

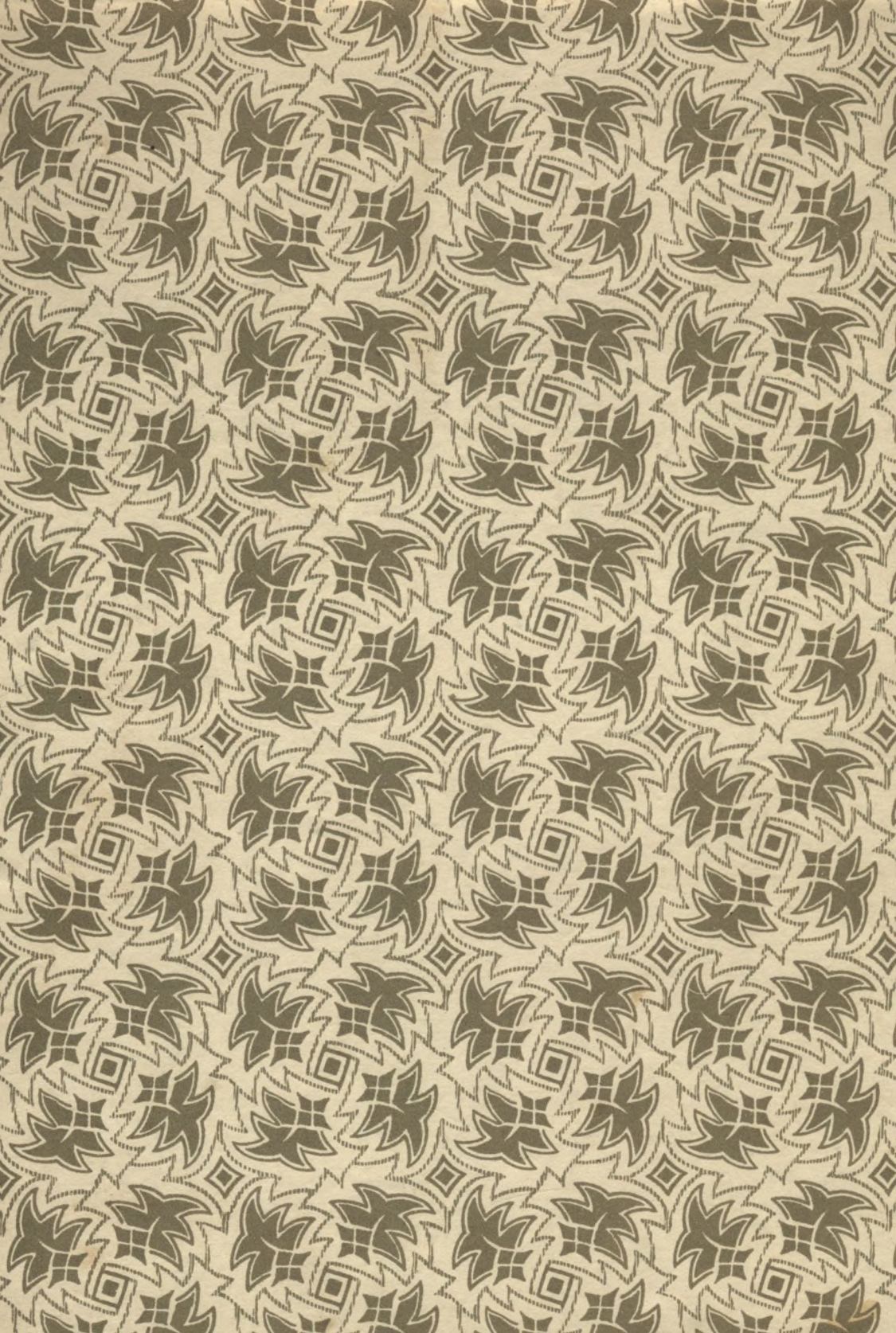


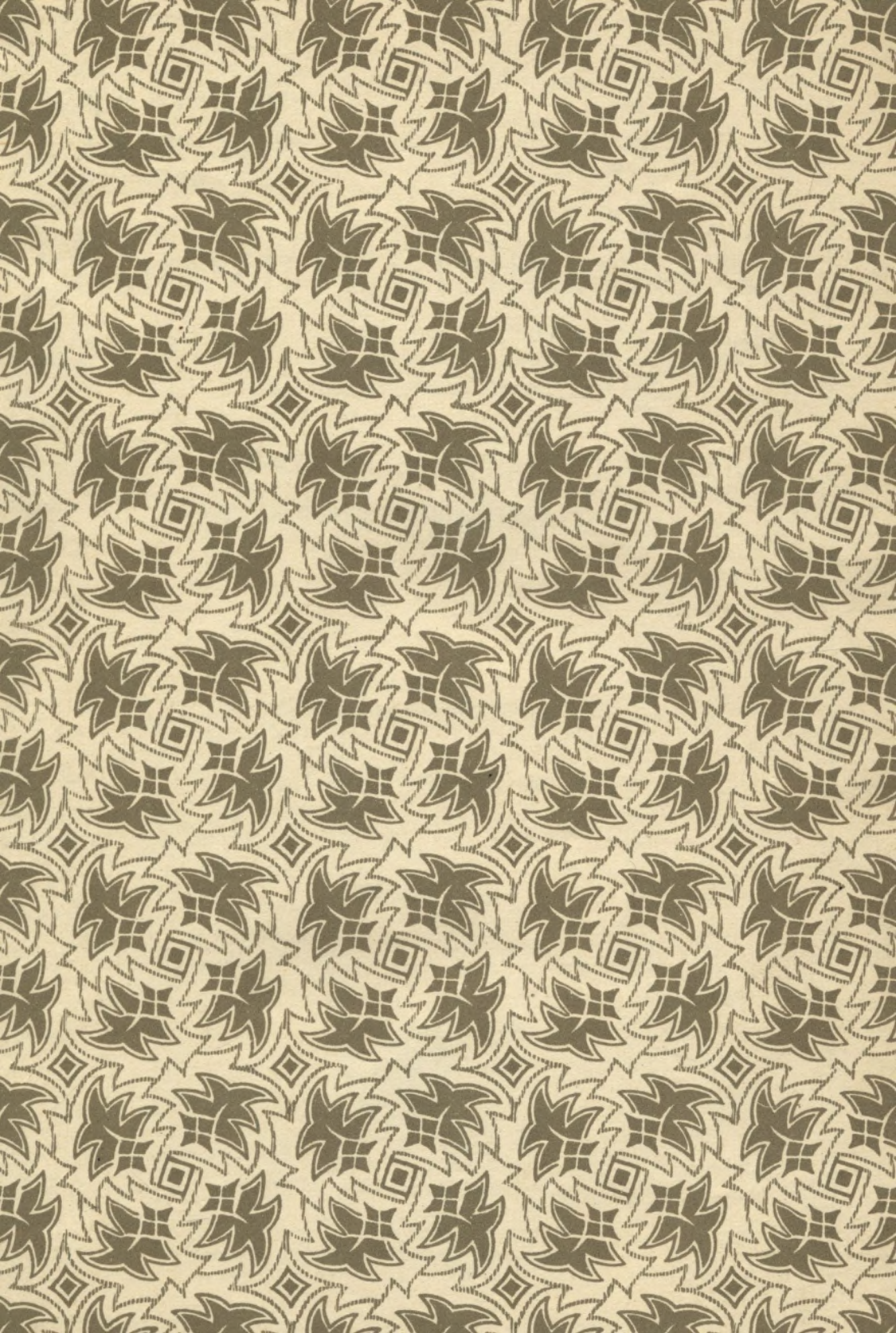
ROTH és
FEKETE



Erdészeti
kisérletek
XXXI.
1929.







1851. 530.
12.11.

Erczhegyi Géza
könyvkötészete

Budapest, V. ker.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2019. Támogató: Agrárminisztérium szerz.sz.: EGF/245-1/2019.

OEE Könyvtár
Áll. E. II. 2018

Féltörkítés

V/23.

ERDÉSZETI KISÉRLETEK.

A M. KIR. Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskola Erdőmérnöki
Osztályának és a M. Kir. Erdészeti Kísérleti Állomásnak
Tudományos Folyóíráta.

FORSTLICHE VERSUCHE

FOREST RESEARCHES

RECHERCHES FORESTIÈRES

SZERKESZTIK:

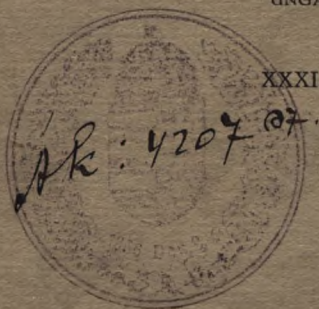
ROTH GYULA

FEKETE ZOLTÁN.

SOPRON

UNGARN HONGRIE HUNGARY

XXXI. ÉVFOLYAM 1. SZÁM.



1929.



RÖTTIG-RÖMWALTER NYOMDA-RÉSZVÉNYTÁRSASÁG, SOPRON.

1929.

TARTALOM – INHALT.

	Oldal
<i>Dr. Fehér Dániel</i> : Vizsgálatok az erdőtalaj biológiai tevékenységének időszaki változásairól	1
<i>Magyar Pál</i> : Szikes fásítási kísérletek a püspökladányi telepen	24
<i>Dr. Stocker Ottó</i> : Vizsgálatok különböző termőhelyen nőtt növények vízhiányának nagyságáról	63
<i>Roth Gyula és Schmotzer Gyula</i> : A ritkítási növedékről	77
Intézeti és személyi ügyek	88
<i>Dr. D. Fehér</i> : Untersuchungen über den zeitlichen Verlauf des Mikrobenlebens des Waldbodens	89
<i>Paul Magyar</i> : Szikaufforstungsversuche auf dem Versuchsfelde zu Püspökladány	95
<i>Dr. Otto Stocker</i> : Über die Höhe des Wasserdefizites bei Pflanzen verschiedener Standorte	104
<i>Julius Roth und Julius Schmotzer</i> : Vom Lichtungszuwachs	115
Amtliche und Personalnachrichten	116

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, Főiskola.

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

Geldsendungen haben an das Postsparkassenkonto Nr. 58.213 zu erfolgen.

E füzet bolti ára 6 pengő.

Ladenpreis dieses Heftes 6 Pengő.

Megjelent 1929. áprilisban.

Erschienen 1929. April.

ERDÉSZETI KISÉRLETEK.

A M. KIR. BÁNYAMÉRNÖKI ÉS ERDŐMÉRNÖKI FŐISKOLA ERDŐMÉRNÖKI OSZTÁLYÁNAK ÉS A M. KIR. ERDÉSZETI KISÉRLETI ÁLLOMÁSNAK FOLYÓIRATA.

XXXI. ÉVFOLYAM 1929.

SOPRON

1. SZÁM.

Vizsgálatok az erdőtalaj biológiai tevékenységének időszaki változásairól.

(A m. kir. Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskola Növényteni Intézetéből.)

Írta: *Dr. Fehér Dániel.*

Bevezetés.

Az erdő széntáplálkozására vonatkozó kutatásaink alkalmával sikerült az eddigi vizsgálatok eredményeképen a fontosabb összefüggéseket, amelyek az erdőtalaj CO_2 lélekzése, az erdei levegő CO_2 -tartalma, az erdőtalaj mikroflórájának és mikrofaunájának a tevékenysége és az ezekre befolyással lévő szerves és szervetlen termőhelyi tényezők között fennállnak, felderíteni. Azonban ezen kutatásaink alatt mindinkább arra a meggyőződésre jutottam, hogy a fontosabb termőhelyi tényezőknek: a talaj és a levegő hőmérsékletének és a fényintenzitásnak a befolyását csak akkor fogjuk tisztán és kifogástalanul megismerni, ha az idevonatkozó jelenségeket lehetőleg mind a négy tenyészeti időszakban rendszeres megfigyelésnek vetjük alá. Különösen áll ez a talaj mikroflórájának és mikrofaunájának a megismerésére. (I.)

Az eddigi vizsgálatok alatt ugyanis csak rövid megfigyelési időszakokkal dolgoztam és épen azért az itt elért eredmények nem szolgáltatnak minden tekintetben olyan pontos felvilágosításokat, amelyek exact tudományos szempontból kielégítőek lettek volna. Ezen oknál fogva elhatároztam, hogy a fent említett tényezőket egy éven keresztül rendszeres és összefüggő megfigyeléseknek fogom alávetni. Ezen célból a főiskola területén lévő középkorú lúcfenyvesben, továbbá a főiskola tanulmányi erdejében

lévő fiatalokú lúcfenyvesben és az ennek a szomszédságában lévő sarjerdőben rendszeres, egész évre kiterjedő vizsgálatokat folytattam.

Tekintettel azonban a talajlélekzés és a levegő CO_2 -tartalmának ez-ídszerint még nagyon körülményes vizsgálati módszereire, amelyeknek keresztülvitele különösen a téli hónapokban már fizikailag is rendkívül nagy nehézségekkel jár, a levegő CO_2 -tartalmát és a talajlélekzést csak a főiskolai lúcosban mértük az egész év folyamán, míg a másik két területen csak a többi termőhelyi tényezőt és a mikroflórát és a mikrofaunát vizsgáltuk rendszeresen.

A vizsgálati módszerek ismertetése.

1. A talajlélekzés mérésénél alkalmazott eljárást az Erdészeti Kísérletek 1927. évi 3.—4. számában leírtam.

Az eljárás lényegét a következő egyenlet fejezi ki:

$$X_{\text{CO}_2} = \left[\frac{H-h_1+h_2}{h_3} (t_0-t_1) f - (H-h_1+h_2) g \right] \frac{60}{t} \cdot \frac{10,000}{T} \text{ gr. pro óra és m}^2$$

ahol

H = a talajharang ürtartalma cm^3 -ben,

h_1 = a besülyedés által előállott térfogatveszteség,

h_2 = a vezeték ürtartalma cm^3 -ben,

h_3 = a beszívott levegő ürtartalma cm^3 -ben,

t_0 = a kezdeti titer,

t_1 = a végtiter,

g = a levegő CO_2 -tartalma $\frac{\text{gramm}}{\text{cm}^3}$,

t = az idő percekben a harang lezárásától annak felnyitásáig,

f = az n HCl átszámítási tényező CO_2 -ra cm^3 -ben a $2\text{HCl} = \text{CO}_2$ meggondolás szerint,

T = a talajharang által elfoglalt terület cm^2 -ben.

Miután kellő körütekintéssel:

$$\begin{aligned} \frac{H-h_1+h_2}{h_3} &= a & H-h_1+h_2 &= b \\ \frac{10,000}{T} &= c & \frac{60}{t} &= d, \end{aligned}$$

úgy a képlet a gyakorlati számításához ezen igen egyszerű alakot nyeri:

$$X = [a(t_0-t_1) f - b \cdot g] c \cdot d$$

A vezeték hossza (h_2) rendesen olyan kicsi volt, hogy ez a normális hibahatáron belül esvén, elhanyagolhatóvá vált s így a képlet konstans értékei még egyszerűbb értékeket vettek fel:

$$a = \frac{H-h_1}{h_3} \quad \text{és} \quad b = H-h_1.$$

A képlet tehát:

$$X = [a(t_0 - t_1) \cdot f - b \cdot g] \text{ c.d.}$$

2. A levegő CO_2 -tartalmát szintén a *Lundegardh*-féle volumetrikus készülékkel mértem, (III.) azonban tekintettel a rendkívül sok időt igénybevevő tömegvizsgálatokra, csak 3 m.-rel a talaj színe felett, tehát a korona kezdetében vizsgáltam az erdei levegő CO_2 -tartalmát.

Ez a két vizsgálat, különösen a téli hónapok folyamán, amikor a levegő 0° alá süllyed, meglehetősen nehézségekkel jár, úgyhogy a vizsgálatokat csak úgy tudtuk lefolytatni, hogy a készülékeket, illetőleg a készülékeknek üvegből készült és levegővel érintkező részeit melegvíz köpönyeggel vettük körül.

3. A talajbakteriumok számát meghatároztam fiziológiai csoportok szerint s egyúttal mértem a talajbakteriumok számát egyesítve is, amikor is elkülönítettem egymástól az aerob és anaerob bakteriumokat és a kettőnek az összegéből az összbakterium számot számítottam ki. A talajbakteriumok kitenyésztésére a *Bokor* által kidolgozott és bevezetett eljárást alkalmaztam, amely a szelektív és elektív tenyésztési eljárásokat nagyon célszerűen egyesíti egymással és a fenti célra teljesen kielégítő eredményeket adott. (I.)

4. A talajprotozoák számát a *Cutler*-féle eljárással vizsgáltam, amelyet teljes részletességgel a Magyar Tudományos Akadémia III. osztályának 1928. évi november hó 12-én bemutatott értekezésünkben már részletesen ismertettünk. (IV.)

5. A talajgombák számát a *Waksman* által ajánlott módszer szerint határoztam meg. (V.)

6. A húmusr tartalmat káliumbichromáttal, (VI.)

7. a víztartalmat normális módon 100° -ra való hevítéssel, (VII.)

8. a vízkapacitást rézhengerekkel, (VII.)

9. a porozitást piknométer segítségével eszközöltem. (VII.)

10. A levegőkapacitást a 8. és 9. szerint nyert adatokból számítottam ki.

11. A fényintenzitást az *Eder—Hecht*-féle készülékkel mértem (VIII.) és az erdőbe beeresztett fénymennyiségnek a szabad fényhez viszonyított mennyiségét *Bunsen—Roscoe* egységek szerint kiszámított százalékban fejeztem ki. A táblázatokban és grafikonokon egyszerűség kedvéért azonban a fényerősséget a leolvasott fokok számadatával fejeztem ki, mindig 1 perc exponálási időt véve alapul. Ezek az adatok *Bunsen—Roscoe*-egységekre bármikor átszámíthatók.

12. A pH-értékeket chinhydron elektrodával mértem, még pedig az általam összeállított és már ismertetett egyszerű készülék segítségével, melybe O-készüléknek egy *Whetton*-féle galvanométer, illetőleg egy *Le Chatelier*-féle millivoltmérő volt beállítva, míg a kompenzációt egy *Wheat-*

stone-híddal végeztem. A készülékbe a durva beállításra egy *Max—Kohl*-féle milliampere-métert alkalmaztam és a készülék működését időről-időre egy *Mislowitzer*-féle precíziós készülékkel ellenőriztem. (IX.)

Ami most már a vizsgálatok végrehajtásának részleteit illeti, úgy erre vonatkozóan röviden csak a következőket óhajtom tájékoztatásul megjegyezni:

A talajlélekzést, a talaj hőmérsékletét, mégpedig ezt három különböző mélységben: a felszínen, 0'5 m. és 1'0 m. mélységben, a levegő hőmérsékletét, a szélereősséget és a fényintenzitást lehetőleg mindennap mértem, illetőleg a levegő hőmérsékletét és a páratartalmat regisztráló műszerekkel állandóan jegyeztem. A baktériumok, gombák és protozoák számát, tekintettel az azokkal járó rendkívül kiterjedt munkálatokra, miután fiziológiai csoportok szerint is dolgoztam, csak havonként egyszer mértem, azonban a kritikus hónapokban: december, január és februárban ellenőrzésül még kéthetenként is meghatároztam az összbaktérium számot.

A kísérleti területek rövid leírása.

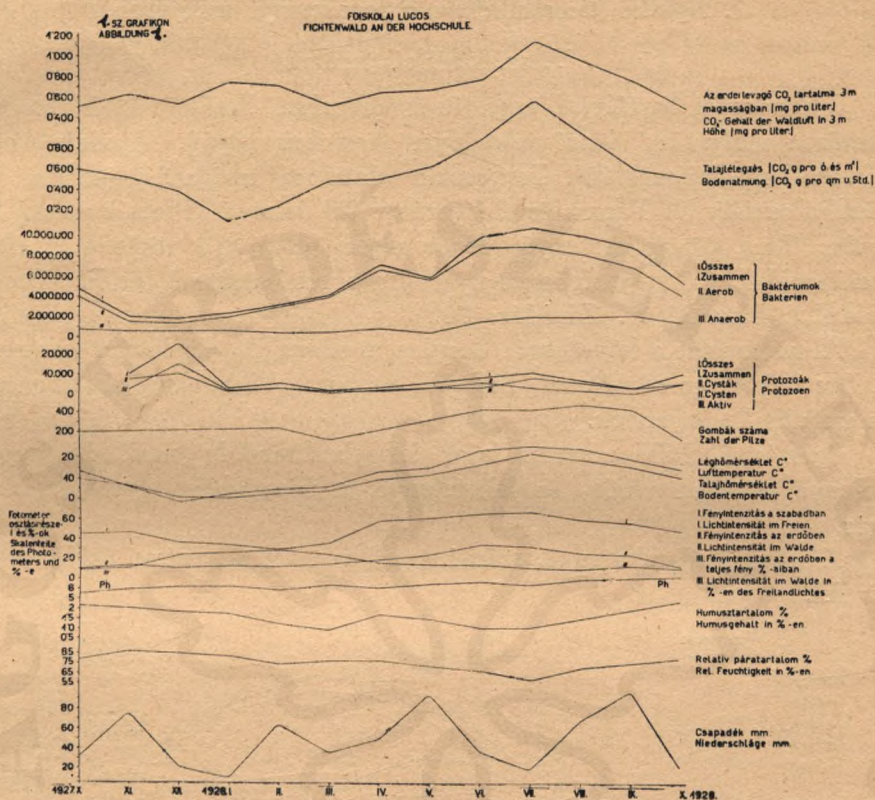
1. A főiskola botanikus kertjében fekvő lúcos.

I. sz. kísérleti terület.

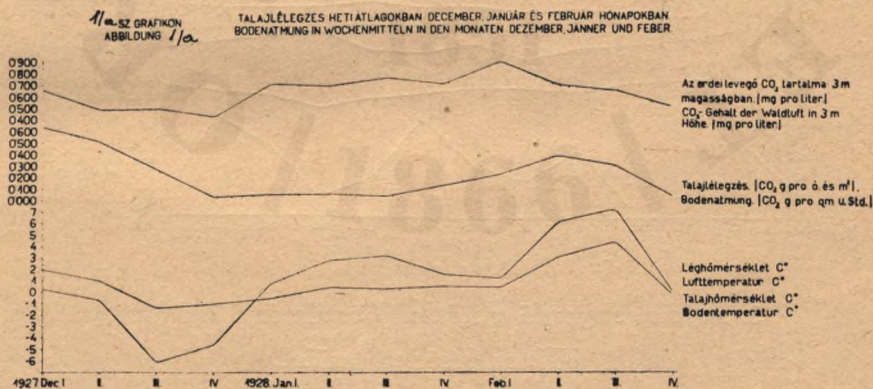
Körülbelül 50 éves, szép növekedésű lúcos, gazdag aljnövényzettel, agyagtalajon.

A munkahely közelében a következő növények fordultak elő: *Ligustrum vulgare* L., *Sambucus nigra* L., *Berberis vulgaris* L. elszórtan, továbbá *Hedera helix* L., *Rubus idaeus* L., *Galeopsis pubescens* Bess., *Viola silvestris* Lam., *Lysimachia nummularia* L., *Brachypodium silvaticum* (Huds) R. et Sch., *Ajuga reptans* L., *Fragaria vesca* L., *Epilobium montanum* L., *Convallaria majalis* L., *Mnium undulatum* (L.) Neck., *Fissidens taxifolius*.

A mérési adatokat az 1. és 1/a. számú grafikon és az I. számú táblázat mutatják.



1. sz. grafikon.



1/a. sz. grafikon.

2. Agfalvi lúcos a főiskola tanulmányi erdejében.

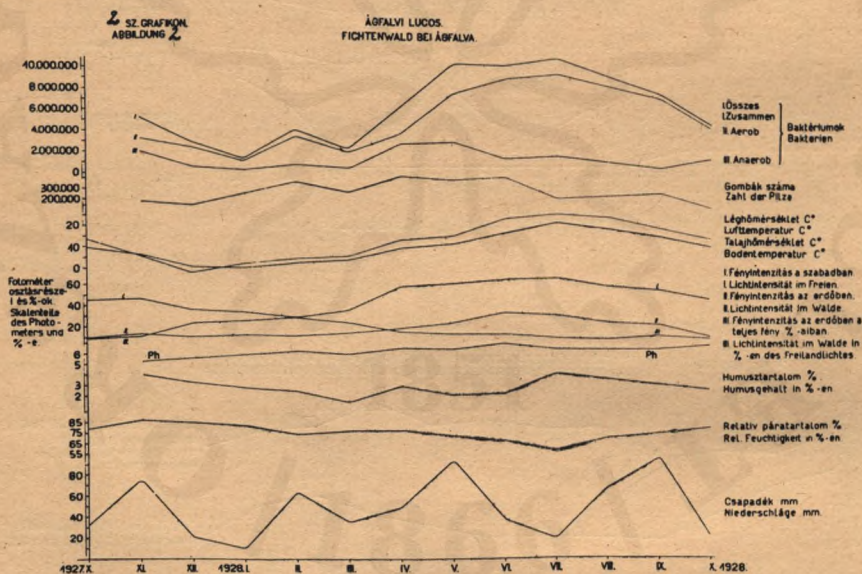
V. sz. kísérleti terület.

J gazdasági osztály, I. tag, 12. erdőrésztlet. Területe 22 k. h. Meglehetősen mély, üde, kissé televényes, homokos agyag. Altalaja kavics. Fekvése Dny. lejtőszög 20° . Tengerszín feletti magassága 360—400 m. Termőhelyi osztály II. Fanem és elegyarány: 0'5 úcenyő (*Picea excelsa*) Lam et Dc. (Lk.), 0'1 feketefenyő (*Pinus nigra* Arn.), 0'1 vörösfenyő (*Larix decidua* Mill.), 0'3 gyertyán és nyár (*Carpinus betulus* L. és *Populus tremula* L.). Kor: 24 év. Záródás: 1'0.

