*, *Kochia prostrata*.

Zur Forstwirtschaft bei sorgfältiger Bodenbearbeitung und Pflege, allenfalls auch schon mäßiger Verbesserung geeignet. Holzarten: Stieleiche (*Quercus pedunculata* Ehrh.), Feld- und Flatterulme (*Ulmus campestris* L. et *effusa* Wild), gemeine und Weißesche (*Fraxinus excelsior* L. und

americana L. = alba Marsh.), *Sophora japonica* L., Pinus-Arten, besonders die zweinadeligen (*nigra*, *austria*, *corsicana*, *calabrica*, *ponderosa* usw.), *Pirus communis*, L., *Pirus Pyraister* Borkh., in den feuchteren Senkungen *Populus*-Arten.

III. Weiserpflanzen: *Festuca pseudovina*, *Puccinellia limosa*, *Artemisia monogyna*, *Stacte Gmelini*, *Matricaria chamomilla*.

Zum forstlichen Betriebe lassen sich diese Böden nur nach Verbesserung und mit sorgfältiger und ständiger Pflege (Lockerung) heranziehen. Zur Bewaldung sind in erster Linie *Tamarix tetrandra* Pall. et *odessana* Stev. und *Elaeagnus angustifolia* L. verwendbar, deren Wurzeln eine außerordentliche Durchbruchsfähigkeit gegenüber der Akkumulationschichte besitzen. Späterhin — wenn die Wurzeln den Boden genügend durchsetzt haben — können auch die unter II. erwähnten Arten in Betracht kommen.

IV. Weiserpflanzen: *Camphorosma ovata* oder ganz nackt, ohne Pflanzendecke.

Zum forstlichen Betriebe nur sehr schwer, nur nach ausgiebiger Verbesserung und bei ständiger Bearbeitung benutzbar, praktisch kann man ihn als unbenütztbar bezeichnen.

Dieser Boden — ungarisch *vakszik*⁶⁾ genannt — ist zum Glück nur von geringer Ausdehnung.

Die Szikböden, welche zu Aufforstungszwecken herangezogen werden können, stehen heute zum größten Teile unter Weidebetrieb. Böden, welche zu anderen landwirtschaftlichen Zwecken benütztbar sind, werden uns zu forstlichen Zwecken nur in geringer Ausdehnung, in Ausnahmefällen, zugestanden.

Welch große und nachteilige Wirkung aber die Beweidung nach sich zieht, zeigt sehr deutlich ein Vergleich der innerhalb unseres Versuchsfeldes liegenden — seit längerer Zeit ganz unbeweideten oder höchstens nur sehr wenig zur Weide benützten — Flächen mit den beweideten Böden außerhalb des Versuchsfeldes. Natürlich zeigen sich die schädlichen Wirkungen in umso größerem Maße, je schärfer die Weidenutzung angespannt wird; meist sind die Weiden überlastet.

Nach Auflassen der Beweidung setzt ein bedeutend besserer Graswuchs ein, die Grasnarbe wird dichter und höher, nach einigen Jahren wechselt die Zusammensetzung der Narbe, sowohl in Bezug auf die Arten, als auch auf die Anzahl der vergesellschafteten Arten in immer steigendem Maße.

Einige Flächen des Versuchsfeldes, welche wir seit Beginn der Aufforstungen teils ganz unberührt gelassen haben, teils aber als Wiese benützten und pflegen, zeigen diese Veränderungen in auffallender Weise,

⁶⁾ *Vakszik* bedeutet wörtlich: blinder Szik.

worüber Ihnen *Dr. Magyar* morgen nähere Aufklärungen geben und Angaben machen wird.

Auf die verschiedenen Pflanzungsverfahren gehe ich nicht ein, da ich den morgigen Erläuterungen *Magyar's* nicht vorgreifen will.

Heute pflegen wir die aufzuforstenden Gebiete für einige Jahre unter landwirtschaftliche Bearbeitung zu ziehen, Vollumbruch der Grasnarbe, bzw. Lockerung des Bodens ohne die Schollen zu stürzen, dann je nach Szikgehalt Zusatz von Kalkschlamm, Kalkstaub (Kalktuff) oder Digóerde,⁷⁾ wiederholte Lockerung mittelst Scheibeneggen, einige — 2—4 — Jahre hindurch Landwirtschaft, Hackfrucht oder Halmfrucht, dann Pflanzung in Reihen oder Quadratverband — meist 1'2—1'5 m. Mit der Pflanzung setzt auch die Pflege ein, oft — jährlich 5—6-mal — wiederholte oberflächliche Lockerung mittelst Scharrpflügen und anschließender Ergänzung durch Handarbeit. Teilweise erfolgt nach der Pflanzung auch 1—2 Jahre hindurch Waldfeldbau, doch nur mit Hackfrüchten, eben im Interesse der ständigen Lockerung.