Aljnövényzet a következő: *Corylus avellana* L., *Cyclamen europaeum* L., *Brachypodium silvaticum* (Huds) R. et Sch., *Viola silvestris*, *Convallaria majalis* L. és mohok.

Üzemtervi előírás: nemes fajok felszabadítandók; uralkodó fanem a lúcfenyő, részben vörös- és feketefenyő, a hézagokban gyertyán, itt-ott nyár.

A mérési adatokat a 2. számú grafikon és a II. számú táblázat tünteti fel.



2. sz. grafikon.

3. Agfalvi sarjerdő a főiskola tanulmányi erdejében.

VII. sz. kísérleti terület.

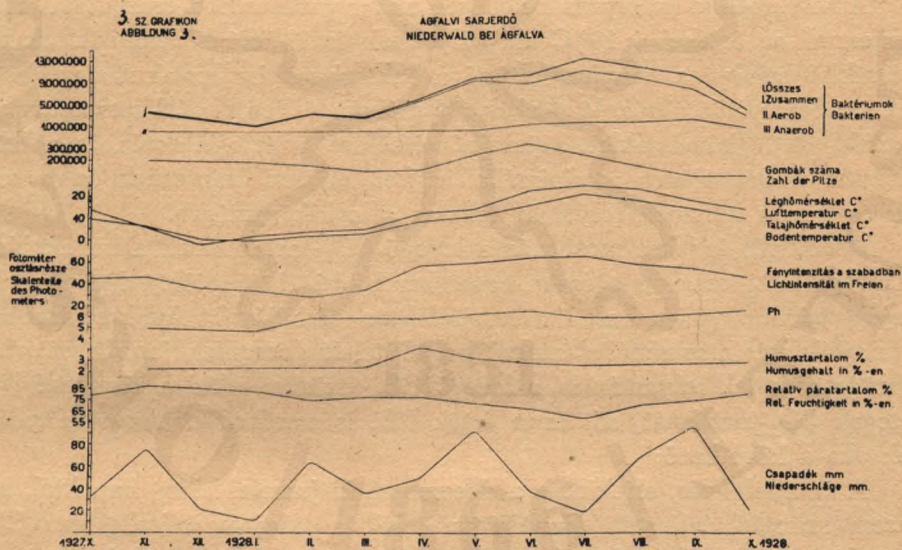
H gazdasági osztály, II. tag, 22. erdőrésztlet. Területe 90 k. h., amelyből kijelölt terület 1 k. h. Talaja elég mély, üde, agyagos homok. Al-

talaja az északi részen kavics, a déli részen gneisz és pala. Fekvése Ék. lejtőszög 30°. Tengerszín feletti magassága 360 m. Termőhelyi osztály II. Fanem és elegyarány: 0'7 lúcfenyő (*Picea excelsa*) Lam et Dc. (Lk.), 0'2 jegenyefenyő (*Abies alba* Mill.), 0'1 vörösfenyő (*Larix decidua* Mill.) néhány hagyásfával. Jelenleg a sarjak a fenyőket még túlhaladják, különösen a gyertyán, hárs, nyír, elvéve bükk és tölgy. Beerdősítve 1921-ben lett.

Aljnövényzet: *Corylus avellana* L., *Genista germanica* L., *Genista pilosa* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Luzula nemorosa* (Pohl) E. Mey., *Festuca ovina* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Convallaria majalis* L., *Galium silvaticum* L., *Fragaria vesca* L., *Cyclamen europaeum* L., *Campanula persicifolia* L., *Melampyrum pratense* L., *Peltigera canina*.

Üzemtervi előírás: az erdősítések felszabadítandók, hagyásfák kiszendők.

A mérési eredményeket a 3. számú grafikon és a III. számú táblázat mutatják. A IV. számú táblázat az eredmények fontosabb adatait évi átlagértékekben tartalmazza, a korábbi vizsgálataim eredményeivel kapcsolatban.



3. sz. grafikon.

A vizsgálatok eredményeinek összehasonlító ismertetése.

A vizsgálatok eredményeit részletesen és tüzetesen tartalmazó grafikonok és összefoglaló táblázatok a talajok biológiai tevékenységének időszaki változásait illetőleg határozott és jól kivethető összefüggéseket mutat-

nak. Ezek a mostani vizsgálatok megerősítették azt a tényt, hogy az erdő-állomány levegőjének CO_2 -tartalmát a talajlélekzés folyamata alatt termelt CO_2 mennyisége közvetlenül befolyásolja. A talajlélekzés azonban, amint szintén ugyanezen vizsgálatok minden kétséget kizáróan bizonyítják, elsősorban a talajbakteriumok életműködésének eredményei.

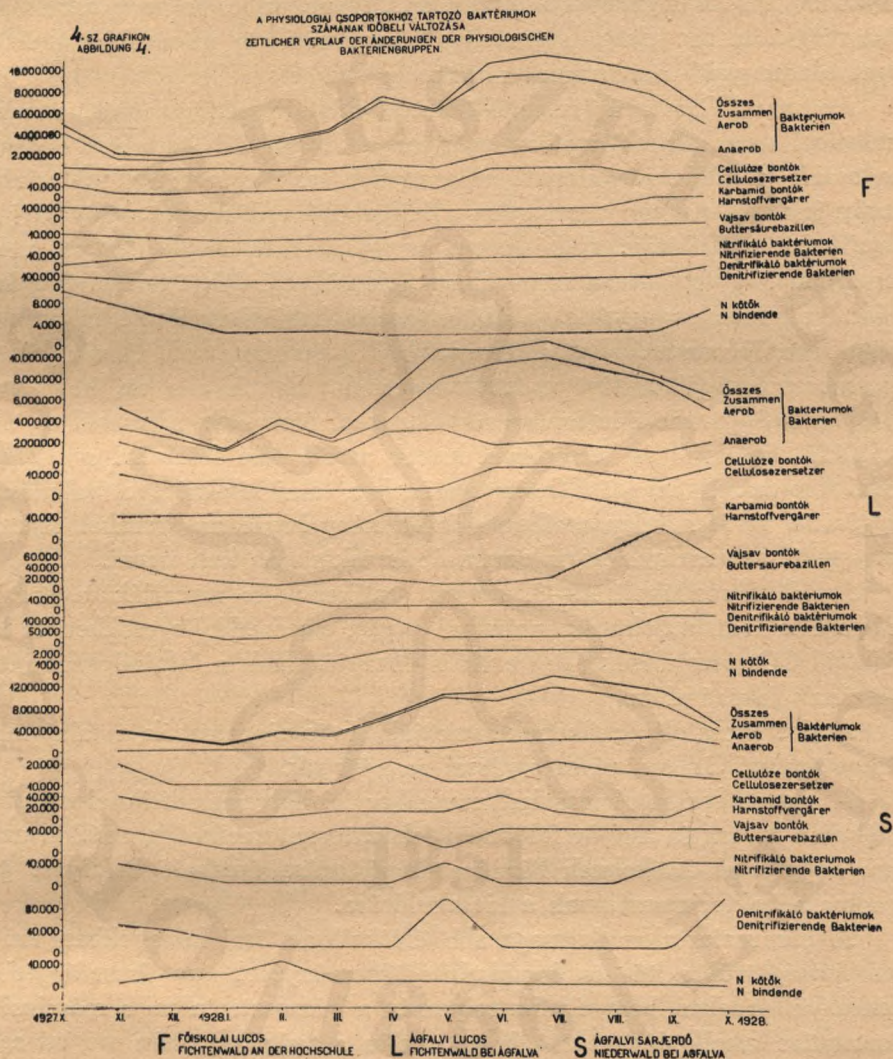
A talaj lélekzésének maximuma és minimuma a talaj összbakterium számának a maximumával és minimumával esik össze és a baktériumszám görbéje teljesen párhuzamosan halad a talajlélekzés görbéjével. A talajlélekzés csak a téli hónapokban, december és január hónap folyamán szünetel és amint az V. számú táblázat mutatja, akkor, amikor a talajhőmérséklet érezhetően 0° alá száll, a talajlélekzés úgyszólván teljesen megszűnik. Ez a körülmény összefüggésben van azon jelenséggel, hogy a talaj hajszálcsoveiben az ott lévő víz megfagy és dacára azon körülménynek, hogy a talaj a legalacsonyabb hőmérséklet mellett is még mindig számbavehető baktériumflórával rendelkezik, ezeknek az életműködése erős korlátozást szenved és másrészt a baktériumok életműködése következtében felszabaduló CO_2 -mennyiség a megfagyott hajszálcsoveken keresztül nem juthat a föld felszínére.

A hőmérséklet befolyása különösen akkor válik erősen érezhetővé, amikor ennek az értékei $+10^\circ \text{C}$ alá süllyednek és 0° felé közelednek. A hőmérséklet befolyása annyira feltűnő a baktériumszám kialakulására, hogy a kettő lefolyását ábrázoló görbék úgyszólván teljesen párhuzamosan haladnak. A léghőmérséklet, a talajhőmérséklet, a talajlélekzés és a baktériumszám görbéjének a minimális értékei teljesen összeesnek és december és január hónapok folyamán lesz ez a legkifejezettebb.

Rendkívül érdekes most már a levegő CO_2 -tartalmának a kialakulása. A levegő CO_2 -tartalma egészen november hó végéig, illetőleg december hó elejéig párhuzamosan halad a talajlélekzés görbéjével. Amikor azonban a talajlélekzés a minimális értékeit éri el, tehát december, január, sőt még február hónapok folyamán is, a levegő CO_2 -tartalma eléri a környező lég rétegek CO_2 -tartalmát, sőt ezen érték fölé is emelkedik. Az emelkedésnek oka a következő:

A talajlélekzés, eltekintve a decemberi és januári hideg napoktól, sohasem szünetel teljesen. Ennélfogva tehát a talajnak mindig van CO_2 termelése, amit a készülékeink 3 m. szintmagasságban a talaj felett regisztrálnak. Azonban november, december, január és február hónapokban, az akkor fellépő léghőmérséklet következtében, amelynek értékei általában túlnyomó részben 0° és $+10^\circ \text{C}$ között, de leggyakrabban $+5^\circ$ és $+6^\circ \text{C}$ között mozognak, sőt sokszor 0° alá is süllyednek, az asszimiláció teljesen megszűnik. Az asszimiláció teljes szünetelése következtében most már természetesen, ha még olyan csekély is a talaj CO_2 produkciója, a

termelt CO_2 -nek a felső rétegekbe való áramlása, minthogy az asszimiláció szünetelése következtében a diffúziós esés nagyon kicsinné válik, rendkívül lassú lesz, úgyhogy az erdei levegő erősen telítődik CO_2 -vel. A 4. számú grafikon ezt a jelenséget világosan mutatja.



4. sz. grafikon.

Rendkívül érdekes, hogy március hónapban, amikor a léghőmérséklet fokozatos emelkedésével az asszimiláció is megindul, a levegő CO_2 görbéje súlyed, dacára annak, hogy a talajlélekezés értékei erősen emelkednek. Csak a tavasz és a nyár folyamán fellépő nagyobb mérvű talajlélek-

zés képes azután, dacára a fokozottabb asszimilációs elhasználásnak, az erdei levegő CO_2 -tartalmát is erősen megnövelni. Egyébként az erdei levegő CO_2 -tartalma, a talajlélekzés, a bakteriumszám, azután a léghőmérséklet, a talajhőmérséklet és a fényintenzitás értékei egyaránt július hó folyamán érik el legnagyobb értéküket. Ezenkívül a bakteriumszám görbéje még a tavasz (febr., márc., ápr.) folyamán egy második, a nyárinál jóval alacsonyabb maximumot mutat.

Amint a IV. számú összesítő táblázat adatai mutatják, a talajlélekzés értékeivel nem minden esetben arányos a levegő CO_2 -tartalma. Sokszor magasabb talajlélekzés mellett alacsonyabb lesz a levegő CO_2 -tartalma, amely jelenség nagyon egyszerűen a különböző erdőtípusok különböző intenzitású asszimilációs működésével magyarázható meg. Így pl. a kiskomáromi tölgyes, dacára annak, hogy jelentékeny CO_2 -t termel talajának lélekzése révén és egyúttal a legmagasabb bakteriumszámot is mutatja, mégis levegőjének aránylag alacsonyabb CO_2 -tartalma van, mint a közvetlen szomszédságában lévő erdei fenyvesnek. Ennek oka az, hogy ez a középkorú tölgyerdő dús lombzatával sokkal több CO_2 -t használ el, mint a nálánál fiatalabb és kétségtől kisebb asszimiláló felülettel rendelkező erdei fenyves. A levegő CO_2 -tartalmának a talaj lélekzésével való összefüggésénél tehát minden esetben a faállomány korát, az évszakot és ezekkel együtt az asszimiláció intenzitását is tekintetbe kell venni.

Amint a mellékelt 1.—3. számú grafikonok is mutatják, a gombák száma általában a bakteriumszámmal együtt emelkedik és csökken és kétségtől CO_2 termelésük által ezek is hozzájárulnak a talajlélekzés intenzitásának fokozásához.

Amint a csatolt grafikonok mutatják, a talajprotozoák a talaj lélekzésére úgyszólván semmi befolyással sem bírnak.

A ph-értékek minimumukat november hó folyamán érik el s azután értékük a tavasz és a nyár folyamán fokozatosan emelkedik, anélkül azonban, hogy a ph-értékeknek bármilyen változása érezhető befolyást gyakorolna a bakteriumszámnak a kialakulására.

A húmusztartalom legmagasabb értékeit az őszi hónapokban éri el, ami kétségtől a tű- és lombhullás tünetényével van összefüggésben. Rendkívül érdekes, hogy április folyamán a húmusztartalom a márciusihoz viszonyítva emelkedést mutat, hogy azután a nyár folyamán megint csökkenő értékeket vegyen fel. Ennek a jelenségnek kielégítő magyarázatát adni egyelőre nem tudom és így csak annak az egyszerű regisztrálására szorítkozom. A húmusztartalom értékeinek a nyári sülyedése kétségtől a bakteriumok működésével van összefüggésben.

Amíg az eddigi vizsgálatok folyamán a talajlélekzés napi ingadozásainak változásainál a csapadék kedvező hatását is sikerült kimutatnom, ad-

dig, amint a mellékelt rajzok mutatják, a talajlélekzés időszaki változásai és a bakteriumszám kialakulása úgyszólván kizárólag és egyedül a lég- és talajhőmérséklettel, továbbá a fényintenzitással vannak összefüggésben, míg sem a viszonylagos páratartalomnak, sem pedig a csapadéknak közvetlen hatását az évi görbe változásaiban kimutatni nem lehet. Tehát kétségtelen, hogy a bakteriumélet a maga egyetemleges változásaiban teljesen alkalmazkodott a mi égővünk alatt szokásos évi csapadékmennyiséghez és ettől a lefolyását is függetlenítette.

Nagyon érdekes képet kapunk még, ha a fényintenzitás adatait a talajlélekzést befolyásoló tényezők változásaival összehasonlítjuk. Ha a fényintenzitás értékeit egyszerűség kedvéért az *Eder—Hecht*-féle photométer osztásrészeinek számával fejezzük ki 1 perc megfigyelési időre vonatkoztatva, úgy a relatív változás megfigyelése szempontjából felesleges a *Bunsen—Roscoe*-egységek számítása, amelyeket ennek megfelelően én csak akkor vettem figyelembe, amikor az erdőben lévő fényintenzitás adatait a szabadban mért fényintenzitással akartam kifejezni. A fényintenzitásnak az abszolút értékei a hőmérsékleti görbével együtt, a talajlélekzés görbéjével és a bakteriumszámot kifejező görbével párhuzamos lefolyást mutatnak; míg az erdőben uralkodó és a szabad fény százalékában kifejezett fényintenzitási adatok minimális értékeit a nyár folyamán és maximális értékeit a tél folyamán érik el. Ez a körülmény a téli nagyobb számú borult napokkal és a nyári nagyobb számú derült napokkal van összefüggésben s oka abban keresendő, hogy a felhők visszatartják a napsugaraknak a fényérzékeny papírra ható erősebb kémiai sugarainak egy részét, ami természetesen ezen görbe súlyedésében nyilvánul azután meg. A fényintenzitásnak a photométerskála osztásrészeivel kifejezett abszolút értékei ellenben világosan mutatják, hogy a fényintenzitás a nyári hónapokban mennyivel nagyobb, mint az őszi, téli és koratavaszi hónapokban. Mint-hogy pedig a hőmérsékleti és fényintenzitási adatok együttevve a nap fényenergiájának a megnyilvánulásait reprezentálják, úgy azon véleménynek szeretnék kifejezést adni, hogy a talajélet lefolyásában közvetlenül a legnagyobb hatást a nap fényenergiája gyakorolja.

Ami most már a talaj bakteriumtartalmának a közvetlen hatását illeti, úgy kétségkívül ezek a vizsgálatok is beigazolták, különösen, ha a főiskolai lúcos adatait tüzetesebben szemügyre vesszük, azt a jelenséget, hogy a bakteriumszám emelkedése akkor, ha abban az aerob bakteriumok az uralkodók, a talaj CO_2 termelésének az értékeit emelni fogja. Rendkívül érdekes, hogy az anaerob bakteriumok száma a talajban nagyon szűk határok között mozog és viszonyítva az aerob bakteriumok számához, bár szintén mutatnak téli súlyedést és nyári emelkedést, mégis nagy vonásokban számuk relatíve állandóbb marad, úgyhogy az aerob és anaerob bak-

teriumok viszonya legkedvezőtlenebbé válik akkor, amikor az előbbieket minimális értékeiket és legkedvezőbbé válik akkor, amikor az aerob baktériumok maximális értékhatárukat elérik.

A talajlélekzés mérve függ most már elsősorban az összbaktérium számtól és másodsorban, amint ezt már az előző vizsgálataim folyamán is ismételten hangsúlyoztam, függ még az aerob és anaerob baktériumok kölcsönös viszonyától, mégpedig olyan módon, hogy minél nagyobb az aerob baktériumok viszonylagos mennyisége, annál nagyobb értékeit éri el a talajlélekzés.

A 4. számú grafikon és az I.—III. számú táblázatok mutatják a talajbaktériumoknak fiziológiai csoportok szerint való havonkénti eloszlását az év minden hónapjában három erdőrészleten. Ha az itt megnyilvánuló szabályszerűséget tüzetesebben szemügyre vesszük, akkor általában a következő fontosabb jelenségek válnak szembeötlőkké:

A cellulosebontó baktériumok száma általában az összbaktérium szám változását kifejező görbe menetét követi, mégpedig kisebb-nagyobb eltérésektől eltekintve úgyszólván mindegyik erdőrészletben. Igen érdekes, hogy áprilisban a főiskolai lúcosban és az ágfalvi sarjerdőben egy-egy maximumot mutatnak a cellulosebontó baktériumok, míg azután második és teljes maximumukat az ágfalvi lúcosal egyetemben az összbaktérium számmal együtt június és július hónapok folyamán érik el.

Hasonlóképpen nagy vonásokban az összbaktérium szám kifejlődésének a menetét követik a carbamidbontó baktériumok is; sőt a vajsavas baktériumok is közel hasonló kifejlődést mutatnak az összbaktérium szám változásainak a görbéjével.

A legérdekesebb azonban a nitrifikáló baktériumoknak a kifejlődése, melyek mind a három erdőrészletben közel hasonló képet adnak. Nevezetesen maximumukat a téli hónapok alatt érik el és csak az ágfalvi sarjerdő, melynek a talajában a biológiai viszonyok kedvezőtlenebbek, minthogy ezt a területet zárt állomány nem borítja, mutat némileg eltérő kifejlődést. A nitrifikáló baktériumok itt két maximumot érnek el, nevezetesen egyet május hó, egyet pedig az őszi hónapok folyamán.

A denitrifikáló baktériumok maximumukat az ősz folyamán érik el, azonban úgy az ágfalvi zárt lúcallományban, mint pedig a sarjerdőben egy-egy tavaszi maximumot is mutatnak, amely ismeretlen okok következtében a főiskolai lúcosban nem jutott kifejezésre. Ez utóbbiban csak az őszi maximum jelentkezik, azonban mind a három erdőrészletben egyaránt megnyilvánult ennek az őszi maximumnak a kifejlődése, amely kétségkívül a jobb és bővebb csapadékviszonyokkal van összefüggésben. Valószínűleg ez a körülmény okozza a két ágfalvi kísérleti területnél a de-

nitifikáló baktériumoknak a második tavaszi maximumát is, amely a tavaszi nedvesebb hónapokkal függ össze.

A N-kötő baktériumoknak a viselkedése szintén nem egyöntetű, csak az egyik kísérleti területen, az ágfalvi lúcosban mutatnak az összbaktérium számmal bizonyos mértékben hasonló lefolyást, azonban a másik két kísérleti területen viselkedésük ettől eltérő, nevezetesen: a sarjerdőben maximumukat február hónap folyamán érik el, míg a főiskolai lúcos zárt állományában maximális kifejlődésük az őszi hónapokra esik.

A fiziológiai csoportokhoz tartozó baktériumok egyes csoportjainak növekedési viszonyaiban tehát szintén határozott szabályszerű jelenségek mutatkoznak. Hogy mi okozza a többi csoportoknak ezt az eltérő viselkedését, arra vonatkozólag újabb vizsgálatokat tettünk folyamatba, amelyeknek az eredménye ezt a kérdést valószínűleg véglegesen el fogja dönteni.

Az eredmények összefoglalása.

1. Amint már korábbi vizsgálataim folyamán is kimutattam, úgy ezek a vizsgálatok is megerősítik azon törvényszerűséget, hogy az erdő talajában élő baktériumok száma és tevékenysége, továbbá az ezen baktériumok életműködése folytán képződő CO_2 mennyisége között okozati összefüggés van, amelynek közelebbi összefüggései a következők:

a) A talajbaktériumok biológiai tevékenysége szoros összefüggésben van a nap hőenergiájával, amely a talaj- és levegőhőmérséklet és a fényintenzitás adataiban jut kifejezésre.

b) A talaj összbaktérium száma a megvizsgált kísérleti erdőterületeken a hőmérséklet és a fényintenzitás értékeivel együtt a téli hónapokban éri el a minimumát, ezután fokozatosan emelkedik és fejlődésének teljes maximumát június és július hó folyamán éri el. Ezen fejlődési fokozat alatt azonban tavasszal egy, a nyári maximumnál kisebb másodlagos maximumot is képez.

c) Ha a levegő hőmérséklete 0°C alá süllyed, a talajlélekzés úgyszólván teljesen megszűnik, dacára annak, hogy a talaj ennél az alacsony hőmérsékletnél is számbavehető baktériumflórával rendelkezik. A talajlélekzésnek ez a megszűnése akkor is bekövetkezik, ha az alsóbb talajrétegek hőmérséklete magasabb. Ennek oka abban keresendő, hogy az alacsony hőmérséklet következtében a talaj hajszálcsoveiben az ott lévő víz megfagy és ezáltal a képződött CO_2 -mennyiség diffúziója lehetetlenné válik.

d) A talaj által termelt CO_2 -mennyiséget, tehát a talajlélekzés mérvét elsősorban az összbaktérium szám és az aerob baktériumok számának a kifejlődése befolyásolja; míg az anaerob baktériumok, habár szintén mutatnak egy téli minimumot és egy nyári, illetőleg tavaszi maximumot, mégis szűk határok között mozognak és mennyiségük viszonylagos minimuma a nyári baktériumszám maximumával és viszonylagos maximumuk a téli baktériumszám minimumával esik össze.

e) A talajprotozoák száma és kifejlődésének mérve a talajlélekzés menetére befolyást nem gyakorol.

f) Az erdei levegő CO_2 -tartalmát a talajlélekzésen kívül az asszimiláció mérve is befolyásolja, nevezetesen: ősszel, a talajlélekzés csökkenésével egy bizonyos fokig, míg a koronák asszimilációja a talajlélekzés által termelt CO_2 -mennyiség jelentékeny részét elhasználja, a levegő CO_2 -tartalma is csökken. Mihelyt azonban a téli hónapokban ez az asszimiláció az alacsony hőmérséklet következtében megszűnik, a levegő CO_2 -tartalma nem süllyed tovább, hanem bizonyos fokig emelkedő értéket mutat egészen a tavaszi hónapokig, amikor a beállott asszimiláció következtében átmenetileg csökken ugyan, azonban később a talajlélekzés görbéjének a menetével teljesen egyöntetű lefolyást mutat.

g) A gombák száma általában az összbakterium szám kifejlődésével egyezik azzal az eltéréssel, hogy maximumukat bizonyos mértékben a július és augusztus hónapok folyamán beálló szárazság kedvezőtlenül befolyásolja.

2. A fiziológiai csoportokhoz tartozó bakteriumok közül egyöntetű viselkedést a következők mutattak:

a) A cellulosebontó bakteriumok (aerob és anaerob) összsámát kifejező görbe általában az összbakterium szám fejlődésével párhuzamosan megyen végbe.

b) Ugyanez a szabályszerűség áll nagy vonásokban a vajsavas és karbamidbontó bakteriumok kifejlődésére.

c) A nitrifikáló bakteriumok a zárt állománnyal bíró erdőkben maximumukat a tél és a tavasz folyamán érik el, míg a tarvágásos kísérleti területen egy késő tavaszi és őszi maximumot mutatnak.

d) A denitrifikáló bakteriumok általában a csapadékviszonyoknak megfelelően ősszel érik el maximumukat, azonban két kísérleti területen egy-egy tavaszi maximumot is mutatnak.

3. A N-kötő bakteriumok viszont nem mutatnak egyöntetű viselkedést. Az egyik kísérleti területen maximumuk a tél utólján fejlődött ki, a másikon a nyári és a tavaszi hónapokban, a harmadikban pedig az őszi hónapokban mutatnak maximumot.

4. Hasolóképen nem sikerült határozott összefüggést kimutatni ezen vizsgálatok során a ph- értékek és a húmusztartalom változásai és a bakteriumszám görbéje között.

Irodalom. — Literatur.