Die Arbeit mit dem Scharrpflug ist von der Witterung abhängig. Weder zu nasser, noch zu trockener Boden läßt sich bearbeiten. Bei nassem Boden ballt sich die Erde zu Klumpen zusammen, bei trockenem prallen die Scharreisen ab. Die Bearbeitung erfolgt kreuzweise zwischen den Reihen, deshalb müssen bei der Pflanzung die Reihen genau eingehalten werden. Die Lockerung erfolgt so lange, als das Pferd mit dem Scharrpflug sich noch in den Jungwuchsreihen bewegen kann.

Bezüglich dieser Bearbeitung ist die günstige Wirkung — deren Ausbleiben bei vorzeitigem Einstellen der Bearbeitung schnell und deutlich sichtbar wird — dem ständigen Zerstören der Kapillarität der obersten Schicht zuzuschreiben, wodurch das Aufsteigen und Verdunsten des salzgesättigten Bodenwassers, somit die Anreicherung von Salzen in den oberen Schichten, verhindert wird. Die Lockerung reicht nicht tief, nur zirka 5—10 cm, tiefer dringen die Scharrpflüge nicht ein.

Natürlich spielt auch die Jätung der Unkräuter, die Beseitigung des Wurzelwettbewerbes derselben, eine günstige Rolle, doch nur so lange, als sich eben Unkraut zeigt. Wenn die Pflanzungen beginnen in Schluß zu treten, läßt der Unkrautwuchs nach und verschwindet in kurzer Zeit fast ganz.

⁷⁾ Digóerde nennt man in Ungarn an Kalk reichen Lößboden, welcher in geringen Tiefen — 1—3 m — in den Szikgebieten ziemlich häufig zu finden ist. Die Verwendung dieser Digóerde zur Verbesserung der Szikböden ist sehr alt, sie wurde zuerst von *Samuel Thessedik*, ev. Pfarrer in Szarvas, um 1770 herum angewendet. Digóerde erfordert Vorsicht, es gibt auch *Na*-haltige, deren Wirkung schädlich ist.

Die günstige Wirkung des kalkhaltigen Materials beruht darauf, daß CaCO_3 unter der Einwirkung von sauerstoffhaltigem Wasser in $\text{CaH}_2(\text{CO}_3)_2$ übergeht, dieses aber tauscht das *Azid-Na* der bindigen Szikböden aus und gibt *Azid-Ca*, wodurch der Boden die Viscosität verliert, nicht mehr peptisiert und krümelige Struktur annimmt.

Die landwirtschaftliche Nutzung bedeutet nicht nur eine gute Vorbereitung der Pflanzung, sondern deckt auch die Kosten der Bearbeitung und Aufforstung, zum mindesten einen guten Teil derselben, was bei den natürlich nicht unbedeutenden Kosten der Verbesserungen entsprechend in die Wage fällt.

Die schlechtesten Böden lohnen heute die Arbeit nicht, bei Klasse II. und III. aber schließt die Rechnung günstig ab.

Für späterhin ist voraussichtlich nur Plenterbetrieb am Platze und muß jedes Kahlschlagen vermieden werden. Auch werden wir zum Unterbau greifen müssen, allenfalls auch Sträucher, zum Bodenschutz gegen Sonne, Wind und Unkrautwuchs, da die zur Pflanzung kommenden Holzarten in höherem Alter wohl kaum genügend Schluß erhalten werden.

Intézeti ügyek.

A m. kir. földművelésügyi Miniszter Úr *Roth Gyula* egyetemi tanárt az 1940. év végével — saját kérelmére — felmentette a m. kir. erdészeti kutató intézet vezetőjének teendői alól és evvel a munkakörrel *dr. Magyar Pál* műegyetemi magántanárt bizta meg.

Amtliche Mitteilungen.

Der kön. ung. Ackerbauminister enthob mit Ende des Jahres 1940 Prof. *Gyula Roth* — auf sein eigenes Ansuchen — von der Leitung der kön. ung. forstlichen Forschungsanstalt und betraute den Dozenten *Dr. Pál Magyar* mit diesem Arbeitskreis.