- I. Dr. Fehér—Vági: Vizsgálatok az erdőtalaj életét befolyásoló élettani tényezők biokémiai, biofizikai és bakteriológiai kölcsönhatásáról. (Erdészeti Kísérletek, 1926. 1.—2. füzet.)
- Dr. Fehér—Vági: Biochemische und biophysikalische Untersuchungen über die Einwirkung der wichtigsten biologischen Faktoren auf das Leben und Wachstum der Waldbestände. (Forstliche Versuche, 1926. Heft 1—2. Sopron).
- Dr. Fehér—Sommer: Vizsgálatok az erdőtalaj életét befolyásoló élettani tényezők biokémiai, biofizikai és bakteriológiai kölcsönhatásáról. II. közlemény. (Erdészeti Kísérletek, 1927. 1.—2. füzet.)

- Dr. Fehér—Sommer:* Researches about the carbonic-acid nourishment of the forest. (Forest Researches, 1927. 1—2. Sopron.)
- Dr. Fehér:* Untersuchungen über die Kohlenstoffernährung des Waldes. (Flora, Allg. Bot. Zeitung, Bd. 121, Seite 316—333, 1927.)
- Dr. Fehér:* Untersuchungen über die Kohlensäureernährung des Waldes. Vorläufige Mitteilung. (Biochemische Zeitschrift, 1927. Bd. 180. Heft 1—2.)
- Dr. Fehér:* Vizsgálatok az erdő CO₂ táplálkozásáról. (M. Tud. Akadémia Math. és Természettud. Értesítője, Budapest, 1927. XLIV. kötet, 321.—329. oldal.)
- Dr. Fehér:* Untersuchungen über die Kohlenstoffernährung des Waldes. (M. Tud. Akadémia Math. és Természettud. Értesítője, Budapest, 1927. XLIV. kötet.)
- Bokor:* Vizsgálatok az erdőtalaj mikroflórájáról. (Erd. Kísérletek, 1926. 1.—2. f.)
- Bokor:* Untersuchungen über die Mikroflora der Waldböden. (Forstliche Versuche, 1926. Heft 1—2. Sopron.)
- Bokor:* Ein Beitrag zur Mikrobiologie des Waldbodens. (Biochemische Zeitschrift, 1927. Bd. 181. Heft 4—6.)
- Dr. Fehér:* Néhány megjegyzés „Vizsgálatok az erdőtalaj életét befolyásoló élet-tani tényezők biofizikai, biokémiai és bakteriológiai kölcsönhatásáról” című cikkhez. (Erdészeti Kísérletek, 1927. 3.—4. füzet.)
- Dr. Fehér:* Some remarks to my publications about the CO₂ nourishment of the forests. (Forest Researches, 1927. 3—4. Sopron.)
- Dr. Fehér—Sommer:* Vizsgálatok az erdőtalaj lélekzéséről különös tekintettel annak az erdő életében elfoglalt biológiai szerepére és gazdasági jelentőségére. (Erdészeti Kísérletek, 1928. 3. füzet.)
- Dr. Fehér—Sommer:* Researches about the carbon-nourishment of the forest. III. (Forest Researches, 1928. 3. Sopron.)
- Dr. Fehér—Dr. Varga:* Vizsgálatok az erdőtalaj Protozoa-faunájáról. (Bemutatva a M. Tud. Akadémia III. osztályának 1928. november 12-i ülésén.)
- Dr. Fehér—Dr. Varga:* Untersuchungen über die Protozoa-Fauna des Waldbodens. (Vorgelegt der Ung. Akademie der Wissenschaften a. d. Sitzung der III. Klasse am 12. November 1928.)
- II. *Dr. Fehér:* Egy új eljárás az erdőtalaj CO₂ lélekzésének mérésére. (Erdészeti Kísérletek, 1927. 3.—4. füzet.)
- Dr. Fehér:* A new method for the measurement of the soil respiration of CO₂. (Forest Researches, 1927. 3—4. Sopron.)
- Dr. Fehér:* Ueber die Verwendung des Glockenapparates von Lundegardh für die Messung der CO₂ Produktion des Waldbodens. (Biochemische Zeitschrift, 1926. Bd. 193. Heft 4—6.)
- III. *Lundegardh:* Kreislauf der Kohlensäure in der Natur, 1924.
- IV. *Cutler:* A method for estimating the number of active protozoa in the soil. (Journal of Agr. Science, 10. p. 135—143. 1927.)
- V. *Vági:* A talajtan elemei. (Die Elemente der Bodenkunde.) 177. old. Sopron, 1928.
- VI. *A. Waksman:* Methoden der mikrobiologischen Bodenforschung, 1927.
- A. Waksman:* Principles of soil Microbiology. (Page 46.)
- VII. *Wiesmann:* Agrikulturchemisches Praktikum. (Seite 227—233.)
- VIII. *Eder:* Das Graukeilphotometer im Dienste der Pflanzenkultur. (Sitzungsberichte der Akademie. II. Abt. 127. 1918.)
- Abderhalden:* Handbuch der biolog. Arbeitsmethoden. II. Abt. I. Teil.
- IX. *Mislowitzer:* Die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration von Flüssigkeiten. 1928. Seite 245. *)

*) Bemutatva a Magy. Tud. Akadémia III. o.-nak az 1928. december havi ülésén.

I. sz. táblázat.

Főiskolai lúcos. I. sz. kísérleti terület. —

Hónap — Monat	1	2	3	4	5	6	7	8
	Aerob	Anaerob	Összes Zusammen	Gomba — Pilze	N. kötő (aerob és anaerob) N. bindende (aerobe und anaerobe)	Nitrifikáló Nitrifizierende	Denitrifikáló Denitrifizierende	Cellulozebontó (aerob és anaerob) Celluloseersetzer (aerobe u. anaerobe)
1927								
X.	4.000.000	750.000	4.750.000	200.000	10.100	1 000	100.000	11 000
XI.	1.490.000	500.000	1.990.000	205.000	7.400	5.000	70.000	2.000
XII.	1.255.000	450.000	1.705 000	210.000	4.700	7.000	40.000	1.000
1928								
I.	1.750.000	400.000	2.150.000	214.000	2.000	10.000	10.000	2.000
II.	2.790.000	200.000	2.990.000	220.000	2.000	10.000	10.000	2.000
III.	3.670.000	200.000	3.870.000	100.000	2.000	10.000	10.000	2.000
IV.	6.460.000	500.000	6.960.000	200 000	1.100	1.000	10.000	11.000
V.	5.450.000	200.000	5.650.000	300.000	1.100	1.000	10.000	2.000
VI.	8 600.000	1.300.000	9.900.000	400.000	1.100	1.000	10.000	20.000
VII.	8.770.000	1.800.000	10.570 000	400.000	1.100	1.000	10.000	20 000
VIII.	8.000.000	1.800.000	9.800.000	450.000	1.100	1.000	10.000	20.000
IX.	6.700.000	2.000.000	8.700.000	400.000	1.100	1.000	10.000	10 000
X.	3 800.000	1.300.000	5.100.000	100.000	5.000	1.000	100.000	10.000
évi átlag								
Jahres- durch- schnitt	4.825.000	877.000	5.687 000	261.530	3.061	3.846	30.770	8.690

Porozitás }
Porosität } 49·2

Vizkapacitás }
Wasserkapazität } 37·2

Tabelle I.

Fichtenwald an der Hochschule. Versuchsfläche I.

9	10	11	12 Protozoák Protozom			Ph.	Humusstartalom Humusgehalt %	Talajlélekezés gr. pro óra és m ² Bodenatmung gr. pro Stunde und m ²	Erdel levegő CO ₂ tartalma 3 m. mag. (mg pro h.) CO ₂ Gehalt der Waldluft in 3 m. Höhe (mg pro lit.)	Talajhőmérséklet a felszínen C ^o Lufttemperatur an der Ober- fläche C ^o	Légőhőmérséklet C ^o Lufttemperatur C ^o
			Összes Zusammen	Cysták Cysten	Aktiv						
Pektinbontó (aerob és anaerob) Pektinvergärer (aerobe und anaerobe)	Aerob karbamidbontó Aerobe Harnstoff- vergärer	Anaerob vajsavbontó Anaerobe Butter- säurebazillen									
1.100	100.000	10.000	—	—	—	5.5	2.15	0.597	0.509	9.53	13.56
—	70.000	7.000	10.000	7.500	2.500	5.9	2.00	0.518	0.627	6.23	5.87
—	40.000	4.000	25.000	10.000	15.000	6.1	1.80	0.372	0.518	0.39	-2.24
—	10.000	1.000	2.500	1.000	1.500	6.08	1.70	0.066	0.721	-0.05	1.81
2.000	10.000	1.000	5.000	2.500	2.500	5.74	1.20	0.229	0.687	1.80	3.85
200	10.000	1.000	1.000	1.000	—	6.2	0.87	0.472	0.498	2.85	4.96
2.000	10.000	1.000	2.500	1.000	1.500	5.94	1.63	0.495	0.637	8.49	12.27
—	10.000	10.000	5.000	2.500	2.500	6.31	1.40	0.613	0.663	10.72	14.29
—	10.000	10.000	7.500	2.500	5.000	6.52	0.96	0.884	0.758	15.95	22.75
—	10.000	10.000	10.000	7.500	2.500	6.23	0.97	1.256	1.134	21.27	25.16
—	10.000	10.000	6.300	5.000	1.300	6.74	1.90	0.924	0.935	18.20	23.76
—	100.000	10.000	2.500	2.500	—	6.90	2.35	0.590	0.738	14.67	18.39
—	100.000	10.000	10.000	5.000	5.000	7.04	2.83	0.516	0.476	10.00	14.01
—	37.692	6.588	7.275	4.000	4.183	6.24	1.67	0.580	0.684	9.22	12.18

Levegőkapacitás }
Luftkapazität } 12.0

1—12. 1 gramm nedves földben
pro 1 gramm feuchter Erde

II. sz. táblázat.

Ágfalvi lúcos. V. sz. kísérleti terület.

Hónap — Monat	1	2	3	4	5	6	7	8
	Aerob	Anaerob	Összes Zusammen	Gomba — Pilze	N. kötő (aerob és anaerob) N. bindende (aerobe und anaerobe)	Nitrifikáló Nitrifizierende	Denitrifikáló Denitrifizierende	Cellulosebontó (aerob és anaerob) Celluloseersetzer (aerobe u. anaerobe)
1927								
X.	—	—	—	—	—	—	—	—
XI.	3.200.000	2.000.000	5.200.000	180.000	200	1.000	100.000	10.000
XII.	2.300.000	540.000	2.840.000	140.000	500	5.000	50.000	5.000
1928								
I.	960.000	160.000	1.120.000	—	1.000	10.000	5.000	5.000
II.	3.250.000	600.000	3.850.000	350.000	1.100	10.900	10.000	1.100
III.	1.700.000	250.000	1.950.000	250.000	1.100	1.000	100.000	1.100
IV.	3.500.000	2.600.000	6.100.000	400.000	2.000	1.000	100.000	1.100
V.	2.400.000	2.800.000	10.200.000	360.000	2.000	1.000	10.000	2.000
VI.	8.800.000	1.250.000	10.050.000	400.000	2.000	1.000	10.000	11.000
VII.	9.300.000	1.500.000	10.800.000	200.000	2.000	1.000	10.000	11.000
VIII.	8.150.000	950.000	9.100.000	225.000	2.000	1.000	10.000	7.500
IX.	7.000.000	400.000	7.400.000	250.000	1.100	1.000	100.000	4.000
X.	4.100.000	1.350.000	5.450.000	120.000	400	1.000	100.000	10.000
évi átlag								
Jahres- durch- schnitt	4.971.000	1.208.330	6.171.660	260.000	1.280	2.830	50.420	5.730

Porozitás }
Porosität } 49·8%

Vizkapacitás }
Wasserkapazität } 21

Tabelle II.

Fichtenwald bei Ägfalva. Versuchsfläche V.

9	10	11	12 Protozoák Protozoen			Ph.	Humusztartalom % Humusgehalt %	Talajhőmérséklet a felszinen C° Bodentemperatur an der Oberfläche C°	Lég hőmérséklet C° Lufttemperatur C°
			Összes Zusammen	Cysták Cysten	Aktiv				
Pektinbontó (aerob és anaerob) Pektinvergärer (aerobe und anaerobe)	Aerob karbamidbontó Aerobe Harnstoff- vergärer	Anaerob vajsavbontó Anaerobe Buttersäurebakterien							
—	—	—	—	—	—	—	—	9·53	13·56
1.100	10.000	50.000	10.000	7.500	2.500	5·2	4·0	6·23	5·87
—	10.000	20.000	50.000	25.000	25.000	5·5	3·2	0·39	—2·24
—	10.000	8.000	2.500	1.000	1.500	5·8	2·7	—0·05	1·81
200	10.000	1.000	1.000	1.000	—	6·12	2·4	1·80	3·85
200	100	10.000	2.500	1.000	1.500	5·8	1·32	2·85	4·96
—	10.000	10.000	5.000	2.500	2.500	6·34	2·81	8·49	12·27
—	10.000	1.000	5.000	2.500	2.500	6·23	1·97	10·72	14·29
—	20.000	1.000	10.000	2.500	7.500	6·8	2·13	15·95	22·75
—	20.000	10.000	5.000	2.500	2.500	6·34	4·08	21·27	25·16
—	15.000	55.000	5.000	1.500	3.500	6·32	3·55	18·20	23·74
—	10.000	100.000	5.000	1.000	4.000	6·35	3·04	14·67	18·39
—	10.000	40.000	7.500	2.500	5.000	6·72	2·53	10·01	14·01
—	11.260	25.500	9.042	3.885	5.227	6·12	2·81	9·22	12·18

Levegőkapacitás }
 Luftkapazität } 28·8

1—12. 1 gramm nedves földben
 pro 1 gramm feuchter Erde

III. sz. táblázat.

Ágfalvi sarjerdő. VII. sz. kísérleti terület.

Hónap — Monat	1	2	3	4	5	6	7	8
	Aerob	Anaerob	Összes Zusammen	Gomba — Pilze	N. kőtők (aerob és anaerob) N. bindende (aerobe und anaerobe)	Nitrifikáló Nitrifizierende	Denitrifikáló Denitrifizierende	Cellulosebonto (aerob és anaerob) Cellulosezerstörer (aerobe u. anaerobe)
1927								
X.	—	—	—	—	—	—	—	—
XI.	3.600.000	200.000	3.800.000	200.000	1.100	10.000	50.000	20.000
XII.	2.300.000	170.000	2.470.000	180.000	5.000	5.000	40.000	10.000
1928								
I.	1.050.000	100.000	1.150.000	160.000	5.000	1.000	20.000	10.000
II.	3.162.500	120.000	3.282 500	150.000	11.000	1.000	10.000	10.100
III.	2.640.000	200.000	2.840.000	100.000	2.000	1.000	10.000	10.100
IV.	5.800.000	350.000	6.150.000	110.000	2.000	1.000	10.000	20.000
V.	9.550.000	400.000	9.950.000	250.000	2.000	10.000	100.000	11.000
VI.	8.930.000	1.500.000	10.430.000	350.000	1.100	1.000	10.000	11.000
VII.	11.300.000	1.900.000	13.200.000	250.000	1.100	1.000	10.000	20.000
VIII.	10.000.000	2.000.000	12.000.000	150.000	1.100	1.000	10.000	16.000
IX.	8.000.000	2.500.000	10.500.000	60.000	1.100	10.000	10.000	14.000
X.	3.100.000	1.000.000	4.100.000	70.000	1.000	10.000	100.000	12.000
évi átlag								
Jahres- durch- schnitt	5.786.710	870.000	6.654.375	169.166	2.790	4.330	31.660	13.666

Porozitás }
Porosität } 47.0

Vizkapacitás }
Wasserkapazität } 33.3

Tabelle III.

Niederwald bei Ägfalva. Versuchsfläche VII.

9 Pektinbontó (aerob és anaerob) Pektinvergárer (aerob und anaerob)	10 Aerob karbamidbontó Aerobe Harnstoff- vergárer	11 Anaerob vajsavbontó Anaerobe Butter- säurebazillen	12 Protozoák Protozoen			Ph.	Humusztartalom % Humusgehalt %	Talajhőmérséklet a felszínen C° Bodentemperatur an der Oberfläche C°	Lég hőmérséklet C° Lufttemperatur C°
			Összes Zusammen	Cysták Cysten	Aktív				
—	—	—	—	—	—	—	—	9·53	13·56
—	40.000	10.000	7.500	2.500	5.000	4·90	2·20	6·23	5·87
—	20.000	5.000	5.000	2.500	2.500	4·75	2·20	0·39	—2·24
—	1.000	1.000	7.500	5.000	2.500	4·61	2·25	—0·05	1·81
—	1.000	1.000	2.500	1.000	1.500	5·79	2·80	1·80	3·85
—	10.000	10.000	5.000	5.000	—	5·81	2·03	2·85	4·96
—	10.000	10.000	1.000	1.000	—	5·76	4·17	8·49	12·27
—	10.000	1.000	2.500	2.500	—	6·20	3·16	10·72	14·29
—	40.000	10.000	7.500	1.000	6.500	6·45	2·73	15·95	22·75
—	10.000	10.000	10.000	7.500	2.500	5·90	2·52	21·27	25·16
—	1.000	10.000	6.200	5.000	1.200	5·94	2·61	18·20	23·76
—	1.000	10.000	2.500	2.500	—	6·24	2·70	14·67	18·39
—	40.000	10.000	7.500	1.000	6.500	6·58	2·81	10·00	14·01
—	15.330	7.330	5.375	3.041	3.525	5·73	2·68	9·22	12·18

Levegőkapacitás }
 Luftkapazität } 13·7

1—12. 1 gramm nedves földben
 pro 1 gramm feuchter Erde

Összehasonlító táblázat az évi átlagadatok alapján. — Vergleichstabelle nach Jahresdurchschnittswerten.

Kísérleti terület Versuchsfläche	Bakteriumok pro gr. nedves föld Bakterien pro gr. feuchter Erde			CO ₂ termelés gr. pro h. és m ² CO ₂ Produktion pro Stunde u. Quadratmeter in Grammen	Levegő CO ₂ tartal- ma mg/litr. CO ₂ Gehalt der Waldluft			Humusztartalom % Humusgehalt %	Ph.	Megfigyelési idő a CO ₂ mérésre vonat- kozólag Beobachtungszeit bezüglich der CO Messung
	Aerob	Anaerob	Összesen Zusam- men		0-3 m.	3-0 m.	9-0 m.			
Kiskomárom { tölgyerdő Eichenwald	36.000.000	8.800.000	44.800.000	1-057	0-843	0-732	0-478	0-73	5-2	1927. VII. 15.—VII. 25 15. VII.—25. VII. 1927
Kiskomárom { erdei fenyves Kieferwald	9.000.000	2.000.000	11.000.000	0-878	0-901	0-717	0-628	0-81	5-4	1927. VII. 26.—VIII. 8 26. VII.—8. VIII. 1927
Ágfalvi lúcos Fichtenwald bei Ágfalva	4.971.000	1.208.330	6.171.660	0-562	0-876	0-788	0-646	2-81	6-12	1927. IX. 1.—IX. 10 1. IX.—10. IX. 1927
Ágfalvi sarjerdő Niederwald bei Ágfalva	5.786.710	870.000	6.654.375	0-555	—	0-940	—	2-68	5-73	1927. IX. 11.—IX. 13 11. IX.—13. IX. 1927
Várisi lúcos Fichtenwald am Váris	4.500.000	900.000	5.400.000	0-583	0-775	0-762	0-700	11-3	6-8	1927. XI. 13.—XI. 16 13. XI.—16. XI. 1927
Főiskolai lúcos Fichtenwald an der Hochschule	4.825.000	877.000	5.687.000	0-597	—	0-509	—	1-67	6-24	1927. X. 24.—XI. 2. 24. X.—2. XI. 1927
Hallands Vádero { bükkös Buchenwald	11.500.000	3.000.000	14.500.000	0-87	0-779	0-748	0-669	4-2	5-2	1926. VII. 14.—VIII. 3 14. VII.—3. VIII. 1926
Hallands Vádero { erdei fenyves Kieferwald	2.950.000	500.000	3.450.000	0-298	0-707	0-677	0-627	0-5	4-2	1926. VIII. 28.—IX. 11 28. VIII.—IX. 11. 1926
Hallands Vádero { égererdő Erlenwald	5.700.000	5 000.000	10.700.000	0-237	0-641	0-578	0-537	8-6	4-1	1926. VI. 9.—VII. 7 9. VI.—7. VII. 1926

V. sz. táblázat.

Tabelle V.

**Főiskolai lúcos januári talajlélekzési adatai egyes kritikus napokon.
Bodentemperaturwerte im Fichtenwald an der Hochschule an einigen
kritischen Tagen.**

Datum 1928 Januar	Talajhőmérséklet Bodentemperatur	Lég hőmérséklet Lufttemperatur		Talajlélekzés (gr pro óra és m ²) Bodenatmung (gr pro Stunde und m ²)
		Max.	Min.	
2	—1·8	—3·0	—10·8	Ø
3	—2·6	—3·0	—13·5	Ø
10	1·9	9·6	— 3·5	0·0779
11	0	7·8	— 3·5	0·0588
13	0·8	7·8	— 3·5	0·1783
16	0·2	2·2	— 1·0	0·0622
17	0·1	5·0	— 0·5	Ø
18	0·8	5·5	— 1·0	Ø
19	0·2	6	— 0·6	0·1046
20	0·9	7	— 1·0	0·1769
21	0	5	— 1·5	Ø
23	0	7·5	0	Ø
24	0·3	4	— 0·5	Ø
27	0·2	0	— 2·3	Ø

Szikes fásítási kísérletek a püspökladányi telepen.

Irta: Magyar Pál.

Mindazok, akik az Alföldfásításnak oly régóta minduntalan felbukkanó s most oly égetően fontossá vált problémájára bizonyos pesszimizmussal tekintettek, sőt egyenesen a tagadás álláspontjára helyezkedtek, mindig és elsősorban az Alföld szikes vidékeire gondoltak. Ez a terület volt az, amelyen legkiválóbb természettudósok és szakemberek az erdészet, a fásítás számára csak sikertelenséget jósoltak és jósolnak ma is, ahol a fásítást mint természeti lehetetlenséget állították fel. Hivatkoztak a szikes vidékek fátlanságára s azok klimájának a fatenyészetre kedvezőtlen, sőt fagyilkos voltára. Kifejezetten hangsúlyozták, hogy az ottani klimatikus viszonyok nem azért olyan szélsőségesek, kedvezőtlenek, mert messze környéken nincsenek erdők, fasorok, hanem azért nincs erdő és fásor, mert kedvezőtlen a klíma. Voltak, akik arra hivatkoztak, hogy a szikes talajban előforduló sóknak a fák gyökérzetére gyakorolt maró hatása teszi lehetetlenné azok tenyésztését.

Általában a „nincs”-ből következtettek a „lehetetlen”-re.

Kerner nagyszerű munkájának, a *„Pflanzenleben der Donauländer”*-nek megjelenése vezette be a vitát, amely azóta több-kevesebb intenzitással folyt egészen napjainkig anélkül, hogy a vitázók a természetben folytatott rendszeres kísérletezéssel igyekeztek volna bizonyítani álláspontjuk helyességét, bár a vitának hosszú időtartama és széles körben való nyilvánulása is eléggé igazolja a kérdés nem mindennapi tudományos és gyakorlati-közgazdasági fontosságát.

Az Erdészeti Lapok régebbi évfolyamaiban találunk itt-ott nyomokat, melyek egészen apró kísérletekről szólnak, de csak nyomokat, kimerítő leírás és a talaj pontosabb jelzése nélkül. Pedig voltak kísérletek, melyek azonban inkább csak ötletszerű próbálkozások lehettek, mert hiányzott belőlük a hasonló munkáknál nagyobb gyakorlottságot, talajismeretet és körülmények tekintést igénylő tudományos és gyakorlati célokat egyaránt szem előtt tartó tervszerűség.

Irodalmi adatok szerint *Thessedik Sámuel* szarvasi evangélikus lelkész volt az első, aki szikes talajon fatenyészettel próbálkozott, elsősorban gyümölcsfákkal. 1780-ban alapítja fűvészkertjét. Minthogy máshonnan hozott csemeték nem maradtak meg szikes talaján, azért magról nevelte őket. Pár év múlva messze elhordták oltványait és vad csemetéit.

Thessedik a szikes talajokat két csoportra osztja s megkülönböztet vad sziket és fekete vagy szürke sziket.

Erdészeti irodalmunkban az első ilyen irányú közlemény 1870-ből való. *Láng Gábor* az Erdészeti Lapokban „A szikes föld” cím alatt írja le megfigyeléseit. A vakszik mellőzésével a többi szikes talajnál három fokozatot különböztet meg a felső termőréteg vastagsága szerint. Az első fokozatnál (a legjobbnál) ajánlja a kocsányos-, magyal- (*Quercus ilex*), csertölgý, mezei szil, hárs, mezei juhar és vadvörte ültetését; a második fokozatnál a kocsányos-, magyal- és csertölgýet, a szilt és vadvörte; míg a harmadik fokozatnál szerinte is már csak törpe állapotban él meg a kocsányos tölgý, meglehetős sikerrel a vadvörte. Az olyan lejtős, de mélyebb termőréteggel bíró szikesen, amelyről az esővíz könnyen lefut, tapasztalatai szerint csak szil és vadvörte tenyészthető. Főleg a vadvörte ajánlja s tartja a legigénytelenebb fának, mely nemesítve igen hasznos lehet.

A cikk azonban nem keltette azt az érdeklődést szakkörökben, amit joggal megérdemelt volna.

Utána tíz évig semmi nyomot nem találunk s ekkor 1880-ban az Országos Erdészeti Egyesület választmányi ülése a Mehádián tartott közgyűlés programjában többek között a következő szakkérdést tűzte ki tárgyalásra:

„A szikes talajon tenyésztendő erdei fák megtelepítése milyen módon teljesítendő, mely fanemek művelendők s minő tapasztalatok szereztettek eddig a szikes talaj befásítása körül?”

A kérdésre egyetlen dolgozat érkezett be, *Hóman Bálint* tisztartóé: „A szikes talaj műveléséről és fatenyészetéről.” — Határozott kísérletekre nem hivatkozik, csak általánosságban beszél. Mint *Thessedik*, ő is csak kétféle sziket ismer: szelid és vadsziket (vakszik). Minthogy tudomása szerint vaksziken még nem sikerült fát nevelni, csak a szelid szikes fásítására terjeszkedik ki. Azon meggyőződésének ad kifejezést, hogy szikes talaj csak úgy válik termővé, ha a sziksót az eső kilúgozza, ezért a *bakhátas ültetést* ajánlja. A szikes talajra szánt csemetéket legcélszerűbbnek tartja szikes talajú faiskolában nevelni. A tárgyhoz tett rövid hozzászólását a következőkkel zárja le: „Tehát vessünk bakhátra szántott, vagy pedig 1—2 éves már kilúgozott árokpartra vadvörte-, vadalma-, akác-, szil-, tölgýfa és kísérletképen más famagvakat is, a magoncokat fedjük

be kifagyás ellen és az ilyen ültőncök a szikes talajon is sikeresebben tenyészthetők."

1881-ben *Prokopovics* aláírással megjelent közlemény, „Adatok a szikes talaj befásításához”, hivatkozva a mehádiai közgyűlésen tárgyaltakra, szintén fontosnak tartja a szikes talajok közelebbi megjelölését, mert a szikes változatos minősége különben tévedésekre adhat alkalmat. Hírt ad arról, hogy már 20—30 év előtt (tehát 1850—60 körül) tettek kísérletet az aradi és bánsági erdőtisztek. Így *Hirsch* főerdész az 50-es években a kisjenői uradalomban sokat foglalkozott a szikes talaj befásításával. 10—20 holdnyi területen a „fehér” és „vadszikes” talajt trágyával, hamuval keverte, vagy takarta. A kísérlet azonban sikertelen maradt. Újból megismételt kísérletnél az ültető gödröket már ősszel kiásatta s a szénbogsák helyéről szedett szénporral elegyítette a kiemelt földet s ebbe 3—5 éves virágos körist ültetett. Fáradtsága sikerrel járt. Az 1860-ban már öt éves ültetés még utánpótlást sem igényelt. — A cikkíró végül felhívja a szaktársakat, hogy az Erdészeti Lapok hasábjain közöljék a kísérletek további sorsát. — Felhívására azonban válasz nem érkezett.

Újabb kilenc évi szünet után 1890-ben „N. K.” jelzéssel „Erdősítési kísérletek szikes talajon” címmel pár soros hír jelent meg arról, hogy *Pallavicini Alfonz* örgróf Anna-majorjában (Nyitra vármegye) teljesen terméketlen szikes talajon tamariskával (síma dugvánnyal) kísérleteznek (minden valószínűség szerint *Tamarix tetrandra*-val) s az eredmény kedvezőnek mondható.

1894-ben *Sylvius* („Szikes talaj beültetése”) az előbbi kísérletezést írja le részletesebben, amiből megtudjuk, hogy a kísérletek szódás homokos talajon folytak óriási földmunkával. A talajt 40—50 cm. szélességben 1'5 m. mélységig felforgatták.

Bár olykor-olykor írnak még később is a szikes fásításról (*Földes, Péch D., Bernátsky* stb.), mégis ezután már nem találunk sehol említést kísérletekről egészen a legutóbbi évekig, amikor az Alföldfásítással kapcsolatosan élénk vita indult meg a szikes fásításról, melyre ezúttal nem térek ki.

A háború után bekövetkezett gazdasági helyzet most már halasztást nem tűrő sürgős problémává tette az Alföld s ezzel a szikes vidékek fásítását is, ami viszont természetszerűleg maga után vonta e téren megnyilvánuló hiányos ismereteink következtében a tervszerűen folytatott kísérletek bevezetését. Így született meg a földművelésügyi minisztérium bölcs belátása folytán a kir. közalapítványnak nagylelkűen felajánlott birtokrészletén Püspökladányban *Kaán Károly* teremő erejéből az 1924. október óta működő m. kir. erdészeti szikkísérleti telep. Mint ilyen teljesen egyedül álló intézmény, melynek hasonmását külföldi irodalomban

is hiába keressük. Minden példa nélkül elsősorban egyéni megfigyelésekre és tapasztalatokra támaszkodva indult meg a munka és folyt az akkori szűkös viszonyok mellett hihetetlen nélkülözések között. Sajnos, még ma sem tartunk ott, hogy a telep rendkívül fontos feladatának teljes mértékben megfelelhessen.

A telepet kezdettől közvetlenül szerző vezette 1927. január közepéig, a soproni m. kir. erdészeti kísérleti állomáshoz történt áthelyeztetéséig. Ez időpontig a telep a debreceni erdőgazgatóság, innen kezdve a soproni erdészeti kísérleti állomás hatáskörébe tartozik. A kísérletek irányítását és ellenőrzését továbbra is szerző látta el. A telep helyi vezetője 1927. január közepétől 1928. november közepéig *Galambos József* volt, azóta *vitéz Tury Elemér*.

Jelen dolgozat célja általános tájékoztatást nyújtani a telepről, az irányelvekről, melyeket kísérletezéseinknél követünk, röviden leírni az eddig beállított kísérleteket s vázolni a mutatkozó eredményeket, amelyek máris igen tanulságosak.

Hazánkban az alkáli talajok két csoportra oszlanak, a szikes és szódás talajok csoportjára. Ezen alkáli talajoknak általában a Tiszántúlra eső része a szikes, a Duna—Tisza közére eső része a szódás. A püspökladányi kísérleti telep tipikus szikes talajon áll. Eredményei tehát csak a tiszántúli szikes talajokra érvényesek és nem vonatkoztathatók az egész ország alkáli talajaira. Minthogy a szódás talajok többé-kevésbé más természetűek, mint a tulajdonképeni szikesek, feltétlenül szükségesnek látszik a püspökladányihoz hasonló kísérletek megindítása a duna-tiszaközi szódás talajokon is.

Itt kell még megemlítenem, hogy nem sokkal a püspökladányi kísérleti telep keletkezése előtt és után több helyen is indultak meg kisebb szikes fásítási kísérletek, így Karcagon, az ohati erdőben, Kiskörén, Ókigyóson, Kisújszálláson és végül Hódmezővásárhely határában.

A püspökladányi telepnek kísérleti célokat szolgáló területe silány legelő. Talaja azonos a Hortobágy rendkívül kötött, agyagos szikes talajával, melynek természetes folytatása. Itt is ugyanazokat a változatokat találjuk meg, mint ott. Növényzete is ugyanaz s a talaj szikességének fokozatait ugyanazok a növényasszociációk jellemzik, mint a Hortobágyon (l. „Adatok a Hortobágy növényasszociológiai viszonyaihoz” című dolgozatom. Erd. Kis. 1928. 1.—2. szám). Itt is ép úgy, mint a Hortobágyon, az *Achillea-Inula* és *Festuca pseudovina* ass-ok képezik a növényzet túlnyomó részét, amelyek meglehetősen keverten és egymásba olvadva fordulnak elő. Növényasszociológiai szempontból a kettő alig választható el egymástól, illetőleg az általam külön felállított *Achillea-Inula* ass. mint a *Festuca pseudovina* ass. subass.-ja is felfogható, mivel itt is a *Festuca pseudovina* al-

kotja az asszociáció jelentős részét. Minthogy azonban előttem elsősorban a növényzet talajjelző értéke szerepelt s mivel a tipikus *Achillea-Inula* ass. főleg gyakorlati talajtani szempontból erősen különbözik az igazi *Festuca pseudovina* ass.-tól, a még termő szík a már csaknem teljesen terméketlen szíktól, mindkettőt mint egyenlő értékű asszociációt kellett felfognom.

Ezekén kívül itt is, bár aránylag sokkal kisebb területen, megtaláljuk a *Poa angustifolia* — *Cynodon dactylon* és a *Camphorosma ovata* ass.-t, szikes növényzetünk e két szélsőséges asszociációját. Ez utóbbiból különösen kevés van, már jóval több az átmenet a *Festuca* és *Camphorosma* ass.-k között főleg az újonnan átvett területen.

Tehát az eddigi kísérleti területeink zöme II₂ osztályú szikes (átmenet az *Achillea-Inula* és a *Festuca* ass.-k között), bár bőven van II₁ és III₁ osztályú is. Legkevesebb a III₂ és IV. osztály [XXI., XXXI. és XXXV. kísérleti parcellákon (I. térkép)].

Az 1928. október 1-én átvett 100 k. hold szikes legelőnél már aránylag sokkal több a nagyon rossz terület (III₂ és IV) és a vizes, zsombékos lapos, ami új feladatok elé állítja a telepet.

A növényasszociációk talajjelző voltára kezdettől igen nagy súlyt helyeztünk, úgyhogy a kísérleti parcellák növényasszociációit a szikes legelő feltörése előtt vázlatban mindig felvettük, hogy ezáltal a későbbiek számára a kezdőleges állapotot rögzítsük.

Magáról a talajról részletesebben más alkalommal, a telepen folytatott gyökérvizsgálatokról szóló beszámolómmal kapcsolatosan kívánok foglalkozni.

A telep fennállása óta fogatosított kísérleti munkák, eljárások alap gondolata mindig elsősorban a talaj s a belé ültetett csemeték vízgazdálkodása körül mozgott. Minden terv főleg azt célozta, hogy a talaj állandóan képes legyen megadni a csemete, illetőleg a fa életműködéséhez, normális fejlődéséhez szükséges nedvességet. A talajnak nagyobb mennyiségű víztartalma viszont a gyökérzet számára lehetővé teszi a nagyobb sóterhelés eltűrését, mert ezáltal a talajoldat koncentrációja csökken. Tehát mindenáron elő kell segítenünk talajunk vízbefogadó képességét s viszont meg kell akadályoznunk, hogy a kapott csapadék haszontalanul kárba vesszen. Ha meggondoljuk, hogy a szikes területek zöme a normális fatenyészethez talán éppen csak elegendő csapadékkal rendelkezik, de annak rendszeren csak igen kis hányadát képes felhasználni, a többi elfolyik vagy elpárolog, nyilvánvalóvá lesz előttünk a vízkérdés jelentősége a fásítás kérdésének megoldásánál.

Azok a munkálatok, kísérleti eljárások, melyeket kísérleteinknél eddig alkalmaztunk, három csoportba oszthatók: 1. fizikai, 2. kémiai és 3. fiziologiai talajjavítások.

1. Fizikai talajjavítások.

a) *Szalmatakarás.* — Célja a talajnedvesség elpárolgásának megakadályozása. — A felszántott talajon egyenletesen elterítettünk 1 k. holdon 6 (XXI. parc.), illetőleg 10 (X. parc. és E₁), vagy a csemetesorok sávos takarásánál (X. parc.) 4 szekér szalmát számítva.

b) *Szalmarétegezés talajban.* — Célja a rendkívül kötött talaj lazítása s a talaj szellőzésének lehetővé tétele. Ősszel kiásott 60/60 cm-es gödrökbe tavasszal a kihányt földet szalmával rétegezve visszahánytuk (VI. parc.).

c) *Dombos ültetés.* — Célja, hogy a csemete frissen fejlődő új gyökérzete még össze nem ülepedett, porhanyó talajba jusson, hogy a kiemelkedő laza talajú domb tápot és támaszt nyújtson a csemetekertből kikerülő csemetének a lejobb kezdődő tulajdonképeni szikes réteggel szemben. — Az ültetés helyének közvetlen közelében lévő talaj legfelső rétegéből 30—40 cm. magas dombot készítettünk és lefordított gyepetglával beborítottuk (V. parc.).

d) *Sülyesztett ültetés.* — Célja a csemete talajának felső rétegét lehetőleg kivonni a szél és nap szárító hatása alól, egyúttal a csapadékvíz gyűjtése. — Az előre kiásott gödrökbe vagy árokba (VI. parc.) nem hanytunk minden földet vissza, úgyhogy az ültetett csemete a talaj ülepedése után mélyedésbe került.

e) *Pásztás ásózás.* — Célja az ültetendő csemetesor talaját bizonyos szélességben lazán tartani, a fűvet és gyomokat kiirtani s így a csemete közvetlen közelében a talaj kiszáradását megakadályozni. — 1 m. széles sávokon 15—20 cm. mélységig felástuk a talajt s később időnként megkapáltuk (IV. parc.).

f) *Teljes és állandó talajművelés.* — Célja a talaj legfelső rétegének (5—10 cm.) állandó lazán tartása, ezzel a talaj hajszáledényhálózatának megbontása, a talaj cserepesedésének, kiszáradásának megakadályozása s a felső talajréteg szellőztetése. — Területünket legalább fél évvel az ültetés előtt felszántjuk, megtárcsázzuk és boronáljuk. Később is, ha a körülmények kívánják (nagy esők után, gyomosodás felléptével), ismételten megtárcsázzuk. Lehetőleg őszen beültetjük s a következő években az állomány záródásáig a talaj felső rétegét ekekapálással lazán tartjuk. — A későbbi táblázatokban „Teljes művelés”-sel ezt az eljárást jelöljük.

g) *Mezőgazdasági előhasználat.* — Célja egyrészt a fű és gyomok kiirtása, másrészt a talajmunkálatok és az ültetés költségeinek részbeni megtérítése. — Ősszel a legelőt feltörjük, talaját jól megmunkáljuk, tavasszal alapos tárcsázás és fogasolás után zabbal vagy tavaszi árpával bevetjük. Aratás után újból felszántjuk, tárcsázzuk és őszen beültetjük (E₉, E₁₀, XLI, XLII).

h) *Mezőgazdasági köztes használat.* — Célja egyrészt a gyomirtás és a talaj felső rétegének állandó porhanyón tartása, másrészt a talajmegmunkálás és ültetés költségeinek a kapott terményben való megtérítése. — Talajunkat tavasszal még kiszáradás előtt felszántjuk. Nyáron át többszöri tárcsázással óvjuk meg az összefolyástól és kiszáradástól. Ősszel elvégezzük a csemeteültetést és utána tavasszal kerül bele a csemetesorok között a kapás vetemény, amely természetszerűleg megköveteli őszi a talaj többszöri megmunkálását. Utána ősszel a csemetesorok közeit kapáló ekével újból feltörjük, majd tavasszal ismét veteményezhetünk. Ezt folytathatjuk a fiatalos záródásáig (I, E₁, E₄, E₆).

i) *Bakhátas művelés.* — A szikes talajnál általában a legfelső (10–15 cm.) réteg kevésbé szikes, mint az alatta fekvő. E művelési mód célja tehát egyrészt ennek a kevésbé szikes rétegnek minél lazább állapotban való felhalmozása, hogy így a talaj kiszáradása ellen vastagabb porhanyó védőburkot kapjunk, másrészt a bakhát kiemeli a csemetét a laposabb helyen összefutó és a csemete tenyészetére veszedelmes álló vízből. — A talaj felső rétegét 2–3-szor összeszántjuk 2'5–5 m. széles sávokban. Tárcsás és fogas boronával jól megmunkáljuk és az ültetés után a felszínt ekekapálással lazán tartjuk (XI., XII. parc.).

j) *Gőzekeaszántás.* — Célja a talaj minél vastagabb rétegének megforgatása és meglazítása, egyrészt, hogy a talaj minél több csapadékot legyen képes befogadni, másrészt, hogy a talaj szellőzése minél inkább biztosítva legyen (XXXII.—XXXIII. parc.).

k) *Altalajlazítás.* — Célja megegyezik az előbbiével, de nem forgatja fel a talajrétegeket és így igyekszik elkerülni a veszélyt, hogy a talaj szikesebb rétegei alulról a felszínre kerüljenek. — A parcellák előbb a *Killifer*-féle altalajlazítóval kaptak megmunkálást, utána a rendes teljes talajművelést végeztük rajtuk (XXVIII.—XXIX., XXXV. parc.).

l) *Fekete ugar.* — Célja, hogy a szikes legelő kiszáradt talaja az ültetés előtt legalább egy évig gyűjtse, raktározza magában a csapadékot, hogy a belé ültetett csemete már lehetőleg normálisan nedves, illetőleg üde talajba kerüljön.

2. Kémiai talajjavítás.

a) *Talajjavítás mészsizappal.* — Célja egyrészt a talaj nagymennyiségű kolloidjának közömbösítése, illetőleg kicsapása, miáltal a talaj porhanyóvá válik és nem szárad ki oly könnyen, másrészt a mészen különben is szegény szikes agyag mésztrágyázása. — Az előzőleg jól megművelt talajra 20–80 tonna mészsizapot terítünk el, majd tárcsával belekeverjük (VII., VIII., XXVIII.—XXIX. parc.). — Újabban e célra *mész-kőport* is használnak, melyből kb. fele mennyiség elegendő (XLIII.—XLIV. parcellák).

b) *Talajjavítás digófölddel.* — Célja kb. ugyanaz, mint az előbbinél, de itt tekintettel az alkalmazott digóföld nagyobb tömegére (k. holdanként 250—350 szekér), mint talajtakaró, vagy mint porhanyó talajréteg-növekedés is figyelembe jöhet. (*Digóföldnek* nevezzük a felszíntől 100—120 cm. mélyen kezdődő szódamentes és mészben gazdag lösz, sárga földet, míg *digózás* a digófölddel fogatosított talajjavítási mód.) (IV., VII., VIII., XXVIII.—XXIX., XXXV. parc.)

3. Fiziologiai talajjavítások.

a) *Bokros előtelepítés.* — A természet az erdőklima, illetőleg erdő-talajok határán mindenütt elsősorban cserjékkel, bokrokkal dolgozik. Az orosz steppe szélein pl. egész sereg cserjét és bokrot ír le *Kossovitsch* (Die Schwarzerde), mint az erdő hirnőkeit: *Caragana frutescens*, *Amygdalus nana*, *Prunus chamaeaeerasus*, *Spiraea crenifolia*, *Cytisus biflorus*, *Prunus spinosa*, *Prunus insititia*, — *Rhamnus cathartica*. — *Glinka* (Die Typen der Bodenbildung) a következőket írja: „Beobachtungen in der Natur (Tanfiliew) erwiesen, dass die der Steppe sich bemächtigenden Waldungen als *Vorläufer* solche Baumarten in die Steppe senden, denen es leicht fällt, den Salzgehalt des Bodens zu vertragen. Zu diesen Baumarten gehören: *Prunus spinosa*, *Pyrus communis*, *Pyrus malus*, *Rhamnus cathartica*, *Acer tataricum*, *Ulmus suberosa* — und endlich die Eiche.“ — Tehát mindenütt elől a cserjések, bokrosok, majd a ritkás, ligetes erdő, végül a zárt állományú erdő.

A hazai duna-tiszaközi homokbuckák erdőelőfutárjai a soványabb kúvásokon a *Salix rosmarinifolia*, a száraz buckatetőkön a *Juniperus communis*, — Déloroszsországnak *Tamarix tetrandra*-ja nemcsak hirnőke, de előre-tolt bástyája is az erdőnek. Bugacon számos esetben láttam, amint a *Juniperus*-ok védelme alatt egy-egy fa szépen kifejlődik, míg egyedül csak sínylődik s végül elpusztul.

A Balaton kopár, vagy erdőben szegény hegyoldalain *Cotynus coggygria*, *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Berberis vulgaris*, *Rhamnus cathartica*, *Prunus mahaleb*, *Juniperus communis*, *Fraxinus ornus* stb. az erdő előőrsei.

Számtalan ilyen példát hozhatnánk fel, melyek a természetnek azt az útmutatását foglalják magukban, hogy az erdőtelepítésre legmostohább viszonyok, így a gyengébb minőségű szikeseken bokrosokkal igyekezzünk előbb meg- vagy visszahódítani a talajt az erdő számára, mert igen sok szikes legelőt ismerünk, melynek helyét valaha erdő borította. — Így pl. a Hortobágy szélén Szent Margita-pusztán a kb. 40 év előtt kiírtott tölgyes helyén ma eléggé gyenge szikes legelőt találunk — itt-ott *Camphorosma*-s foltokkal tarkított tipikus sziki növényzettel (*Festuca pseudovina*,

Achillea collina és *Achillea setacea*, *Inula britannica*, *Artemisia monogyna*, *Plantago maritima*, néhol *Puccinellia limosa* stb.). — Bár itt-ott kisebb padkákat is láthatunk, az egész terület minőségét mégis az *Achillea* — *Inula* és a *Festuca pseudovina* asszociációk jellemzik.

Tehát a gyengébb minőségű szikeseken (III.—IV. oszt.) szárazságot és sziket tűrő fajokból bokros állományt telepítünk, hogy az a talajt lehetőleg rövid idő alatt beárnyalja és védje, hogy gazdag lombhullásával javítsa és sűrű gyökérhálózatával lazítsa, keresztül-kasul behálózza s ami mindennél jelentősebb, utat törjön az altalajvízhez, hogy korhadó gyökérzete csatornahálózatul szolgáljon az utána ültetendő nemesebb, értékesebb és esetleg kevésbé küzdőképes gyökérzetű fajoknak lefelé az állandó vízhez (III., XV. parc.).

b) *Bokros takarás*. — Célja elsősorban a talaj mielőbbi beárnyalása és így a bokorsorok közé ültetett csemeték talajának védelme a gyors kiszáradással szemben, később pedig a bokrok kivágása vagy elhalása után a gyökérzet ugyanúgy csatornahálózatul fog szolgálni a tovább fejlődő fajoknak, mint az előbbi eljárásnál (II., XIII., XXIII., XXIV. parc.).

c) *Ültetés védőállománnyal*. — Célja a talaj árnyalása s a védőállomány közé, illetve alá ültetett kényesebb fajok védelme a széllal és nappal szemben. Védőállományul gyorsnövésű és nem túlsűrű lombzatú fajokat telepítünk (*amerikai kőris*, *kanadai nyár*) (XXIII., XXIV. parc.).

d) *Lucernaelőtelepítés*. — A feltört szárazabb sziken a talaj alapos megmunkálása után lucernát vetünk és 3—4 évig kaszáljuk. Az utolsó év első kaszálása után feltörjük s az őszi ültetésig néhányszor megtárcsázzuk. — Célja egyrészt az ültetés és a később elengedhetetlen ápolások költségeinek megtérítése, ez az eljárás még a kémiai talajjavítást is rentábilissá teszi, másrészt, ami a szikesfásítás szempontjából mégis a legfontosabb, hogy a lucerna természettől mélyreható gyökérzete szintén utat tör a később ültetendő csemeték számára a vízig s azonkívül, bár szárítja, de nitrogénben gazdagítja a talajt.

*

A kísérleteknél alkalmazott fajok megválasztásánál támasztékul szolgált az ősnövényzet, melynek zömét xerofita-fajok alkotják. Ezt annál is inkább irányadóul kellett elfogadnunk, mert halofita fánk a mi klimatikus viszonyaink között nincs. Igyekeztünk tehát elsősorban szárazságot tűrő fajokat kipróbálni (*Tamarix tetrandra*, *T. odessana*, *Elaeagnus angustifolia*, *Ulmus glabra*, *Sophora japonica*, *Quercus robur*, *Qu. cerris*, *Fraxinus americana*, *Juglans nigra*, *Pirus piraster*, *Celtis australis*, *Amorpha fruticosa*, *Pinus nigra*). — Minthogy a szikes agyag igen nehezen veszi magába a vizet és a legkisebb horpadásokban is összefut, kísérlet tárgyává

tettünk olyan fajokat, amelyek az előntést többé-kevésbé tűrik (*Populus virginiana*, *P. alba*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus levis*). — De igyekeztünk kipróbálni minden fajt, ami egyáltalán szóba jöhetett s amit meg tudtunk szerezni (*Acer negundo*, *A. platanoides*, *Ailanthus glandulosa*, *Maclura aurantiaca*, *Populus Simonii*, *Tilia argentea*, *Prunus serotina*, *Quercus tardiflora*, *Carpinus betulus*, *Koelreuteria paniculata*, *Salix fragilis*, *Robinia pseudacacia*, *Gleditschia triacanthos*, *Cydonia oblonga*, *Morus alba*, *Quercus sessilis*, *Tamarix gallica*, *Ligustrum vulgare*).

A felsoroltak közül sok a továbbiakban nem fog szerepelni, részben mert eddig semmi jelét nem mutatták annak, hogy a szikesfásításnál komolyan számításba jöhetnek, részben mert még sem pozitív, sem negatív következtetés nem vonható eddigi viselkedésükből.

A rendelkezésre álló fajokat 1—5 sorban felváltva ültettük egymás mellé, hogy minden tekintetben teljesen azonos viszonyok között lássuk őket, mert csak így kaphattunk a különböző fajokra nézve teljesen megbízható és összehasonlítható eredményeket. *Kísérleteink célja tehát, amint látjuk, nem állományok nevelése, hanem elsősorban az egyes ültetési és talajapolási eljárások helyességének és az egyes fafajoknál a szikes talajjal szemben való ellentálló képességüknek megállapítása.*

A következőkben vizsgálat tárgyává tesszük az ültetett fafajoknak azokat a talaj felett megnyilvánuló életjelenségeit, fejlődési viszonyait, amelyekből azok természetére és ellentálló képességére már több-kevesebb biztonsággal következtetéseket vonhatunk. A gyökérzetről külön cikk keretében fogok beszámolni.

Kezdenünk kell a kiültetett csemete első életmegnyilvánulásával, a *fakadással*. A mellékelt (I.) táblázat szerint már itt is fedezhetők fel különbségek egyes fajok, vagy kísérleti eljárások előnyére, vagy hátrányára.

Általában *a legnagyobb fakadási százalékokat mutatja az amerikai kőris*, utána következnek az *ámorfa*, *mezei és vénicszil*, a *tamariska*.

A leggyengébb eredményt látjuk a *cser-nél*.