Index

The index is arranged in alphabetical order of the authors' names. The names of the authors are given in full, and the titles of the papers are given in full. The page numbers of the papers are also given. The index is arranged in alphabetical order of the authors' names. The names of the authors are given in full, and the titles of the papers are given in full. The page numbers of the papers are also given.

Author's Index

The author's index is arranged in alphabetical order of the authors' names. The names of the authors are given in full, and the titles of the papers are given in full. The page numbers of the papers are also given. The author's index is arranged in alphabetical order of the authors' names. The names of the authors are given in full, and the titles of the papers are given in full. The page numbers of the papers are also given.

Az „Erdészeti Kísérletek“ 1940. évi XLII. kötetének tartalomjegyzéke.

Inhaltsverzeichnis.

	Oldal.
<i>Magyar János</i> : A fatermési táblák szerkesztésének alapkérdései	1
<i>J. Magyar</i> : Grundfragen der Aufstellung von Ertragstafeln	90
<i>Botvay Károly</i> : Egy új önműködő szedimentációs mérleg	106
Könyvismertetés	141
Intézeti ügyek	144
<i>Botvay Károly</i> : Egy új önműködő szedimentációs mérleg. (Befejező közlemény.)	145
<i>K. Botvay</i> : Über eine neue selbsttätige Sedimentationswaage	157
<i>Dr. Fehér Dániel</i> : Összehasonlító regionális vizsgálatok a magyar fa fűtőhatásáról	171
<i>D. Fehér</i> : Untersuchungen über den Heizwert der ungarischen Brenn- hölzer	194
<i>Roth Gyula</i> : Vonalas száralás, ill. vonalas száraló vágás	203
<i>Gyula Roth</i> : Linienplenterung und Linienplenterschlag	217
<i>Roth Gyula</i> : A magyar szíkesek erdősítéséről	225
<i>Gyula Roth</i> : Über die Aufforstungen der ungarischen Szikböden	238
Intézeti ügyek	253
Amtliche Mitteilungen	253

Dr. Erdélyi Károly: 1845-ös XLI. évfolyam
Tartalomjegyzék

Bevezetés

1	1. fejelet
2	2. fejelet
3	3. fejelet
4	4. fejelet
5	5. fejelet
6	6. fejelet
7	7. fejelet
8	8. fejelet
9	9. fejelet
10	10. fejelet
11	11. fejelet
12	12. fejelet
13	13. fejelet
14	14. fejelet
15	15. fejelet
16	16. fejelet
17	17. fejelet
18	18. fejelet
19	19. fejelet
20	20. fejelet
21	21. fejelet
22	22. fejelet
23	23. fejelet
24	24. fejelet
25	25. fejelet
26	26. fejelet
27	27. fejelet
28	28. fejelet
29	29. fejelet
30	30. fejelet
31	31. fejelet
32	32. fejelet
33	33. fejelet
34	34. fejelet
35	35. fejelet
36	36. fejelet
37	37. fejelet
38	38. fejelet
39	39. fejelet
40	40. fejelet
41	41. fejelet
42	42. fejelet
43	43. fejelet
44	44. fejelet
45	45. fejelet
46	46. fejelet
47	47. fejelet
48	48. fejelet
49	49. fejelet
50	50. fejelet
51	51. fejelet
52	52. fejelet
53	53. fejelet
54	54. fejelet
55	55. fejelet
56	56. fejelet
57	57. fejelet
58	58. fejelet
59	59. fejelet
60	60. fejelet
61	61. fejelet
62	62. fejelet
63	63. fejelet
64	64. fejelet
65	65. fejelet
66	66. fejelet
67	67. fejelet
68	68. fejelet
69	69. fejelet
70	70. fejelet
71	71. fejelet
72	72. fejelet
73	73. fejelet
74	74. fejelet
75	75. fejelet
76	76. fejelet
77	77. fejelet
78	78. fejelet
79	79. fejelet
80	80. fejelet
81	81. fejelet
82	82. fejelet
83	83. fejelet
84	84. fejelet
85	85. fejelet
86	86. fejelet
87	87. fejelet
88	88. fejelet
89	89. fejelet
90	90. fejelet
91	91. fejelet
92	92. fejelet
93	93. fejelet
94	94. fejelet
95	95. fejelet
96	96. fejelet
97	97. fejelet
98	98. fejelet
99	99. fejelet
100	100. fejelet