A talajminőségi fokozatok alig vannak befolyással a fakadásra. Csak a legerősebben szikes talaj teszi próbára már ekkor a csemete ellenálló képességét. A *Tamarix tetrandra* itt mutatja meg leginkább igénytelen-ségét. A javítás nélküli III₂—IV. osztályú talajon (XXXV. b.) fakadási százaléka 94, a *Tamarix odessana*-é 92 (helyszüke miatt kimaradt a táblázatból), igen jó az *ámorfáé* (63), míg az *Elaeagnus* (12), *kocsányos tölgy* (12), *mezei szil* (8) és *vadkörte* (4) sokkal gyengébbek. Még jobb az eredmény a digózott területen (XXXVa), ahol különösen az *Elaeagnus*-nál tapasztalható nagyobb javulás (25%).

A közepesen szikes talajoknál a csak minimálisan, pár cm-rel alacsonyabb fekvés is, vagy mesterségesen előidézett horpadás (sülyesztett

ültetés), ahol könnyen összefut a csapadékvíz, már lényegesen rontja a fakadási százalékot. Ilyen összehasonlítást látunk a sülyesztett és normális ültetést illetőleg a VI. parcellában (VIa_1 és VIb_1 sülyesztett, VIa_2 és VIb_2 normális ültetések). Lényeges különbséget tapasztalunk a *gledicsiá-nál*, még inkább a *zöld juhar-nál*, de legfeltűnőbb az *Elaeagnus-nál*. Az *amerikai kőris-nél* alig van különbség.

Általában véve mégis a fenti fakadási százalékokat szikeseken teljesen kielégítőnek tekinthetjük és igazán nagy eltérések alig vannak.

A tulajdonképeni szelekció az első száraz nyárral kezdődik. Minél idősebb lesz a kísérleti ültetés, minél több megpróbáltatás éri, annál éleesebbé és szembeötlőbbé válnak a különbségek, amelyek részint az egyes fajok természetében, részint a talajjavító vagy karbantartó munkálatokban, vagy a talaj minőségében lelik magyarázatukat.

Ha egyelőre semmi mást nem veszünk figyelembe, mint csak azt, hogy az egyes fajoknál az *eredeti ültetésből mennyi van még életben*, még ha csak tengődik is, már akkor fontos adatokat kapunk a különböző fajok életenergiájának ismeretéhez (II. táblázat. A kor jelzésénél az első szám az ültetés kora, a zárójelben lévő még ehhez magában foglalja a csemete ültetéselőtti korát is).

Amint látjuk, legnagyobb százalékarányban szerepelnek a *Tamarix tetrandra*, *Fraxinus americana*, *Ulmus glabra*, *Ulmus levis* és a csak két év előtt ültetett *Amorpha fruticosa*. A legtöbb pusztult el a következőkből: *Acer platanoides*, *Acer negundo*, *Sophora japonica* és ugyancsak megritkultak a következő fajok sorai: *Maclura aurantiaca*, *Populus alba* és *P. virginiana*.

Érdekes megfigyelnünk az egyes fajok százalékos arányszámát a különböző kísérleti eljárásoknál. Pl. az *Ulmus glabra-nál* a X. parcellán teljes művelés mellett 81%-ot jelez a táblázat, ugyanitt valamivel jobb talajon (II_1 — II_2 az előbbi II_2 -vel szemben) teljes szalmatakarás mellett ugyancsak 81%-ot találunk, míg az *Elaeagnus-nál* a teljes művelés 73%-ával a szalmatakarás 29%-a, viszont a *Fraxinus americana-nál* az előbbi 86%-ával az utóbbi 78%-a áll szemben. Az *Elaeagnus* tehát itt sem bírja a talaj legfelső rétegének állandóan, vagy hosszabb ideig tartó vízzel való telítettségét, amire már az előző táblázatnál is rámutattunk. — Viszont szinte feltűnő nagyok a fenti fajok (*Elaeagnus*, *Ulmus glabra*, *Fraxinus americana*) életben maradt csemetéinek arányszámai a XI. parcellánál, a bakhátas művelésnél, bár ennek talaja a legszikesebb.

Ha a táblázat valamennyi kísérleti eljárását összehasonlítjuk, azt találjuk, hogy az *eredeti ültetésből legtöbb csemete maradt meg a bakhátas művelésnél*, majdnem annyi a teljes művelésnél, kevesebb a bokros taka-

rásnál (viszont ez volt a legsűrűbb ültetés) és legkevesebb maradt meg a teljes szalmatakarás és a pásztás ászás mellett.

E táblázat összeállításánál figyelembe vettünk minden sýnylödő csemetét, amely az életnek csak legkisebb jelét is mutatta, így tehát a kapott százalékos arány csupán hozzávetőleges tájékozódásul szolgálhat, de nem adja a kísérletek eredményeinek hű képét, mert a kevésbé életképes és fejletlen egyedek ugyanazzal az értékkel szerepelnek, mint az erőteljesen fejlettek.

A fajok jövőjét a szikes talajokon, mint már fentebb hangsúlyoztuk, elsősorban azok szárazságtűrő képessége szabja meg. Minél inkább xerofita természetű valamely faj, annál inkább meg tud küzdeni a szikeseknél mindig veszedelmes vízhiánnyal, amely a nem ritka szárazsággal párhuzamosan mindig fenyegetően és pusztítóan lép fel. Ilyenkor tömegesen pusztulnak, vagy hullatják el lombjukat a kevésbé szárazságtűrő csemeték. Csak azok maradnak meg épségben, vagy bírják el nagyobb veszteség nélkül, melyeket részint levélzetük szerkezete nagyobb vízhiány eltűrésére képesít, részint erőteljesebb, mélyebbre hatoló gyökérzetük a transzpiráció veszteségeit az altalajvízből képes pótolni.

Hosszasabban tartó szárazság idején a fajok természetére, ellenálló képességére vonatkozólag igen értékes tapasztalatokat szerezhethünk, mert amely faj már egészen fiatal (3—4 éves) korában erősen megsýnyli a nyári szárazságot, amikor még aránylag kisebb és alacsonyabban van a párologtató felület, a levélzet, amikor még a nedvességszívó gyökérzet nem hálózza be oly sűrűn a talajt s nem is száríthatja úgy ki, amikor tehát még az állománynak kevesebb vízre van szüksége, annál a fajnál természetesen sokkal kisebb a valószínűség arra, hogy az adott viszonyok között hosszú életű lesz, mint annál, amelyiken a szárazság nem, vagy alig hagyott nyomot. Ugyanez áll a kísérleti eljárásokra is, amelyeknek ilyenkor tűnik ki főleg az állomány szempontjából többé vagy kevésbé hasznos volta, ami a csemeték részére felhasználható minél több és hasznosabb nedvesség konzerválásában áll.

Ilyen megfigyelésekre kíválóan alkalmas volt az 1928. évi nyár. A talaj téli nedvességet nem hozott magával, a tavasz sem volt sokkal gazdagabb csapadékban. Május és június bár sokat behozott (79 és 100 mm.), de mégsem pótolhatott mindent. A június 27-iki 32 mm-es eső után végül az alábbi felvételek idejéig, tehát augusztus 11—16-ig összesen 15.2 mm. esett, ez is négy részletben, amiből 3.4 mm. jut az egész július hónapra két ú. n. esős nappal. Az ilyenképen megnyilvánuló szárazság ugyancsak próbára tette a kísérleti ültetéseket, dacára a gondos talajápolásnak.

Megfigyeléseimnél s a belőlük vonandó következtetéseknél természetesen kiinduló pontomul szolgált, hogy amily arányban nem képes pótolni

a gyökérzet a lombozat párologtatását, olyan mértékben hervad, sárgul el, illetőleg hull le a levél.

Felvételeimnél négy kategóriát állítottam fel (III. táblázat). Az I. fokozatba soroltam azokat a csemetéket, melyeknek levélzetét teljesen érintetlenül hagyta a szárazság. A II. és III. fokozatba azokat vettem, melyeknek levélzetéből 1—50% (átlag $\frac{1}{4}$ rész), illetőleg több mint 50% (átlag $\frac{3}{4}$ rész) lehullott vagy elveszett. IV. fokozattal jelöltem azokat, melyeknek levélzete teljesen elpusztult (tehát $\frac{4}{4}$ rész). — Felvételeim végén összeolvastam az egyes fokozatokba sorolt egyedeket, majd összegeztem őket. Végül kiszámítottam, hogy az egyes fokozatokba az egész felvételi anyagnak hány százaléka esik. Így kaptam a táblázat vonatkozó adatait. Minthogy azonban az így nyert adatok összehasonlításra kevésbé alkalmasak, gondoskodnom kellett olyan értékekről, melyek az ilyen összehasonlítások megtételéhez sokkal egyszerűbbek s ezért alkalmasabbak. Ezt a célt igyekszik szolgálni az utolsó rovatban szereplő s az egész vizsgált anyag lehullott vagy elhervadt levélzetére vonatkozó százalékos arányszám. Ennek értékét úgy kapjuk meg, hogy a II., III. és IV. fokozatba eső százalékos értékeket megszorozzuk az egyes fokozatoknál elpusztult lombozatok átlagos arányszámaival (zárójelben már fentebb jelezve), így $\frac{1}{4}$ -del, $\frac{3}{4}$ -del, illetőleg $\frac{4}{4}$ -del. Így pl. az I. kísérleti parcellánál szereplő *Acer negundo* egész lehullott lombozatának százalékos arányszámát következőképen kapjuk: $\frac{51}{4} + 32 \cdot \frac{3}{4} + 1 = 38$. Ez azt jelenti, hogy a jelen esetben az *Acer negundo*-állomány levélzetének 38%-át veszttette el.

Tekintsük meg néhány parcella állományát közelebről.

Az I. kísérleti parcellánál mindjárt feltűnő, hogy a szárazság a *Sophora*-t viselte meg legkevésbé, amiből következik, hogy jó talajon rendkívül szárazságtűrő, míg az *Acer negundo* még itt is elhullatta levélzetének több mint harmadát, tehát még a legjobb talajon is erősen megérezte a szárazságot.

A II. parcella aránylag jobb részein (II₁—II₂) az alacsony termetű, *Tamarix*, illetőleg *Acer negundo* védelme alatt álló *Maclura aurantiaca* alig érezte a szárazságot. Jól túrték a *Gleditschia*, *Tamarix tetrandra*, *Ulmus glabra*, már jobban megérezte a *Sophora*, még jobban az *Ulmus levis*, de leginkább szenvedett a zöldjuhar és a fehérynár.

Súlyosabbak a viszonyok ugyanitt a III₁ minőségű talajon, ahol még a *tamariska* is elvesztette levélzetének $\frac{1}{4}$ -ét, a *vadkörte* $\frac{1}{3}$ -át a *szofóra* több mint felét, az *amerikai kőris* $\frac{3}{4}$ -ét, a *vénicszál* $\frac{4}{5}$ -ét és végül a *zöldjuhar* $\frac{9}{10}$ -ét. — Hogy a *tamariska* itt aránylag gyengébb, mint másutt, magyarázata két okra is visszavezethető, egyrészt ültetése rendkívül száraz, kemény talajban történt 1924 decemberében, amikor csak az értékebb fajok kaphatták meg a normális ültető gödröt, melyet csákánnyal vés-

tünk ki, a különben is sűrűn telepített tamariska ültetésére aránylag kevesebb gondot fordítottunk, amit, úgylátszik, még most is érez, másrészt a parcellán több horpadás van, ahol a víz összefut, ami szintén kedvezőtlen a tamariskára. De befolyással lehet a sűrűbb ültetés következtében fellépő gyökérkonkurrencia is.

Még rosszabb állapotokat találunk a IV. parcellán (pásztás ásózás), ahol még a szárazságot egyébként jól tűrő *kocsányos tölgy* is elveszítette levélzetének $\frac{3}{4}$ részét. Ugyanezen parcellán egy kis lapos valóságos oázist jelent a köröskörül mutatkozó pusztulásban. Itt a tölgy levélzetének $\frac{9}{10}$ része maradt épségben s míg az ugyanilyen minőségű, de szárazabb II. parcellán a *fehérnyár* leveleinek elpusztult 88%-a, itt csak 29%-a.

A pusztulás képe még fokozódik az V. parcellán. A *vadkörte* és *ezüstfa* leveleinek lehullott 73%-ától az arányszámok emelkednek a *celtisz* 94 és az *amerikai köris* 96%-áig.

Valamivel jobb a kép a VI. parcellán.

Érdekes megfigyelni e két (V. és VI.) csak igen kis hányadában megmunkált parcellán, hogy mindenütt az *ezüstfa* mutatkozik leginkább szárazságtűrőnek, míg pl. ugyanitt az *amerikai körist* igen megviselte a szárazság. A *zöldjuhar* csak egy esetben szerepel, ott is a leggyengébb.

Már az eddigiek is világosan mutatják, hogy a csemete körül minél kisebb területre szorul a talajelőkészítő, illetőleg ápoló munka, az eredmény annál gyengébb. Az eddigieknél legkevesebb kárt tesz tehát a szárazság a teljes művelésű I. és II. parcellán, legtöbbször a feltöretlen talajú V. parcella dombos és rendes gödrös ültetésénél.

A VIII. kísérleti parcella szembeállítja egymással az eredetileg valamivel gyengébb minőségű (II₂—III₁), de mészsizsappal, illetőleg digó földdel javított talaj állományát a javítatlan rész állományával. A terület $\frac{1}{4}$ k. holdján 20 tonna mészsizsapot terítettünk el, míg mellette szintén $\frac{1}{4}$ k. holdon 80 szekér digó földet. Azt látjuk, hogy a 80 szekér digó föld hatásosabb volt, mint a 20 tonna mészsizap, míg a javítás nélküli ellenőrző parcella valamivel gyengébb eredményt mutat, mint a mészsizsappal javított. Természetesen figyelembe kell venni, hogy a javított rész eredetileg szikesebb volt.

A X. kísérleti parcella a szalmatakarás teljes sikertelenségét igazolja. A gyeper feltörése és megmunkálása után $\frac{1}{4}$ k. holdat beterítettünk 2 $\frac{1}{2}$ szekér szalmával (tehát 1 k. holdra 10 szekérrel, kb. = 80 q.-val számítva).

Mellette az összehasonlító, ellenőrző résznek szintén teljes szántást s az ültetés után a talaj porhanyón és tisztán tartása végett időnként ekekapálást adtunk. — A szalmatakarásnál közben összefolyt a szikes agyag, mely eleinte állandóan nedves, hideg és szellőzetlen volt. Majd sűrűn benőtte a gyom és a fű, amelyek végül teljesen kiszáradták, mi-

közben a szalma is elporladt. Az ide ültetett s még meglévő csemeték természetesen csak sínylődnék, hogy hamarosan teljesen kipusztuljanak.

A talaj minőségét (III₁) tekintve, igen jó az eredmény a XI. parcella bakhátas ültetésénél.

Feltűnő, hogy a XII. parcella, bár talaja sokkal jobb a felvétel helyén, mint a X. parcelláé, mégsem mutat kedvezőbb képet. Ennek okát abban kereshetjük, hogy ott előbb birkaállás volt s a talaj túltrágyázott, ami szárazságban a növényzet gyorsabb kiszülésére vezet. A talajoldat túlerős koncentrációja következtében már szenved a szárazságtól az erősen trágyázott talaj akkor, amikor a soványabb talajú növényzet a sokkal kisebb koncentráció mellett még egyáltalán nem is érzi.

Nem nyújt megnyugtató adatokat a XIII. parcella, melyet bokros takarással ültettünk. Már itt is felmerül az a gyanú, hogy gyengébb talajon a sűrű *tamariska* talán többet árt, mint használ a közé ültetett fajoknak. Különösen szembeötlő ez a *kanadai nyárnál*, melynek itt sokkal többet ártott a szárazság, mint pl. a XI. parcellában, melynek pedig talaja kissé gyengébb, de az ültetés ritkébb.

Igen tanulságos a XVII. parcellánál található leszálló sorozat, melynek élén mint leginkább szárazságtűrőket találjuk a *tamariskát*, *vadkörtét*, *ámorfát*, *ezüsfát* s a legvégén a *celtiszt* és a *zöldjuhart*.

Nem várt kisarányú hervadást találunk az erősen szikes XXXI. parcellán. A csemeték igen jól kibírták az első száraz nyarat. Valószínű magyarázata a csekély párologtató felület, a még kevés levél, a jó talajmunka, a többszöri ekekapálás.

Valamivel még jobb arányszámokat kapunk a XXXII.—XXXIII. parcellán, mely ültetés előtt gözekekszántást és többszöri tárcsázást kapott.

A szofóra ellenben mindkét parcellán rendkívül silány. A szofórából ugyanis, bár fakadási százaléka általában elég jó, az első 1—2 évben igen sok elpusztul, máskor évekig elsínylődik, anélkül hogy fejlődne, amíg végül is elhal.

Az E₁ adatainak tanúsága szerint a *mezei szil* is jobban érzi magát a vízősszefutástól mentes helyen, bár aránylag elég jól tűri, a szofóra ellenben az ilyen foltokon feltűnően beteges.

Hasonló összehasonlítást mutatnak az E₂ adatai a *fehérnyár* és a *gledicsia* között. Amily kevésbé tűri a fehérnyár a szárazságot, ép úgy kedveli a lapos helyeket, aminek ellenkezőjét tapasztaljuk a *gledicsiánál*, ha nem is oly mértékben.

Ha a tárgyalt táblázat adataiból összefoglaló megállapítást akarunk levonni, akkor azt találjuk, hogy a kísérleti eljárások közül a *szárazsággal szemben legjobban megvédi a csemetét a talaj javítása dígőfölddel vagy mésziszappal*, természetesen feltételezve a teljes talajművelést és ápolást.

A javítás nélküli talajon leginkább nedvességekonzerválók a teljes talajművelés, bakhátas művelés, gőzeke szántás, majd a bokros takarás, mindenütt feltételezve a gyakori ekekapálásban megnyilvánuló talajápolást. Nem védi meg a csemetét a szárazságtól a pásztás és árkos művelés, a nagy ültető gödrök, még kevésbé a kicsik, ha azokat feltöretlen gyeppel ássuk. Úgyis tévesen teljesen sikertelen a szalmatakarás is, mely megakadályozza a talajművelést.

Ami az egyes fajokat illeti, igen különbözőképpen viselkednek a szárazsággal szemben.

Amint láttuk, legkönnyebben megítélhető a *tamariska* természete. Minden egyes parcellán ugyanis, ahol előfordul, a II.-at kivéve, első helyen áll, ami azt bizonyítja, hogy a szárazságot az összes fajok között legjobban tűri. Utána mindjárt az *amorfa*, *ezüstfa* és a *vadkörte* látszanak következni. A további sorrendet már nehezebb megállapítani. A *szofóra* pl. az egészen jó s a legkisebb vízösszefutástól is mentes talajon kiválóan tűri a szárazságot, míg erősen csökken e kitűnő tulajdonsága a talaj szikességének fokozódásával. Viszont az összes fajok között a *zöldjuhar* szerepel leggyengébben, amely, egyetlen esetet kivéve (II. parcella, ahol a *fehérynár* még mögötte foglal helyet), mindig a legtöbb lombot veszítette. Az *amerikai köris* meglehetősen szeszélyes adatokat szolgáltat. A jó talajon szintén igen jól bírja a szárazságot. A talaj szikesedésével szemben kevésbé érzékeny. Nagyon meghálálja a talajápolást. A megmunkálatlan talajon ugyan nagy szárazságban teljesen elhullatja lombját, de a csemete maga nem pusztul el. Rendkívül szívósan tart ki helyén mindenféle kedvezőtlen viszonyokkal szemben.

A fenti táblázatok adatainak gondos mérlegeléséből a feltüntetett fafajokat a szárazságtűrés szempontjából a következő három csoportba sorozhatjuk:

1. A legellentállóbbak: *Tamarix tetrandra*, *Amorpha fruticosa*, *Elaeagnus angustifolia*, *Pirus piraster*.

2. A szárazságot jól tűrők: *Gleditschia triacanthos*, *Quercus robur*, *Qu. cerris*, *Ulmus glabra*, *Juglans nigra*, *Sophora japonica*, *Fraxinus excelsior*, *F. americana*, *Ulmus levis*.

3. A legkevésbé szárazságtűrők: *Celtis australis*, *Populus virginiana*, *P. alba*, *Acer negundo*.

Míg ez utóbbi vizsgálatok a fafajok szárazságtűrő, illetőleg az egyes kísérleti eljárások nedvességekonzerváló képességének ismeretéhez nyújtának hasznos adatokat, addig a fafajok, a kísérleti eljárások s a talaj minősége közötti viszonyt leginkább a csemeték fejlődési adatai tüntetik fel. Mindamellett a szárazság következtében beállott lombhullás vizsgálatának meg kellett előznie a fejlődési adatok vizsgálatát, mert ha csupán

ez utóbbiakat tartanánk szem előtt, sokszor súlyos tévedésekbe eshetnénk egyes fajokat illetőleg. Az ültetések ugyanis még igen fiatalok (1-től 4 évesek) s még aránylag keveset párologtatnak, aminek pótlására szolgáló vizet a többnyire mindenütt alkalmazott állandó talajápolás még konzerálni tudja a talajban normális időjárás mellett szikesebb viszonyok között is. Így szépen fejlett fiatalost találhatunk egyes fajokból olyan talajon, amelyen egy-két ez évihez hasonló nyári szárazság után egyetlen darab sem marad. Így pl. a XI. parcella 1927 tavaszán síma dugványról telepített *kanadai nyárjai* a talaj minőségéhez képest (III₁ oszt.) a két tenyészeti időszak alatt aránylag igen szépen fejlődtek (IV. táblázat). A mult évi hajtásainak átlaga 54, az ez évinek 67 cm. volt. Ma tehát a két évi hajtás átlaga 121 cm. Igen jó közepes fejlődés. Aki csak ennyit tud róla, hajlandó arra a következtetésre jutni, hogy a kanadai nyárnak még a III₁ oszt. szikes talajon is van jövője. Azonnal megváltozik a véleményünk, ha megnézzük az 1928. évi szárazságnak a lombozatra gyakorolt hatását, ahol kitűnik, hogy ezek a szépen fejlett kanadai nyárok elhullatták lombozatuknak 62%-át s hogy ennél többet ugyanabban a parcellában csak a zöldjuhar veszített. Ha meggondoljuk, hogy itt a kanadai nyárállomány 15%-a egészen áldozatul esett a szárazságnak a bakhátas művelés dacára (mert megfigyelésem szerint, amely csemeték augusztusban teljesen lehullatták lombjukat, azok novemberben már egészen szárazak voltak, elhaltak), 53%-a betegessé lett, előttünk áll hasonló viszonyok között a folyton növekvő vízszükséglet mellett a kanadai nyár jövője.

Ezt a példát csak annak megvilágítására hoztam fel, hogy mennyire fontos volt az ez évi szárazság hatását minél alaposabban tanulmányozni.

A II. kísérleti parcellán meglepően szépen fejlődik még III₁ osztályú szikesen is a *vadkörte*. Vele is, mint minden más fajjal szemben, igen károsan érezteti hatását a szemmel alig észrevehető laposokon minduntalan fellépő *Agropyron repens* (tarackbúza), melynek gyökérzete elszívja a csemetéktől a talajnedvességet. Az adatok szerint itt eddig egészen normálisan fejlődött a vadkörte, hiszen a mult évi átlagos magassága (130 cm.) majdnem ugyanaz volt, mint a hasonló minőségű talajon nőtt, most leg-szebb részleté (133 cm.), míg az ezévi hajtásnál az *Agropyron repens*-től fojtogatott csemeték erősen visszaestek (26 cm. átlagos hajtás a most leg-szebb részlet 55 cm.-ével szemben). — A kevéssel jobb talajon élő *zöldjuharok* közötti sorok sokkal magasabbak, mint a *tamariskák* közöttiek (180 cm. 154 cm.-rel szemben), ami könnyen érthető is, ha tudjuk, hogy a zöldjuhar eredeti állományából elpusztult 53%, míg a tamariskából csak 10%. Természetes tehát, hogy a 90%-os tamariskasorok, melyek különben is fejlettebb gyökérhálózattal bírnak, nagyobb mennyiségű vizet szívnak el a talajtól, mint a 47%-os zöldjuharsorok, aminek hatása a közéjük

ültetett csemeték fejlődésében jut kifejezésre. — Feltűnően gyenge a *szofóra*, mely fajt általában a meglehetősen szélsőséges értékek jellemeznek. A jelen esetben is a magasság maximuma 204 cm., minimuma 17 cm. — Érdekes leszögezelnünk még e parcellánál, hogy hasonló viszonyok között a *vadkörte* fejlettebb, mint a *vénic szil*.

Ha tovább figyeljük az adatokat, hasonló megállapítást kell tennünk, mint a szárazság hatásának megfigyelésénél, hogy t. i. *ugyanolyan viszonyok között minél kisebb a csemete körül megmunkált talaj, annál gyengébben fejlődnek a csemeték*. — A teljes művelésű II. parcellán a *vénic szil* átlagos magassága 152 cm., a IV. parcellán pásztás ászózás mellett 88 cm., az V. parcellán dombos és gödrös ültetés mellett 76 cm. A IV. parcellán némi különbséget tapasztalunk a digózás javára (115 cm. 88 cm.-rel szemben).

Élesen szembeötlik a teljes művelés, ápolás és javítás hatása, ha összehasonlítjuk a VI. parcella *amerikai köris*-ének és az eredetileg ugyanolyan talajú VII. parcella máskülönben kevésbé gyors fejlődésű *mezei szil*-jének adatait (átlagos magasság 92, illetőleg 178 cm., ezévi hajtás 15, ill. 56 cm.).

A VII. parcellánál az $\frac{1}{3}$ k. holdon elterített 10 tonna mészsizap talajjavító hatása jobban érvényesül, mint a $\frac{2}{3}$ k. holdon elosztott 100 szekér digóföldé. Ügylátszik, a k. holdanként számított 150 szekér digóföld, bár jó eredményt ad, mégsem javítja meg talaját egészen. — Ezzel szemben a VIII. parcellán az 1 k. holdra számított 320 szekér digóföld mutatkozott hatásosabbnak az ugyancsak 1 k. holdra számított 80 tonna mészsizapnál. Ha ezen digózott II_2 — III_1 talajú *amerikai körist* egybevetjük az I. osztályú E_4 ugyanakkor ültetett állományával, azt találjuk, hogy amíg a VIII. parcellánál az átlagos magasság 213 cm., ezévi hajtás 88 cm., az E_4 -ben ugyanezen adatok 250, illetőleg 90 cm s ha még tekintetbe vesszük, hogy az E_4 *amerikai körisei* az ültetésnél már 2 évesek voltak, ehhez képest legalább 30—40 cm.-rel magasabbak is, azt kell végeredményül levonnunk, hogy a 320 szekér digófölddel (k. holdanként) megjavított II_2 — III_1 osztályú szikesen a csemeték egyelőre úgy fejlődnek, mint az I. oszt. szikesen.

A X. parcella adatai itt is beszédes bizonyítékai a szalmatakarás teljesen sikertelen használatának, illetőleg annak, hogy a *talajápolást szikesen szalmatakarással pótolni nem lehet*.

Érdekes párhuzamot vonhatunk a X. parcellán a *mezei szil* és az *amerikai köris* között. A II_1 — II_2 osztályú talajon teljes szalmatakarás mellett a *mezei szil* átlagos magassága 36 cm., az *amerikai körisé* 35 cm., ugyanitt a pásztás szalmatakarásnál a vonatkozó értékek 75, illetőleg 72 cm. A II_2 — III_1 osztályú szikesen teljes művelés mellett (szalmatakarás nélkül) a megfelelő értékek viszonya megfordul 93, illetőleg 105 cm.-re,

ugyanitt II_1 osztályú talajon 143, illetőleg 153 cm. Ezek szerint az *amerikai köris* jobban meghálálja a művelést, a talajápolást, mint a *mezei szil*, illetőleg a *mezei szil* kevésbé sínyli meg a művelés hiányát, mint az *amerikai köris*.

A XI. parcella bakhátas ültetése állandó talajápolás mellett a talaj minősége dacára meglepően jó. A X. parcellában közel hasonló minőségű (II_2 — III_1) talajon az egykorú *mezei szil* magassága 93 cm., az ezüsthéa 83 cm., míg a XI. parcellán a *mezei szil* 104 cm., az ezüsthéa 121 cm. A *bakhátas ültetésnél* (természetesen állandó talajápolással összekötve) tehát a *csemete ezideig úgy fejlődik, mintha $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ minőségi fokkal jobb talajon állna* (II_1 — II_2).

A XIII., XXII., XXIII. és XXIV. parcellák adataiból már némi következtetést vonhatunk a *bokros takarás* szerepére, mely szerint a bokorsorok a közéjük ültetett csemeték fejlődésére egyelőre semmi különös előnyt nem jelentenek, legalább is ma még nem tapasztalható, sőt azt kell látnunk, hogy éppen a két bokros takarásos parcellában (XIII. és XXIII.) legkisebbek az ezévi hajtások átlagai, 45 és 47 cm. a másik két parcella (XXII. és XXIV.) 49 és 55 cm.-es átlagértékeivel szemben. Tehát ha a sűrű bokros takarás normális viszonyok, normális időjárás mellett nyújt is védelmet a talajnak, tehet hasznos szolgálatot, nagyobb szárazságban viszont a közé ültetett csemetétől is elvonhatja a vizet, így károsná válhatik rá.

A XXIV. parcellán ültetett *védőállomány*, *amerikai köris*, szintén nem mutat lényegesebb előnyt a közé ültetett csemetének. A védőállomány alatt lévő zöldjuhar kb. oly magas, sőt az idei hajtás is csaknem ugyanaz, mint a szabadon álló soroké (125, ill. 124 cm., 65, ill. 64 cm.). Ennek magyarázata az lehet, hogy az *amerikai köris*nek ép úgy, mint a *zöldjuharnak* egyformán sekély gyökérzete van, tehát ugyanazon talajrétegben helyezkednek el, ami egyforma gyökérkonkurrenciára vezet.

A XXXII.—XXXIII. parcella adatai szerint a II_2 osztályú és főleg a jobb talajoknál a *gőzekekszántás* legalább is eleinte lényegesen javítja a fejlődési eredményt.

A XXXV. parcella talaját először a *Killifer*-féle altalajtúróval, felső rétegét tárcsával és ekével munkáltuk meg. Egy része digófeldborítást is kapott. A terület szélén keskeny jobb sáv húzódik. Amint a táblázatból kiolvashatjuk, a *Tamarix tetrandra* az eredetileg jobb talajon és a digózott III_2 —IV. osztályú részen nem mutat olyan fejlődést, mint a *Tamarix odessana*. Az erősen szikes és javítatlan összehasonlító folton ellenben a *Tamarix tetrandra* jobb. A *Tamarix tetrandra* tehát a talaj szikességgel szemben kevésbé érzékeny, viszont a *Tamarix odessana* a talaj javulását jobban meghálálja.

Az eddigi vizsgálatok eredményeit a következőkben foglalhatjuk össze:

1. Fizikai talajjavítások:

a) *Szalmatakarás*. — A tiszántúli agyagos szikesek fásításánál jelentőséggel nem bír, mert — mint láttuk — a talaj ápolását megakadályozza, alatta a talaj összefolyik, nem szellőződik, a gyom elhatalmasodik rajta, mely végül is kiszárítja a talajt s elfojtja a csemetét.

b) *Szalmarétegezés a talajban*. — Az első esők után összefolyik a talaj s a szalma teljesen összepréselődik s hamarosan megsemmisül. Hatása jelentéktelen, gyakorlatilag értéktelen.

c) *Dombos ültetés*. — Minthogy a csemete gyökérzete normális viszonyok között már az első évben túlhaladja a domb méreteit s minthogy a feltöretlen gyepter talaja köröskörül száraz, így ennek növényzete is a meg-lazított folt felé igyekszik fejleszteni gyökérzetét, a csemete már az első évben elkezd sínylődni és később még inkább tengődik, míg el nem pusztul. Gyakorlati jelentősége nincs.

d) *Sülyesztett ültetés*. — Mivel a szikes talaj csak igen nehezen képes a vizet magába venni, esőzések után a gödör vagy árok, ahová a csemetét ültettük, mindig megtelik összefutott vízzel, amit a legtöbb fafaj nem bír, ezért gyakorlati jelentősége alig van.

e) *Pásztás ásózás*. — Ugyanazon okoknál fogva, melyeket a dombos ültetésnél említettünk, gyakorlati jelentősége ennek az eljárásnak sincs.

f) *Teljes és állandó művelés*. — Gyakorlatilag a legegyszerűbb és leginkább követendő eljárás, különösen feketeugarral egybekötve, amelynél a száraz szikes legelő az ültetés előtt már egy évvel gyűjti, konzerválja a légköri csapadékot s teszi áthatolhatóvá a szikes talaj egyébként száraz és kökemény rétegeit. — A teljes és állandó művelést alkalmazzuk általában az egész kísérleti telepen minden következő eljárással kapcsolatosan is, mert a teljes és csaknem a záródásig folytatott állandó talajápolás nélkül szikesen alig képzelhető sikeres fásítás még a legjobb fokozatnál is. — *A szikes legelők leromlott talajviszonyai nem kedveznek a fásításnak. A fa részére a talajt lépésről-lépésre kell meghódítani*, hogy azután úrrá lehessen rajta, *de ehhez munka és idő kell*, a munkának pedig elsősorban a felső talajréteg állandó porhanyón és tisztán tartására kell irányulni, ami megvédi a kiszáradástól s lehetővé teszi a talaj szellőződését.

g) *Mezőgazdasági előhasználat*. — Jobb szikeseken (I—II₁) csakis pénzügyi okok teszik elfogadhatóvá, mert a fekete ugarral szemben hátrázott hátrányban van, hiszen a gabona június közepéig felhasznál minden rendelkezésre álló vizet s a talaj aratásig teljesen kiszárad.

h) *Mezőgazdasági köztes használat*. — Csak I. osztályú, vagy megjavított szikesen gyakorolható, mert II. osztályú javítatlan szikesen már alig akad rá vállalkozó. Mindenesetre ez az eljárás is csupán anyagi ol-

dalról indokolható, mert a sorok közé ültetett kapás vetemény sok vizet von el a talajtól s csak abban az esetben engedhető meg, ha a talaj ápolását másként nem tudjuk biztosítani, mert a kapás vetemény még mindig kevesebb vizet használ fel, mint az egyébként megtelepedő gyomok. A talaj is sokkal kevesebbet párologtat megművelt, mint nem művelt állapotban, úgyhogy a mezőgazdasági köztes használat végeredményben többet használ a csemetének, mint árt azáltal, hogy táplálékot és vizet von el a talajból.

i) *Bakhátas művelés.* — A már fent leírt módon való alkalmazása esetleg feketegárral összekötve az összes fizikai talajjavítások között eddig a legeredményesebbnek bizonyult. Elsősorban vízösszefutásra hajlamos foltokon, laposokon indokolt, de szárazabb területen is jobb eredményt érünk el vele, mint bármi más eljárással, ha a talaj legfelső rétege, amiből a bakhát felhalmozódik, nem túlszikes. Bakhátas ültetéssel már többen próbálkoztak. Bármilyen formában is alkalmazták, az eddigi sikertelenség mindig főleg onnan eredt, hogy nem adtak jó talajmunkát, nem gondoskodtak a megglazított felső réteg további lazán tartásáról és a bakhátak többnyire túl magasak voltak, ami inkább a gyors kiszáradást szolgálta. Egyedüli hátránya, hogy a munka kivitele kissé körülményes, illetőleg több gondot igényel, mint az egyszerű szántás.

j) *Gőzkeszántás.* — Indokolt és igen hatásos olyan enyhén szikes talajokon, melyeken az általa felszínre hozott réteg nem nagyon szikes. A mélyen megglazított talaj ugyanis több csapadékot fogad be, többet konzervál, jobban szellőződik, megkönnyíti az ültetési és ápolási munkát, sikeresebbé teszi különösen a síma dugványról való telepítést.

Tudnunk kell, hogy szikes talajaink szódatartalma általában a legfelső talajrétegekben a legkisebb, lefelé növekszik s 40—60 (—80) cm. mélységben éri el a maximumát, — mint az „Adatok a Hortobágy növényiszociológiai viszonyaihoz”¹⁾ című dolgozatomban közölt grafikonokon is látható — tehát olyan mélységben, melyet a gőzeke még elérhet s melynek talaját még felemelheti. Ezért amily hasznos ez a művelési mód enyhén szikes (I.—II.) talajoknál, ép oly káros lehet szikesebb területen, ahol csak kémiai talajjavítással egybekötve adhat jó eredményt.

k) *Altalajlazítás Killifer-féle altalajtúróval.* — Ez a művelési mód kétségtelenül jó hatású, mert a mélyebb rétegek megglazítása mellett nem hozza fel a szikesebb talajt, de a hatás, az általa elért eredmény nem áll arányban a munka költségeivel.

¹⁾ Itt rá kell mutatnom, hogy az itt közölt grafikonoknál „16. Tiszafüred” helyett „18. Angyalháza”, „17. Nagyiván” helyett „16. Tiszafüred” és „18. Angyalháza” helyett „17. Nagyiván” jelzés a helyes.

2. Kémiai talajjavítások.

a) *Talajjavítás mésziszappal.* — Egyelőre a legegyszerűbb és legrentábilisabb talajjavítási mód, amely a tiszántúli szikeseken a mezőgazdaságban általában alkalmazható. Ha III. osztályú szikesen biztos és gyors eredményt akarunk elérni, akkor vagy ehhez, vagy a következő javítási módhoz kell fordulnunk. III. oszt. talajon 60—80 (—90) tonna (1 k. holdra számítva) cukorgyári mésziszap, illetőleg fele mennyiségű mészpor biztos eredményt hoz. Sajnos, azonban ez a javítási mód a fásítás számára ma még igen drága s csak mezőgazdasági elő- és köztes használattal összekapcsolva ajánlható.

b) *Talajjavítás digózással.* — Biztos sikerrel, de egyúttal igen sok munkával járó javítási mód s amellett vigyázni kell, mert kellő eredményt csak szódamentes sárgaföld nyújt, amit fenoltalein-reakció nélkül gyakorlatilag kb. úgy különböztetünk meg a szódás sárgaföldtől, hogy vizet csöpögtetünk rá. A szódamentes meszes sárga föld a vizet mohón elnyeli és sötétebb, de tompa színt vesz fel, míg a szikes sárga föld nehezebben veszi magába a vizet, zsíros fényt kap s tapintásnál kenődik.

3. Fiziologiai talajjavítás.

a) *Bokros előtelepítés.* — Alkalmazandó olyan szikes talajoknál, ahol nincs reményünk arra, hogy magasabb növésű fajok ültetése is sikerhez vezethet (III₁—III₂ osztályú talaj) és nincs módunkban a talaj kémiai megjavítása. — Magáról az eljárásról végleges ítéletet nem mondhatunk, mert még csak kísérleti stádiumban van. E célra alkalmazandó fajok: *Tamarix tetrandra*, *T. odessana*, *Elaeagnus angustifolia*, *Amorpha fruticosa*.

b) *Bokros takarás.* — A közbe ültetett fajok fejlődési viszonyaira eddig nem tapasztaljuk a bokorsoroknak érdemlegesebb jótékony. hatását. Inkább talán a nehezen záródó, vagy laza lombozatú fajok közé való telepítésnél, szegélyfásításnál és olyan gyenge talajokon indokolt, melyek zárt faállományt nevelni úgysem képesek. Itt az egészen ritka ültetés közeit töltenék ki a bokrok, melyek mindenesetre kevésbé károsak a ritkás erdő fejlődésére, mint a fűnövényzet.

c) *Védő állomány.* — Csak fiatal korában kényesebb (pl. *Maclura aurantiaca*), vagy szintén csak későn záródó, lassú növésű fajokkal egyesén telepítve az illető fajok s a talaj védelmét szolgálja. Védő állománynak gyorsnövésű és rövid életű fajok alkalmasak, mint *amerikai kőris*, *kanadai nyár*.

*

A szikes fásítás szempontjából fontosabb fajokra vonatkozó megfigyeléseimet röviden a következőkben összegezem:

1. *Tamarix tetrandra*. — Szikes talajainkon a legellentállóbb, a legszívósabb bokorfaj, mely úgy a talaj sziksótartalmát, mint pedig a szárazságot a legjobban tűri. Bőséges napfényt követel. Fakadása és fejlődése azonban nem mindig hű kifejezője a talaj minőségének különösen azért, mert inkább szereti az emelkedettebb fekvéseket, mint a laposakat, ahol későn és rosszul fakad s rendszeren gyengébben fejlődik. — Fűzzel keverten érdekes megfigyelést nyújt a XXI. kísérleti parcella. A kissé padkásodásra hajló emelkedettebb helyeken, amelyek egyúttal szárazabbak és szikesebbek is, a *Tamarix tetrandra* igen szép, míg a fűz gyenge, vagy teljesen kipusztult. A kissé laposabb, bár egyúttal kevésbé szikes foltokon a fűz szép, a *Tamarix tetrandra* ellenben csak tengődik.

Áránylag az ápolással szemben hálásabbnak mutatkozik, mint a talajjavítással szemben.

Száraz szikes talajon kiválóan alkalmas bokros előtelepítésre. Talaját elég jól beárnyalja és szívós, erőteljes gyökérzete csatornahálózatot készít az utána ültetendő fajok részére.

A gyökeres dugvány kiültetve III. osztályú talajon 80 cm. négyzetes hálózatban, II. osztályú talajon 100 cm. négyzetes hálózatban 2 év alatt, a síma dugványról telepített bokros 3 év alatt záródik megfelelő talajápolás mellett.

2. *Tamarix odessana*. — A szárazságot szintén igen jól tűri, de talán mégis kevésbé, mint a *T. tetrandra*. Viszont a téli fagyokkal és a késői hideggel szemben kevésbé érzékeny. A *T. tetrandra* múlt évi hajtásai az 1927/28. év telén nagyrészt elfagytak, míg a *T. odessana* alig érezte meg. Az 1928. június 4-i hideget a *T. tetrandra* igen megsínylette, a *T. odessana*-ban semmi kárt nem tett. A téli fagyok főleg a felemelkedő hajtásokat pusztították el, ugyanígy a júniusi hideg szintén elsősorban a felfelé álló hajtásokat pörkölte le. Épen ezért tettek nagyobb kárt a *T. tetrandra*-ban, mint a *T. odessana*-ban. A *T. odessana* hajtásai ugyanis inkább elterülők, talaját hamarabb betakarják, gyorsabban záródik. A nagyon erősen szikes talajt kivéve (III₂—IV.), ahol gyengébb és későbbben fakad, minden tekintetben gyorsabban fejlődik, különösen az egészen jó és javított talajon. Úgy a talaj javításával, mint pedig lazításával szemben egyaránt hálásabb, mint a *T. tetrandra* (XXXII.—XXXIII., XXXV. parcellák).

Az árnyalást szintén nem tűri.

Gyökeres dugvány kiültetve III. osztályú talajon 60 cm., II. osztályú talajon 100 cm. négyzetes hálózat mellett, síma dugványról telepítve II. oszt. talajon 75 cm. négyzetes hálózat mellett 1 év alatt záródik.

3. *Amorpha fruticosa*. — Szárazságot, sziket, elöntést egyaránt igen jól elviselő, rendkívül igénytelen bokor. Az első kettőt majdnem úgy tűri, mint a tamariska, az elöntést sokkal jobban. — A talaj részére mint nitro-

gengyűjtő is figyelembe jöhet. Igen alkalmas tamariskával vegyesen bokros előtelepítésre, — már csak méhészeti jelentősége miatt is.

4. *Elaeagnus angustifolia*. Ezüstfa. — Fáva is megnövő, szárazságot és sziket kitűnően bíró cserje. A szikes fásításnál szinte nélkülözhetetlenül fontos faj. Tenyészetével megfelelő talajmunka mellett a tamariskával együtt a III₂ osztályú talajig elmehetünk. A vízösszefutást azonban talán inkább megsínyli, mint a tamariska. Nagy hátránya, hogy tüskés ágai igen megnehezítik a talajápolást, amellyel szemben pedig nagyon hálás. E hátrányt némileg ellensúlyozza, hogy a gyengébb, szárazabb szikes talajon a számbajöhető fajok között (az amerikai körist kivéve) talán a leggyorsabban, de mindenesetre a legterebélyesebben nő, így a leghamarabb is záródik s minthogy lombozata elég sűrű, talajának megfelelő védelmet biztosít.

Teljes művelés mellett II. osztályú talajon 1 m. sor- és csemetetávolság mellett 2 év alatt, III₁ osztályú talajon bakhátas művelés mellett szintén 2 év alatt, egyébként (síma művelés mellett) 3 év alatt záródik. — Ültetése 1 éves lehetőleg erőteljes magági csemetével, vagy gyökeres dugvánnyal történik.

5. *Pirus piraster*. Vadkörte. — A fajok között a szárazságot és a talaj szikességét egyaránt a legkevésbé sínyli meg s amellel nagyon szépen és gyorsan fejlődik. A vízösszefutást elég jól tűri, de ugyanitt az *Agropyron repens* fellépése és elhatalmasodása szárazságban teljesen megakasztja fejlődésében. Bár meglehetősen gyorsan záródik (gyorsabban, mint pl. a mezei szil), talaját mégsem árnyalja eléggé, mert levélzete igen laza. Épen ezért s minthogy hegyes ágcsonkjai a sorok közötti talajművelést rendkívül akadályozzák, célszerűnek látszik tamariskával vagy ámorfával vegyesen ültetni, hogy legyen, ami a talajt védje. — Az egyedüli fafaj, amely III. osztályú talajra biztosan ültethető a siker reményében. Lehetőleg erőteljes és legalább 2 éves iskolázott csemetét ültessünk.

6. *Ulmus glabra*. Mezei szil. — A szikes fásításnál szintén előkelő helyet vívott ki magának. Úgy a szárazságot, mint a talaj szikességét meglehetősen jól bírja. A talajápolással és javítással szemben igen hálás. A talaj elöntését aránylag jól tűri, mindenesetre sokkal jobban, mint pl. a szofóra vagy az ezüstfa. Talaját alul kiszélesedő (különösen a parás szilnél), sűrűn álló apró levelek alkotta lombozatával csaknem teljesen beárnyalja. Ehhez járul még azon kíváló tulajdonsága, hogy koronája meglehetősen terjedelmesen fejlődik, úgyhogy aránylag gyorsan zárul (ez szülte az orosz steppefásítás ulmomániáját is). 1 m. sor- és csemetetávolság mellett I. oszt. szikesen 2—3, II. oszt. szikesen 3—4, 1'5 m. sor- és 1 m. csemetetávolság mellett I. oszt. szikesen 3—4, II. oszt. szikesen kb. 5 év alatt záródik. — Törzsképzése igen szép, egyenes. — A nyúlragást, ami

fiatal korban gyakori, nagyon gyorsan és szépen kiheveri, mert egy oldalhajtás hamar átveszi a vezérhajtás szerepét. — Két éves magági, vagy még inkább iskolázott csemetéről telepítendő.

7. *Ulmus levis*. Vénic szil. — Igen szívós faj. Szárazságban lombját hamar elhullatja, de el nem hal s az első esőzés után azonnal újból kihajt, úgyhogy végeredményben elég jól tűri a szárazságot, de az elöntést és a talaj szikességét is. E tekintetben versenyez a mezei szillel, sőt olykor szívósságban felül is múlja. Gyorsan fejlődik, jó üde talajon néha túl is szárnyalja a mezei szílt. Lombozata azonban lazább, talaját nem árnyalja, nem védi úgy, mint az. Koronája sem oly széles s így később is záródik. A nyúlrágást, aminek talán legjobban ki van téve, nehezebben heveri ki, nagyon elbokrosodik s az oldalhajtások alig tudják egymást túlnőni. Fája sem oly értékes, mint a mezei szilé. Minthogy tehát semmi különös előnye nincs a nála — mint láttuk — sokkal több jó tulajdonsággal rendelkező mezei szillel szemben, ez utóbbinak kultiválása vele szemben feltétlenül indokolt.

8. *Fraxinus americana*. Amerikai köris. — Száraz, szikes talajon valamennyi faj között a legjobban fakad, magasságbeli növekedése a leggyorsabb, terebélyességben azonban messze elmarad az ezüstfa és a mezei szil mögött. Lombozata is elég laza, úgyhogy talajának nem nyújt megfelelő védelmet. Kíváló tulajdonsága, hogy úgy a szárazságot, mint különösen az elöntést meglehetősen jól tűri. Ha nagy szárazságban lombozata le is hull, nem pusztul bele. Igen szívós fafaj. Szép egyenes törzset fejleszt. — Sekélyen elterülő gyökérzete azonban nem jósol neki hosszú életet, ezért inkább kényesebb és mélyebb gyökérzetű fajoknál a szél és nap káros befolyásával szemben védőállományul szolgálhat. — 1 m. sor- és csemetetávolság mellett I. oszt. talajnál 2—3 év alatt, II. oszt. talajnál 4—5 év alatt, III. oszt. talajnál 5—6 év alatt záródik. — Lehetőleg erőteljes két éves magági csemetéről telepítendő.

9. *Quercus robur*. Kocsányos tölgy. — I. osztályú szikes talajon úgy a szárazságot, mint az elöntést egyformán jól tűri. Fejlődése aránylag igen szép. E₄-ben a három év előtt ültetett 1 éves tölgycsemeték átlagos magassága ma 87 cm., de a legnagyobbak megközelítik a 2 m.-t is. Akkor párhuzamos ültetést végeztünk 1 éves csemetével és makkvetéssel. A makkról kelt csemeték átlagos magassága 42 cm. Az eredmény tehát eddig még a csemetékkel való ültetés mellett szól. Gyengébb, II₁—II₂ osztályú talajokon folytatott kísérletek méginkább a gondos csemeteültetés mellett szólnak a makkvetéssel szemben. II₂ osztályú talajon egyébként a tölgy, legalább is egyelőre alig mutat valami fejlődést teljes művelés és állandó talajápolás mellett sem, míg pásztás művelés mellett (IV. parcella) a 3 év előtti makkvetésből kelt csemeték kb. 15—20 cm.-sek s egyáltalán nem fejlődnek.

10. *Quercus cerris*. Csertölgy. — Úgy csemetéről, mint makkról való megtelepítése a kocsányos tölgnél sokkal nehezebb. Gyökérzete is kevésbé tud megküzdeni a száraz és kötött kemény talajjal, úgyhogy szikesen a kocsányos tölgy minden tekintetben eléje helyezendő s így a csernek itt semmi jelentőséget nem tulajdoníthatunk.

11. *Gleditsia triacanthos*. Gledicsia. — Bár úgy a szárazságot, mint az enyhén szikes talajt jól tűri és gyorsan is nő, gyakorlatilag szintén kevésbé jöhet tekintetbe, egyrészt, mert fája nem értékes, másrészt lombozata nagyon laza s így talaját nem árnyalja, végül pedig mert erős tüskéi a talajművelést akadályozzák.

12. *Juglans nigra*. Feketedió. — Csak szárazabb, vízösszefutásnak ki nem tett I. vagy II₁ osztályú szikes talajon ültetendő. Minthogy azonban eleinte lassan nő s későn záródik (5—6 év), más fajokkal keverten telepítendő. Mint dió, vagy mint 1 éves csemete ültetendő.

13. *Sophora japonica*. Szofóra. — Sokan az Alföldfásítás körül nagy jövőt jósoltak neki. Legfőbb érdeméül hozták fel szárazságot és kötött talajt, sőt sziket tűrő képességét. A szárazságot csakugyan könnyűszerrel viseli, de csak jó talajon. II₁ osztályúnál gyengébb talajon egyáltalán nem lehet tőle kielégítő eredményt várni, még II₁ osztályú talajnál is elég gyenge. Ugyanott más értékes fajok, mint szil, tölgy, vadkörte még kitűnően megy. Viszont I. osztályú szikesen, ahol a legkisebb vízösszefutásnak sincs kitéve, az erőteljes 2 éves csemeteként ültetett szofóra túlnőheti az ugyanitt szintén igen jól fejlődő szil is. Így az E₁-ben a 4 éves ültetésű szofóra átlagos magassága 231 cm., míg a mezei szilé 220 cm. — Eleinte különösen betegesen fejlődik. Igen sok elpusztul belőle, ami egészen természetes, ha tudjuk, hogy a csemetekertben erőteljes karógyökeret fejleszt, úgyhogy a kiszedett csemetének alig van más gyökere, mint az erősen megcsonkított karógyökér. Így a csemete rendesen igen megsínyli az átültetést. — A fiatal csemete felső része úgy a csemetekertben, mint kiültetve télen mindig elfagy, ezért elbokrosodik, vagy gacsosan, girbe-görbén fejlődik, úgyhogy az eddigi jelek szerint erdészeti alkalmazása még jó talajon is nagy nehézségekkel jár, különösen ha még tekintetbe vesszük azt, hogy meglehetősen lazán árnyal, nehezen záródik s hogy a legcsekélyebb vízösszefutást sem tűri a talajon.

14. *Populus virginiana*. Kanadai nyár. — Azoknak, akik az ültetés utáni első, második évben, különösen ha azok nedvesek, a kanadai nyártól a szikesfásítás terén minden jót remélnek, a későbbi évek, vagy egy nagyobb szárazság rendesen csalódást hoznak. Ilyen csalódást okozott az ezévi száraz nyár s ma már tudjuk, hogy a kanadai nyár I. osztályú szikesen a talaj teljes megművelése mellett kitűnően fejlődik, sőt még II₁ oszt. talajon is érhetünk el jó eredményt, míg a II₂ osztályú szikesen már nincs

jövője. Az első 1—2 évben szépen fejlődik, azután visszaesik, mindig kisebb lesz az évi hajtása, végül elpusztul. — Vizes lapon, I.—II. osztályú talajon bakhátas ültetéssel igen jó eredményt várhatunk tőle. — Síma vagy gyökeres dugványról telepítendő. — Általában 2 m. sor- és csemetetávolság mellett ültetendő, melynél kb. 4 év alatt záródik.

15. *Acer negundo*. Zöldjuhar. — Gondos ültetés mellett igen jól fakad, bár az ősszel ültetett csemete szárrésze a tél folyamán többnyire elfagy, megfelelő talajmunka mellett nagyon szépen hajt és fejlődik még a közepes szikes talajon is — az első szárazságig s akkor hirtelen elpusztul. Nem tűri a talaj szárazságát, szikességét, de a vízösszefutást is megsínyli. I.—II₁ osztályú sziken és javított talajon természetesen igen szépen nő. Minthogy tehát csak ott fejlődik jól, ahol más értékesebb fajok is s mivel azokkal szemben semmi tekintetben nem bír előnnyel, a szikes fásításnál ezek szerint egyáltalán nem jöhet többé tekintetbe. — Ugyanez áll egyébként a *korai juhar*-ra is.

16. *Fraxinus excelsior*. Magas köris. — Gyors növésű, szárazságot és elöntést egyaránt elég jól tűrő faj. Fejlődése még II₂—III₁ osztályú talajon is eddig kielégítő teljes művelés és ápolás mellett. Lombozata lazább, növekedése valamivel mérsékeltebb, mint az amerikai körisé. Talaját tehát még kevésbé árnyalja s záródása még későbbben következik be. 1 m. sor- és csemetetávolság mellett kb. 5 év alatt, II₂—III₁ osztályú talajnál kb. 6—7 év alatt záródik, természetesen állandó talajápolás mellett. Így gyakorlatilag csak az I., legfeljebb II₁ osztályú talajnál jöhet figyelembe, de ott is csupán talajárnyaló fajokkal vegyesen.

17. *Populus alba*. Fehérnyár. — Csak I. és esetleg II₁ osztályú lapos, legalább is vízösszefolyásos sziken ültethető a siker reményében, mert a szárazabb sziket egyáltalán nem bírja.

18. *Maclura aurantiaca*. — Bár mély gyökérzete a szárazság elviselésére képessé teszi, mégis gyakorlati jelentőséggel nem bír, mert még jobb talajon is aránylag lassú növésű s friss hajtásai télen többnyire elfagynak. Ezekhez járul még, hogy hegyes tüskéi a talajápolást akadályozzák.

19. *Celtis australis*. — Gyakorlati jelentőséggel nem bír a szikesfásításnál. Aránylag lassan fejlődik. Laza lombozata talaját nem árnyalja jól. Nagyon sokára záródik. A faggyal szemben érzékeny.

20. *Robinia pseudacacia*. Akác. — Jobb minőségű, vízösszefutástól mentes sziken talajművelés mellett eleinte kitűnően fejlődik, gyorsan záródik. Később azonban növekedésének intenzitása mindinkább csökken s a jobb sziken is 25—30 éves korában csúcsháradásnak indul. Mint védőállomány jöhet tekintetbe.

*

A következőkben röviden, csak vázlatosan igyekszem az eddigi tapasztalatok alapján kapcsolatot létrehozni a szikes talaj minősége, az ültetendő fafajok és az erdősítési munka között:

I. osztályú szikes talajon a fásítást eszközölhetjük mezőgazdasági elő- és köztes használat mellett egyszerű gödrös ültetéssel, de mindenképpen teljes művelést és talajápolást feltételezve, nehogy a gyom elnyomja a csemetéket. — Ültetendő fafajok: *Quercus robur*, *Qu. cerris*, *Ulmus glabra*, *U. levis*, *Fraxinus excelsior*, *Populus virginiana*, *Sophora japonica*, *Juglans nigra*.

II₁ oszt. — Teljes művelés és talajápolás mellett ültethető fafajok: *Quercus robur*, *Quercus cerris*, *Ulmus glabra*, *U. levis*, *Fraxinus excelsior*, *Fr. americana*, *Populus virginiana*, *Sophora japonica*, *Juglans nigra*, *Pirus piraster*, *Gleditschia triacanthos*.

II₂ oszt. — Teljes művelés és talajápolás nem elegendő, a talajt már javítani kell mészsizappal (20—40 tonna 1 k. holdra), mészporral (10—20 tonna 1 k. holdra), vagy digófölddel (120—200 szekérrel). Talajjavítás mellett ültethetők az előző fajok. — Javítás nélkül lehetőleg bakhátas művelés mellett ültethetők: *Ulmus glabra*, *U. levis*, *Fraxinus americana*, *Pirus piraster*, *Elaeagnus angustifolia*.

III₁ oszt. — Intenzívebb talajjavítás (mészsizap k. holdanként 60—80 tonna, mészpor 30—40 tonna, digóföld 250—320 szekér), teljes művelés és állandó talajápolás mellett ültethetők a fenti fajok (mint II₁ osztálynál). — Javítás nélkül lehetőleg bakhátas ültetés mellett ültethetők: *Pirus piraster*, *Elaeagnus angustifolia*, *Ulmus glabra*, + *Tamarix tetrandra*, *T. odessana*, *Amorpha fruticosa*, — esetleg csak bokros.

III₂ oszt. — Csak javítás, vagy intenzív talajmunka mellett ültethető még a *Tamarix tetrandra* és *T. odessana* is.

IV. oszt. — Eddigi tapasztalataink szerint fatenyészetre teljesen alkalmatlan. Már oly nagymennyiségű sót tartalmaz, amit egyetlen fafaj gyökérzete sem képes elviselni.

*

Ezek tehát azok a feltételek, amelyek mai tudásunk szerint reményt nyújtanak szikes agyagon foganatosítandó erdő létesítésére többé-kevésbé száraz talajon. Hosszabb ideig vízállásos lapon eddig nem történtek kísérletek. — A törvény azonban előírja a legelők és szántók határfásítását is. Felmerül tehát a kérdés, *lehetséges-e egyáltalán szikesen sorfásítás, vagy milyen formában vihető keresztül a határfásítás?* Amint láttuk, azok a kísérletek, melyeket a legelőterület teljes feltörése és további talajlazítás nélkül foganatosítottunk, nem hozták meg a kívánt eredményt, hiába emeltünk ültető dombokat, hiába ástunk a normálisnál jóval nagyobb gödröket már ősszel a tavaszi ültetéshez, hiába kevertünk szalmát az ültető

4*

gödör talajába, hiába takartuk digófölddel; de sínylődnek a felásott pásztába ültetett csemeték is, bár egyes pásztákat digófölddel javítottunk, sőt időnként kapálást is kaptak. — Állítottunk be kifejezetten sorfásítási kísérletet, így pl. igen szívós fafajjal, *vénic szillel* kb. 80—100 cm. szélességben összeszántott pásztán, amely többnyire I. osztályú sziken vonult végig. Mellette teljes műveléssel telepített parcella szélén szintén egy sor vénic szil húzódik s a kettő fejlettsége között igen nagy a különbség természetesen az utóbbi javára. Ugyanígy gyengébbek azok a csemetesorok, melyek egy-egy megművelt parcellának egészen a szélére kerültek s talajuk csak egyik oldalon kap művelést. — Nyilvánvaló tehát, hogy *szélesebb talajsáv művelése nélkül a sorfásítás gyakorlati kivitele szikes agyagon teljesen kilátástalan*. Még I. osztályú szikes talajon sem lehet a kudarc veszélye nélkül legelőn sorfásítást végezni. A siker reményében hasonló viszonyok között csak keskenyebb, vagy szélesebb határpásztákat létesíthetünk. A megengedhető legkeskenyebbet a következő módon telepíthetjük: 3'5 m. széles sávban összeszántással bakhátat képezünk és jól megmunkáljuk, mint egyébként is legalább félévvel az ültetés előtt. A bakháton három sort ültetünk, a középsort 1'2—1'5 m., a két szélsőt 1 m. csemetetávolságban, hogy mielőbb záródjon s mielőbb felfogja a szelet. *I. osztályú talajon* ültethetünk középre *kanadai nyárt, tölgyet, szofórát*, sőt esetleg *akácot* is. A középső sortól két oldalon 1—1'2 m. sortávolságban ültethetünk bokrokat, mint *Tamarix tetrandra*, *T. odessana*, *Amorpha*. — *II. osztályú talajon* középre *szilt, vadvadkörtét, ezüsthát*, míg a másik két sorban az előbbi bokrokat, esetleg minden 3. vagy 4. bokor helyére ugyanazt a fajt, mint középre. — *III. osztályú talajon* középre már csak *ezüsthát* és *vadvadkörtét*, két oldalt csak *tamariskát* ültethetünk. — Mindenütt fel kell azonban tételeznünk a későbbi s a záródásig tartó talajápolást. Hasonló elgondolás mellett lehet a határpásztát mind szélesebbre tervezni. A két szélén azonban lehetőleg bokorsor húzódjon, mely megakadályozza a szélnek a pászta talajához való jutását.

A püspökladányi kísérleti telepen úgy a csemetekertben, mint a kísérleti parcellákon a fentiekén kívül számos egyébirányú kisebb kísérletek és megfigyelések is folynak, melyek általános érvénnyel bírnak amellet, hogy a szikesfásítás érdekeit is szolgálják s amelyekről más alkalommal fogok részletesen beszámolni.

Összefoglalás.

1. A püspökladányi erdészeti szikkísérleti telep talaja a tiszántúli agyagos szikes talajok típusát képviseli, eredményei tehát a Tiszántúl hasonló agyagos szikeseire általánosíthatók.

2. A szikes agyagtalajok fásítása, a IV. osztályú szikestől eltekintve, megfelelő talajismeret és anyagi eszközök birtokában lehetséges.

3. Az eddigi kísérletek egyik legfontosabb eredménye, hogy a beültetendő terület teljes megmunkálása és ápolása nélkül siker nem várható s a siker egyenes arányban áll a talaj helyes művelésére (pl. bakhátas művelés) és ápolására fordított munkával. Tehát minden, ami a talaj ápolását, lazítását, füvektől, gyomoktól való tisztántartását akadályozza, mint pl. szalmatakarás, erősen tüskés csemeték ültetése (gledicsia, maklúra), kerülendő.

4. A digózással, mészsizzappal, mézsporról való talajjavítás hathatós eszköze lehet a szikesfásításnak mezőgazdasági elő- és köztes használattal összekapcsolva.

5. Ahol nagyon szikes talajon (III₂, részben III₁) javítást nem alkalmazhatunk, ott fokozatosan igyekszünk meghódítani a talajt s előbb bokrost telepítünk, hogy az előkészítse a talajt az erdei fák számára.

6. A fásítandó területet legalább félével az ültetés előtt ismételtén jól meg kell munkálnunk, hogy a szikes legelő száraz talaja minél több vizet konzerváljon s hogy a fű és gyom teljesen kipusztuljon.

7. Az ültetés utáni talajápolás lehető gyakori ekekapálásból áll (évente 5—6-szor), amely a záródásig folytatandó.

8. I. és II₁ osztályú szikesen a klimatikus viszonyoknak megfelelő csaknem minden fafaj sikerrel ültethető talajjavítás nélkül. II₂ osztálynál javítás nélkül lehetőleg bakhátas művelés mellett ültethetők: *Ulmus glabra*, *U. levis*, *Fraxinus americana*, *Pirus piraster*, *Elaeagnus angustifolia*; — III₁ osztálynál: *Pirus piraster*, *Elaeagnus angustifolia*, *Ulmus glabra*, + *Tamarix tetrandra*, *T. odessana*, *Amorpha fruticosa*, vagy csak az utóbbiak. — III₂ osztálynál csak *Tamarix tetrandra* és *T. odessana* ültethető igen jó talajművelés és javítás mellett.

9. A *határfásítás* is csak talajműveléssel és ápolással egybekötve s lehetőleg bakhátas ültetés mellett legalább három sorral eszközölendő, a fafajok kellő megválasztását feltételezve.

Irodalom. — Literatur.

Béky A.: Az Alföld erdősítéséről. E. L., 1926. 98.

— Az Alföld erdősítéséről. E. L., 1926. 325.

— A fa gyökeréről. E. L., 1927.

Bernátsky J.: A szikes talajok növényzete különös tekintettel a befásítás kérdésére. Erd. Kís., 1913.

Földes J.: A legelőerdők berendezése, okszerű kezelése stb. E. L., 1895.

Glinka: Die Typen der Bodenbildung.

- Hóman Bálint*: A szikes talaj műveléséről és fatenyészetéről. E. L., 1880.
Kerner A.: Pflanzenleben der Donauländer. 1863.
Láng G.: A szikes föld. E. L., 1870.
Magyar P.: A szikesfásítási kísérletek előtt. 1924.
— A szikesfásítás kérdéséhez. E. L., 1926.
— Az Alföldfásítás köréből. E. L., 1927.
— Ismét az Alföldfásítás köréből. E. L., 1927.
— Adatok a Hortobágy növényzociológiai viszonyaihoz. Erd. Kís., 1928.
N. K.: Erdősítési kísérletek szikes talajon. E. L., 1890.
Péch D.: A *Tamarix articulata*. E. L., 1897.
Prokopovics.: Adatok a szikes talaj befásításához. E. L., 1881.
Rodiczky J.: Adatok a befásítás történetéhez. E. L., 1884.
'Sigmond E.: A hazai szikesek és megjavítási módjaik. 1923.
Sylvius: Szikes talaj beültetése. E. L., 1894.
Tikos B.: A hortobágyvidéki termőhelyekről. E. L., 1927.
Zsilinszky és Treitz: A szikes talajok megjavítása. 1924.

I. táblázat.

I. Tabelle.

Csemetefakadási %-ok. — Antriebs %-e der Pflanzen.

Kísérleti parcella Parzelle	Talajminőség Bonität	Az ültetés ideje Pflanzzeit	Csemetefajok fakadási %-a — Antriebs %-e der Pflanzen															
			Acer negundo	Amorpha fruticosa	Elaeagnus angustifolia	Fraxinus americana	Fraxinus excelsior	Gleditschia triacanthos	Juglans nigra	Pirus piraster	Populus alba	Populus virginiana	Quercus cerris	Sophora japonica	Tamarix tetrandra	Ulmus glabra	Ulmus levis	
I.	I	1924. XI.	83	—	—	—	83	—	—	96	84	—	26	87	—	—	92	
II.	II ₁ -III ₁	1924. XII.	66	—	—	—	—	—	—	98	96	—	50	84	96	—	95	
IV.	II ₁ -III ₁	"	—	—	—	—	—	—	—	—	100	—	33	89	—	—	93	
V.	II ₁ -III ₁	"	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	48	62	—	—	92	
E ₁	I-II ₂	1925. III.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81	—	97	—	
E ₂	I-II ₁	"	—	—	—	—	68	60	—	—	—	—	—	85	—	99	—	
VI. a. 1)	II ₁ -III ₁	1925. XI.	62	—	2	94	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2)	II ₁ -III ₁	"	86	—	76	99	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
VI. b. 1)	II ₁ -III ₁	"	—	—	59	99	—	75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2)	II ₁ -III ₁	"	—	—	82	100	—	87	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
VII.	II ₂	1926. III.	98	—	—	—	—	—	—	82	—	—	—	78	82	90	—	
VIII.	II ₂ -III ₁	1925. XI.	86	—	62	98	—	82	—	—	—	—	—	9	86	—	—	
IX.	II ₁ -III ₁	"	92	—	86	99	90	91	—	—	—	—	—	58	95	92	—	
X.	II ₁ -III ₁	1926. III.	93	—	93	95	—	—	—	—	—	—	—	75	86	89	—	
E ₃	II ₁	"	—	—	—	91	—	88	—	—	92	45	—	88	—	82	—	
E ₆	I-II ₁	"	—	—	—	99	80	95	88	—	97	—	—	—	—	94	—	
E ₇	I-III ₁	"	94	—	91	73	—	—	—	—	92	69	—	—	90	93	—	
XXXI.	II ₂ -III ₂	1926. III.	—	98	—	98	—	—	—	—	—	—	—	78	—	—	—	
XXXII.	II ₂ -(III ₁)	"	—	96	—	—	—	—	—	—	—	80	—	80	90	77	—	
XXXV. a)	III ₂ -(IV)	"	—	95	64	—	—	—	—	12	—	—	—	—	100	25	—	
b)	III ₂ -(IV)	"	—	63	12	—	—	—	—	4	—	—	—	—	94	8	—	

Az eredeti ültetésből életben levő csemeték. — Am Leben gebliebene Pflanzen der ersten Anlage.

Kísérleti parcella Parzelle	Talajminőség Bonität	A telepítési eljárás megjelölése Die Art und Weise der Pflanzung	Fafaj Holzart	Csemete kora Alter der Pflanzen	A meglevő csemeté % — Verbliebene % der Pflanzen	Kísérleti parcella Parzelle	Talajminőség Bonität	A telepítési eljárás megjelölése Die Art und Weise der Pflanzung	Fafaj Holzart	Csemete kora Alter der Pflanzen	A meglevő csemeté % — Verbliebene % der Pflanzen
II.	II ₁ -III ₁	Bokros takarás Sträucher- deckung	Tamarix tetr. Ulmus levis Pirus piraster Acer negundo Sophora jap. Populus alba Maclura aur.	4(5) 4(6) 4(6) 4(5) 4(6) 4(5) 4(5)	90 88 86 47 45 44 36	X.	II ₁ -II ₂	Teljes szalmatarakás Volle Stroheckung	Amorpha fr. Ulmus glabra Fraxinus am. Elaeagnus ang. Sophora jap.	2(3) 3(5) 3(4) 3(4) 3(5)	82 81 78 29 11
IV.	II ₁ -III ₁	Pásztás ászósás Streifenweises Umstechen	Ulmus levis Sophora jap.	4(6) 4(6)	83 10	XI.	III ₁	2 soros bak-hátak 2 reihige Rabatten	Ulmus glabra Elaeagnus ang. Juglans nigra Populus virg. Acer negundo Acer platanoid.	2(4) 2(3) 1(2) 2(2) 2(3) 2(3)	97 95 50 44 25 9
IX.	II ₁ -III ₁	Teljes művelés — Volle Bearbeitung	Fraxinus am. Tamarix tetr. Ulmus glabra Fraxinus excels. Elaeagnus ang. Gleditschia tr. Acer negundo Sophora jap.	3(4) 3(4) 3(5) 3(4) 3(4) 3(5) 3(4) 3(5)	95 89 89 81 78 65 31 23	E ₁	I-II ₁	3 soros bak-hátak 3 reihige Rabatten	Fraxinus am. Ulmus glabra Elaeagnus ang. Populus virg. Sophora jap.	2(4) 2(4) 2(3) 2(2) 2(4)	97 96 94 46 45
X.	II ₂	Teljes művelés — Volle Bearbeitung	Fraxinus am. Amorpha frut. Ulmus glabra Elaeagnus ang. Sophora jap. Acer negundo	3(4) 2(3) 3(5) 3(4) 3(5) 3(4)	86 82 81 73 13 11			Teljes művelés — Volle Bearbeitung	Ulmus levis Ulmus glabra Sophora jap.	4(6) 4(6) 4(6)	95 90 52

III. táblázat.

III. Tabelle.

**Az 1928. évi szárazság hatása a
lombozatra. — Die Wirkung der Trockenheit des Jahres 1928.**

Kísérleti par- cella száma Parzelle	Telajminőség Bonitát	A telepítési eljárás megjelölése Die Art und Weise der Pflanzung	Fafaj Holzart	A fafaj kora (év) — Alter der Pflanzen	A hervadás (lombhullás) foka az összes lombkoronák %ában kifejezve — Der Laubfall aus- gedrückt in %en der sämtli- chen untersuchten Kronen				A herv.(dombh.) %-os arány sz. % Verhältnis des Laubfalles
					I.	II.	III.	IV.	
I.	I.	Mezőgazdasági köztes haszná- lat — Land- wirtschaftliche Zwischennüt- zung	Sophora jap.	4(6)	50	48	2	—	14
			Pirus piraster	4(6)	42	58	—	—	15
			Populus alba	4(5)	35	56	8	—	20
			Fraxinus excel.	4(6)	38	51	11	—	21
			Ulmus levis	4(6)	26	67	7	—	22
			Acer negundo	4(5)	16	51	32	1	38
II.	II ₁ -II ₂	Bokros takarás Sträucher- deckung	Mac.ura aur.	4(5)	48	52	—	—	13
			Gleditschia tr.	3(4)	33	63	4	—	19
			Tamarix tetr.	4(5)	20	80	—	—	20
			Ulmus glabra	3(5)	31	58	11	—	23
			Sophora jap.	4(6)	25	59	13	3	28
			Ulmus levis	4(6)	—	35	61	4	59
			Acer negundo	4(5)	—	9	73	18	75
			Populus alba	4(5)	—	—	50	50	88
	III ₁	Bokros takarás Sträucher- deckung	Tamarix tetr.	4(5)	24	67	9	—	24
			Pirus piraster	4(6)	12	65	22	1	34
			Sophora jap.	4(6)	—	42	48	10	57
			Fraxinus am.	3(5)	—	13	60	27	75
IV.	II ₂ -III ₁	Pásztás ásózás Streifenweises Umstechen	Ulmus levis	4(6)	—	6	63	31	80
			Acer negundo	4(5)	—	—	40	60	90
			Quercus robur	3(3)	1	22	32	45	75
			Ulmus glabra	3(5)	—	10	61	29	77
	II ₁ -II ₂ (Lapos) (Sen- kung)	Pásztás ásózás Streifenweises Umstechen	Sophora jap.	4(6)	—	12	46	42	80
			Ulmus levis	4(6)	—	—	33	67	92
			Quercus robur	3(3)	63	37	—	—	9
			Populus alba	4(5)	35	40	25	—	29
	V.	Dombos ültetés gyeptörés nél- kül — Hügel- pflanzung ohne Rasenumbruch	Ulmus levis	4(6)	—	70	30	—	40
			Pirus piraster	3(5)	—	21	45	34	73
			Elaeagnus ang.	3(4)	—	18	53	29	73
			Ulmus glabra	3(5)	—	1	58	41	85
			Sophora jap.	4(6)	—	—	34	66	92
			Ulmus levis	4(6)	—	—	30	70	93
Vla.	II ₂	Ültetés árokba Grabenpflan- zung	Celtis australis	3(4)	—	—	25	75	94
			Fraxinus am.	3(5)	—	—	17	83	96
			Elaeagnus ang.	3(4)	4	37	56	3	54
			Gleditschia tr.	3(4)	3	36	42	19	60
			Fraxinus am.	3(4)	2	26	54	18	65

Kísérleti par- cella száma Parzelle	Talajminőség Bonität	A telepítési eljárás megjelölése Die Art und Weise der Pflanzung	Fafaj Holzart	A fafaj kora (év) Alter der Pflanzen	A hervadás (lombhullás) foka az összes lombkoronának %ában kifejezve — Der Laubfall aus- gedrückt in %en der sämtli- chen untersuchten Kronen				A herv. (lombh.) %-os arány sz. %-o Verhältnisz. des Laubfalles
					I.	II.	III.	IV.	
Vlb.	III ₁	Ültetés árokba Grabenpflan- zung	Elaeagnus ang.	3(4)	3	21	66	10	65
			Gleditschia tr.	3(4)	3	29	38	30	66
			Fraxinus am.	3(4)	—	13	28	59	83
	II ₂	Ültetés 60/60 cm-es gödrök- be (Gyepfőrés nélkül) - Loch- pflanzung (60/60 cm) ohne Rasenumbruch	Elaeagnus ang.	3(4)	13	61	26	—	35
			Fraxinus am.	3(4)	—	21	67	12	68
			Ulmus glabra	2(4)	—	21	67	12	68
VIII.	II ₂ -III ₁	Talajjavítás mészszappal + teljes mű- velés - Boden- melioration	Acer negundo	3(4)	—	—	55	45	86
			Tamarix tetr.	3(4)	73	27	—	—	7
			Gleditschia tr	3(4)	46	53	1	—	14
			Elaeagnus ang.	3(4)	35	63	2	—	17
			Fraxinus am.	3(4)	13	65	22	—	33
			Acer negundo	3(4)	—	30	66	4	61
	II ₂	Talajjavításnél- kül teljes mű- velés - Volle Bearbeitung o. Melioration	Elaeagnus ang.	3(4)	16	72	12	—	27
			Fraxinus am.	3(4)	12	65	23	—	34
			Acer negundo	3(4)	—	18	69	13	69
X.	II ₁ -III ₁	Talajj. dígóf. + tel. műv. - Bodenm. mit Digoerde + volle Bearbeitung	Fraxinus am.	3(4)	31	66	3	—	14
		Szalmatakarás Strohdecke	Elaeagnus ang.	3(4)	30	65	5	—	20
	II ₁ -II ₂		Fraxinus am.	3(4)	—	6	46	48	84
			Ulmus glabra	3(5)	—	3	26	71	91
			Acer negundo	3(4)	—	—	7	92	98
	II ₂	Takarás nélkül teljes művelés Volle Bearbel- tung o. Decke	Ulmus glabra	3(5)	18	70	12	—	27
			Fraxinus am.	3(4)	16	65	18	1	31
			Acer negundo	3(4)	—	5	75	20	78
XI.	III ₁	Ültetés bakhá- takra + teljes művelés - Ra- battenpflan- zung + volle Bearbeitung	Elaeagnus ang.	2(3)	10	80	10	—	28
			Sophora jap.	2(4)	23	59	15	3	29
			Fraxinus am.	2(4)	13	67	20	—	32
			Ulmus glabra	2(4)	3	65	31	1	41
			Populus virg.	2(2)	2	30	53	15	62
			Acer negundo	2(3)	—	7	34	59	74
XII.	II ₁	Ültetés bakh. + teljes művelés Rabattenpfl. + v. Bearbeitung	Quercus robur	2(2)	40	36	12	12	30
			Fraxinus am.	2(4)	21	57	21	1	31
			Juglans nigra	2(2)	17	32	22	29	44
XIII.	II ₂ - (III ₁)	Bokros takarás + teljes mű- velés - Sträu- cherdecke + v. Bearbeitung	Tamarix tetr.	2(2)	70	30	—	—	8
			Sophora jap.	2(4)	11	58	26	5	39
			Ulmus glabra	2(4)	4	55	38	3	45
XV.	III ₁	Teljes művelés Volle Bearbei- tung	Populus virg.	2(2)	—	—	52	48	87
			Amorpha frut.	2(3)	9	56	5	—	18
	II ₁ -II ₂		Amorpha frut.	2(3)	60	40	—	—	10

Kísérleti par- cella száma Parzelle	Teljesítmény Bonität	A telepítési eljárás megjelölése Die Art und Weise der Pflanzung	Fafaj Holzart	A fafaj kora (év) — Alter der Pflanzen	A hervadás (lombhullás) foka az összes lombkoronának %-ában kifejezve — Der Laubfall aus- gedrückt in %-en der sämtli- chen untersuchten Kronen				A herv.(lombh.) %-os arány %-Verhältnis des Laubfalles
					I.	II.	III.	IV.	
XVII	II ₁	Teljes művelés Volle Bearbei- tung	Tamarix tetr.	3(4)	63	37	—	—	9
			Pirus piraster	3(4)	55	45	—	—	11
			Amorpha frut.	2(3)	55	45	—	—	11
			Elaeagnus ang.	3(4)	54	46	—	—	12
			Fraxinus excel.	3(5)	53	46	1	—	12
			Quercus robur	2(4)	53	46	1	—	12
			Gleditschia tr.	3(5)	48	52	—	—	13
			Juglans nigra	3(3)	29	63	7	1	22
			Fraxinus am.	3(5)	26	65	9	—	23
			Sophora jap.	3(5)	29	60	9	2	24
			Quercus cerris	3(5)	34	50	13	3	25
			Ulmus glabra	3(5)	8	65	26	1	37
			Populus alba	3(5)	8	65	24	3	37
			Celtis australis	3(4)	1	70	26	3	40
			Acer negundo	3(4)	—	43	53	4	55
XXXI.	III ₁ - (III ₂)	Teljes művelés Volle Bearbei- tung	Tamarix tetr.	1(1)	100	—	—	—	0
			Amorpha frut.	1(2)	53	42	4	1	15
			Fraxinus am.	1(3)	53	33	11	3	20
			Sophora jap.	1(3)	4	27	32	37	68
XXXII- XXXIII.	II ₂	Gőzekezzántás Dampfpflugung	Tamarix tetr.	1(2)	100	—	—	—	0
			Amorpha frut.	1(2)	66	34	—	—	9
			Robinia pseud.	1(2)	57	41	2	—	12
			Populus virg.	1(1)	66	26	5	3	13
			Ulmus glabra	1(3)	50	35	13	2	21
			Sophora jap.	1(3)	9	26	23	42	66
E ₁	II ₁ -(II ₂) (Lapos) (Senk.)	Teljes művelés Volle Bearbei- tung	Ulmus glabra	4(6)	29	60	11	—	23
			Sophora jap.	4(6)	11	34	28	27	57
			Ulmus glabra	4(6)	59	41	—	—	10
			Sophora jap.	4(6)	18	54	28	—	35
E ₂	I-II ₁ (Lapos) (Senk.)	Teljes művelés Volle Bearbei- tung	Populus alba	4(5)	35	61	4	—	18
			Gleditschia tr.	4(5)	3	76	21	—	35
			Fraxinus am.	3(5)	—	77	23	—	37
			Sophora jap.	4(6)	5	60	31	4	41
E ₃	I-II ₁ (Szárász) (Trock.)	Teljes művelés Volle Bearbei- tung	Gleditschia tr.	4(5)	34	66	—	—	17
			Populus alba	4(5)	—	67	33	—	42
			Tamarix tetr.	2(2)	58	42	—	—	11
			Quercus sessil.	2(4)	17	43	33	7	43
			Quercus robur	2(4)	16	34	22	28	53
			Ulmus glabra	2(4)	1	48	41	10	53
			Quercus cerris	2(2)	7	39	38	16	54
			Populus virg.	2(3)	—	7	51	42	82
			Acer negundo	2(3)	—	—	70	30	83

IV. táblázat.

IV. Tabelle.

**A kísérleti ültetések fejlődési adatai. —
Aufnahmen über die Entwicklung der Versuchspflanzungen.**

Kísérleti parc. Parzelle	Tajlminőség Bonität	A telepítés eljárás megjelölése Die Art und Weise der Pflanzung	Fafaj Holzart	A faj kora Alter	Magasság Höhe cm			1928. évi hajtás cm Jahres- trieb 1928 cm			1927. évi hajtás cm Jahres- trieb 1927 cm			Korona át- méroje cm Kronen- durchmes- ser cm		
					max.	min.	közép mittel	max.	min.	köz.- mittel	max.	min.	köz.- mittel	max.	min.	közép mittel
II.	II ₁ -II ₂	Bokros takarás	Pirus piraster	4(6)	238	140	188	68	24	55	19	6	13	200	80	139
	II ₁	Sträucherdeckung	Pirus piraster	4(6)	200	93	154	75	15	47	28	5	13	200	80	121
	II ₂ -III ₁	Tamariskák közt - Zwischen Tamar.	Pirus piraster	4(6)	243	104	180	70	21	51	36	4	16	220	50	134
	II ₁ -II ₂	Zöldibb roh közt - Zwischen Acer neg.	Pirus piraster	4(6)	206	118	156	69	1	26	41	3	15	170	90	123
	III ₁	Agropyron repens ass.	Sophora jap.	4(6)	204	17	62	54	8	25	—	—	—	90	5	28
IV.	II ₂ -III ₁		Ulmus levis	4(6)	230	96	152	—	—	—	—	—	—	170	75	125
	II ₂ III ₁	Pásztás ásózás + Streifenweises Umstechen + 1) javítás digófülddel 2) Melioration mit Digoerde 3) javítás nélkül 4) ohne Melioration	Ulmus levis	4(6)	170	56	115	—	—	—	—	—	—	135	30	72
			Ulmus levis	4(6)	170	30	88	—	—	—	—	—	—	95	20	51
V.	II ₂ -III ₁	Dombos ültetés talajműve- lés nélkül — Hügelpflan- zung ohne Bearbeitung	Ulmus levis	4(6)	150	37	76	—	—	—	—	—	—	80	20	45
VI.	II ₂	Ültetés 60/60 cm-es göd- rökbe talajművelés nélkül Lochpflanzung ohne Boden- bearbeitung	Fraxinus am.	3(4)	134	32	92	38	5	15	22	2	11	40	5	19
VII.	II ₂	Javítás mésziszappal — Me- lioration mit Kalkschlamm	Ulmus glabra	3(5)	303	107	178	79	30	56	93	15	48	220	40	118
			Pirus piraster	3(4)	162	74	110	90	36	58	70	8	31	180	50	104
			Sophora jap.	3(5)	142	26	81	58	5	24	—	—	—	100	10	43
		Javítás digófülddel — Me- lioration mit Digoerde	Ulmus glabra	3(5)	224	113	163	70	20	51	74	10	51	160	50	106
			Pirus piraster	3(4)	142	64	99	71	36	55	63	4	31	180	50	93
VIII.	II ₂ -III ₁	Javítás mésziszappal Melioriert m. Kalkschlamm	Sophora jap.	3(5)	98	21	56	36	1	15	—	—	—	60	5	23
	II ₂	Javítás nélkül Ohne Melioration	Fraxinus am.	3(4)	246	108	173	108	37	67	72	13	35	170	40	86
	II ₂ -III ₁	Javítás digófülddel Melioriert mit Digoerde	Fraxinus am.	3(4)	235	83	166	95	24	64	53	6	29	140	30	81
	II ₁ -II ₂	Javítás nélkül Ohne Melioration	Fraxinus am.	3(4)	300	140	213	123	48	88	82	27	53	180	70	115
	II ₁ -II ₂	Javítás nélkül Ohne Melioration	Fraxinus am.	3(4)	240	86	175	102	26	73	84	9	32	150	30	89
IX.	II ₁ -II ₂	Teljes művelés — Volle Bearbeitung	Fraxinus exc.	3(4)	188	55	136	97	33	67	76	6	39	120	25	64
	II ₂ -III ₁		Fraxinus exc.	3(4)	151	38	86	76	11	43	80	3	19	60	10	33
X.	II ₁ -II ₂	Teljes szalmatakarás — Volle Strohecke	Amorpha frut.	2(3)	97	14	42	63	14	35	—	—	—	20	5	9
			Elaeagnus ang.	3(4)	92	16	42	44	5	21	—	—	—	50	5	17
			Ulmus glabra	3(5)	87	7	36	30	1	14	—	—	—	30	5	12
			Fraxinus am.	3(4)	87	11	35	33	2	12	—	—	—	15	5	6
			Sophora jap.	3(5)	90	6	29	25	1	14	—	—	—	20	1	7
	II ₁ -II ₂	Pásztás szalmatakarás és művelés — Streifenweise Strohecke und Bearbei- tung	Ulmus glabra	3(5)	188	17	75	53	1	26	—	—	—	100	5	31
			Fraxinus am.	3(4)	144	13	72	73	2	24	—	—	—	40	5	17
			Elaeagnus ang.	3(4)	105	25	51	64	6	24	—	—	—	80	5	22
			Sophora jap.	3(5)	53	13	31	34	7	13	—	—	—	20	2	9
	II ₂ -III ₁	Szalmatakarás nélkül teljes művelés — Volle Bearbei- tung ohne Strohecke	Fraxinus am.	3(4)	199	21	105	104	3	51	—	—	—	100	5	41
			Ulmus glabra	3(5)	188	36	93	93	9	51	—	—	—	150	15	65
			Elaeagnus ang.	3(4)	129	24	83	90	10	53	—	—	—	175	10	81
			Amorpha frut.	2(3)	125	35	76	72	15	42	—	—	—	110	10	50
			Sophora jap.	3(5)	120	24	67	25	5	16	—	—	—	50	5	26
	II ₁	Szalmatakarás nélkül teljes művelés — Volle Bearbei- tung ohne Strohecke	Fraxinus am.	3(4)	208	67	153	111	44	78	—	—	—	150	20	83
			Elaeagnus ang.	3(4)	212	74	143	91	47	70	—	—	—	180	60	136
			Ulmus glabra	3(5)	210	64	127	82	12	49	—	—	—	200	30	91

Kísérleti parcella	Talamínosság Bonitát	A telepítési eljárás megjelölése Die Art und Weise der Pflanzung	Fafaj Holzart	A fafaj kora Alter	Magasság Höhe cm			1938. évi hajtás cm Jahres- trieb 1928 cm			1927. évi hajtás cm Jahres- trieb 1927 cm			Korona át- méroje cm Kronen- durchmes- ser cm		
					max.	min.	közép mittel	max.	min.	közép- mittel	max.	min.	közép- mittel	max.	min.	közép mittel
XI.	III ₁	Bakhátas művelés (3 soros bakh.) — Rabattenbearbeitung (3 reihege Rabatt.)	Populus virg.	2(3)	194	120	158	70	23	42	30	3	14	160	80	121
			Populus virg.	2(2)	196	96	121	111	54	67	120	22	54	125	50	92
			Elaeagnus ang.	2(3)	159	70	121	—	—	—	—	—	—	150	65	112
			Ulmus glabra	2(4)	167	62	104	101	28	62	—	—	—	—	—	—
			So hora jap.	2(4)	151	10	66	—	—	—	—	—	—	80	5	35
XIII.	II ₂ - (III ₁)	(2 soros bakhát) (2 reihege Rabatten) Bokros takarás — Sträucherdeckung Teljes művelés — Volle Bearbeitung	Ulmus glabra	2(4)	170	40	105	95	11	54	—	—	—	130	30	82
			Ulmus glabra	2(4)	164	23	88	90	7	47	—	—	—	—	—	—
			Elaeagnus ang.	3(4)	227	90	159	131	44	88	—	—	—	220	70	130
			Ulmus glabra	3(5)	208	53	128	85	14	53	—	—	—	155	25	81
			Populus alba	3(5)	191	70	126	75	11	36	—	—	—	175	20	84
XVII.	II ₁		Pirus piraster	3(4)	157	64	104	97	40	59	—	—	—	135	30	84
			Celtis australis	3(4)	113	21	55	60	3	30	—	—	—	70	5	28
			Quercus robur	2(4)	88	16	32	29	4	13	—	—	—	60	10	26
			Ulmus glabra	2(4)	188	46	91	82	4	49	—	—	—	160	20	73
			Ulmus glabra	2(4)	202	40	102	88	12	45	—	—	—	120	20	64
XXII.	II ₂	Teljes művelés — Volle Bearbeitung	Ulmus glabra	2(4)	155	37	95	93	10	55	—	—	—	120	10	64
XXIII.	II ₁ -II ₂	Bokros takarás — Sträucherdeckung	Ulmus glabra	2(4)	205	117	151	—	—	—	—	—	—	140	70	114
XXIV.	(II ₁)-II ₂	Teljes művelés — Volle Bearbeitung	Tamarix tetr.	2(3)	169	100	138	—	—	—	—	—	—	150	50	101
XXIII.	II ₁ -II ₂	Védőállománnyal Unter Schutzbestand szabadon — frei	Fraxinus am.	2(4)	228	113	170	80	8	36	22	2	7	90	10	42
XXIV.	II ₁	Védőállománnyal Unter Schutzbestand szabadon — frei	Acer negundo	2(3)	194	66	125	112	31	65	—	—	—	100	20	59
			Acer negundo	2(3)	178	47	124	107	23	64	—	—	—	100	10	57
			Fraxinus am.	2(4)	243	96	160	79	3	40	—	—	—	100	20	49
XXVIII-XXIX.	II ₂ - (III ₁)	Javitás digózással Melloriert mit Digoerde	Tamarix tetr.	1(2)	116	65	91	116	65	91	—	—	—	110	20	76
		Javitás mészszappal Melloriert m. Kalkschlamm	Tamarix tetr.	1(2)	120	34	81	120	34	81	—	—	—	120	20	78
		Javitás nélkül Ohne Mellioration	Tamarix tetr.	1(2)	131	42	75	131	42	75	—	—	—	150	25	65
XXXI.	II ₂	Teljes művelés — Volle Bearbeitung	Tamarix tetr.	1(1)	129	21	79	129	21	79	—	—	—	150	5	39
XXXII-XXXIII.	(II ₁)-II ₂	Gőzekesztás és teljes művelés — Dampfpflügung und volle bearbeitung	Tamarix tetr.	1(2)	144	33	96	144	33	96	—	—	—	140	15	76
XXXV.	II ₂ III ₂ -IV III ₂ -IV III ₂ -IV III ₂ -IV	Altalajlazítás és teljes művelés — Untergrundlockerung und volle bearbeitung	Tamarix odess.	1(1)	126	32	83	126	32	83	—	—	—	140	20	77
			Populus virg.	1(1)	83	3	43	83	3	43	—	—	—	—	—	—
			Tamarix tetr.	1(2)	115	45	71	115	45	71	—	—	—	75	25	49
			Tamarix tetr.	1(2)	101	28	69	101	28	69	—	—	—	110	25	51
			Tamarix tetr.	1(2)	101	30	71	101	30	71	—	—	—	80	15	54
E ₁	I I-II ₁ II ₁ I-II ₁	Teljes művelés — Volle Bearbeitung	Tamarix odess.	1(2)	115	71	89	115	71	89	—	—	—	125	70	100
			Tamarix odess.	1(2)	100	40	66	100	40	66	—	—	—	100	15	58
			Tamarix odess.	1(2)	118	38	79	118	38	79	—	—	—	130	25	76
			Sophora jap.	4(6)	266	115	181	80	27	54	75	5	30	170	50	94
			Sophora jap.	4(6)	242	62	145	85	8	39	42	5	21	150	20	70
			Sophora jap.	4(6)	194	69	126	52	16	34	36	5	19	130	30	65
			Ulmus glabra	4(6)	239	140	188	78	40	59	66	12	34	200	50	157

Kísérleti par. Parzelle	Tajajminőség Bonität	A telepítési eljárás megjelölése Die Art und Weise der Pflanzung	Fafaj Holzart	A fafaj kora Alter	Magaság Höhe cm			1928. évi hajtás cm Jahres- trieb 1928 cm			1927 évi hajtás cm Jahres- trieb 1927 cm			Korona át- mérője cm Kronen durchmes- ser cm		
					max.	min.	közép mittel	max.	min.	köz.- mittel	max.	min.	köz.- mittel	max.	min.	közép mittel
E ₄	1-II ₁	Teljes művelés — Volle Bearbeitung	Ulmus glabra	4(6)	248	115	185	81	25	49	56	3	27	200	50	140
	1-II ₁		Ulmus levis	4(6)	277	96	185	99	27	60	87	3	31	190	50	122
	1		Sophora jap.	4(6)	396	137	231	120	16	66	—	—	—	200	60	116
	1		Ulmus glabra	4(6)	324	161	220	110	39	60	—	—	—	250	100	156
	1-II ₁		Ulmus levis	4(6)	289	124	188	111	28	56	—	—	—	175	65	127
	1-II ₁		Ulmus glabra	4(6)	258	117	185	87	25	50	—	—	—	225	75	153
	(1)-II ₁		Sophora jap.	4(6)	264	29	124	73	13	36	—	—	—	180	10	53
	1		Fraxinus am.	3(5)	298	173	250	131	55	90	—	—	—	165	70	119
			Quercus robur	3(4)	191	36	87	73	10	36	—	—	—	135	40	79
			Quercus robur	3(3)	83	19	42	42	4	19	—	—	—	60	10	30
E ₅	1	Teljes művelés — Volle Bearbeitung	Populus virg.	4(5)	460	393	424	139	98	114	—	—	—	215	125	176
	II ₂		Populus virg.	4(5)	325	242	290	53	39	47	—	—	—	150	110	132

Vizsgálatok különböző termőhelyen nőtt növények vízhiányának nagyságáról.

Irta : *Stocker Ottó* (Bremerhaven).

I.

Régen ismert és sokszor hangsúlyozott tény, hogy a víztartalom nagysága a növény életképességének mértékénél nagy szerepet játszik; gondoljunk csak a magvak és a kiszáradt kryptogamok lappangó életjelenségeire. Részleteiben azonban a növények víztartalmának és vízhiányának ökológiai jelentőségére és fiziológiai következményeire vonatkozó ismereteink, különösen az edényes növényeket illetően, nagyon hiányosak.¹⁾ Az első kérdésre némi felvilágosítást ad az az anyag, amelyet szerző az utóbbi években más vizsgálatok folyamán különböző földöveken, az észak-afrikai sivatagtól egészen az északsarki vidékekig, gyűjtött.²⁾

II.

A növények vízhiányának erdőgazdasági jelentősége.

A fák víztartalmának egyensúlyban tartása nagy nehézségeket okoz. A szükséges vízmennyiség a fa koronájának nagy felülete következtében

¹⁾ Közelebbi adatokat a következő munkák tartalmaznak:

Iljin, W. S.: Der Einfluss des Wassermangels auf die Kohlenstoffassimilation durch die Pflanzen. Flora, 1923. 116, 360.

— Der Einfluss des Welkens auf die Atmung der Pflanzen. Ebenda, 1923. 116, 379.

Walter, H.: Der Wasserhaushalt der Pflanzen in quantitativer Betrachtung. Freising-München, 1925.

— Die Anpassungen der Pflanzen an Wassermangel. Ebenda, 1926.

Stocker, O.: Physiologische und ökologische Untersuchungen an Laub- und Strauchflechten. Flora, 1927. 121, 334.

Plantefol, L.: Étude biologique de l'Hypnum triquetrum. Ann. sc. nat. Bot., 1927. 10e sér 8, 1.

Walter, H.: Die Bedeutung des Wassersättigungszustandes für die CO₂-Assimilation der Pflanzen. Ber. Deutsche Bot. Ges., 1928. 46, 530.

²⁾ Jelen vizsgálataim lefolytatását Bremerhaven város hatósága jóindulatának, azután a „Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft“ (Egyiptom) és a „Bremer Wissenschaftliche Gesellschaft“ (Lapland) pénzügyi támogatásának, a magyarországiakat illetően a m. kir. Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskola, Sopron és annak Növényteni Intézete vezetőjének *Fehér Dániel dr.* főisk. r. tanár vendégszeretetének köszönhetem. Kedves kötelességemnek tartom, hogy ezen a helyen is leghálásabb köszönetemnek adjak kifejezést.

is már igen nagy, de még fokozódik a levegőrétegnek a magassággal erősödő mozgása következtében. Ezért arid termőhely felé haladva, korábban érjük el a *fáknak*, mint a *dudvák* határát. Az arid vidékek fahatárán a víz döntő szerepet játszik s így a vízkérdés az erdőgazdaságban is nagy jelentőséggel bír.

A fák vízzel való gazdálkodását a gyökerek vízfelvétele és a levelek vízfogyasztása szabályozzák. Ez utóbbit a helyszínén és néhány percnyi időszakra is közvetlenül mérhetjük,³⁾ azonban a gyökerek által felvett vízmennyiséget ezidőszerint még nem tudjuk mérni s ennek mérése valószínűleg a jövőben is lehetetlen lesz. Ezáltal a vízhiány megállapítása újabb jelentőséget nyer, amennyiben a párologtatásnak egyidejű méréseiből következtetni lehet a vízfelvétel időnkénti nagyságára.

Azok a jelenségek, amelyeket különböző fafajoknak az Alföldön való megtelepítésénél tapasztalunk,⁴⁾ így pl. egyes fafajoknak teljes alkalmatlansága, egyes fenyőfajoknak (lúcfenyő) bizonyos koron túl való elpusztulása, a *Juniperus* előfordulásának a bugaci homokpusztára való korlátozása, az újonnan telepített csemeték árnyékolásának szükségessége, mind olyan jelenségek, amelyek kétségtávol a fáknak vízzel való gazdálkodásával függenek össze. Ennek a mikéntjét azonban csakis kísérleti kutató munkával lehet majd felderíteni. Egyelőre még azt sem tudjuk, hogy a vízhiány a fáknak vízzel való táplálkozását teszi-e közvetlenül lehetetlenné, vagy pedig a vízhiány a fák egyéb életjelenségeire közvetve hat károsan. E kérdésnek megoldása nemcsak elméleti, hanem gyakorlati szempontból is fontos.

III.

A módszer.

Ha levágott növényi részekkel, a párologás egyidejű megszüntetése mellett vizet szívatunk fel, akkor a növény víztartalma kiegyensúlyozódik; az így elérhető maximális víztartalmat nevezzük vízzel való telítettségnek. Ha bizonyos idő alatt a növény víztartalma nem éri el telítettségi állapotát, akkor vízhiányról beszélünk, amelynek nagyságát a telítettség víztartalmának százalékában fejezzük ki. Minthogy *Iljin*,⁵⁾ akitől ezek a meghatározások erednek, eljárását részletesebben nem ismertette, elsősorban ennek rövid vázlatát adom:

³⁾ A legújabb mérési módszert legközelebb fogom ismertetni a „Berichte der Deutschen Bot. Gesellschaft”-ban.

⁴⁾ *Stocker, O.*: Ungarische Steppenprobleme: Die Naturwissenschaft, 1928.

⁵⁾ *Iljin, W. S.*: 1923, I. c.

A megvizsgálandó növényeket a helyszínen lehetőleg gyökeres példányokban, de legalább is elegendő nagyságú darabokban összegyűjtjük és azonnal olajpapírba, vagy pléhdobozba csomagoljuk, hogy a további párolgásnak elejét vegyük; azután minél előbb a laboratóriumba visszük őket, ahol a vizsgálatra szánt leveleket vagy hajtásokat hosszú szárazakkal levágjuk, gyorsan lemérlegeljük, azután, hogy nyitott végű edénnyalábokat kapjunk, víz alatt a szárat pár centiméterrel megkurtítjuk és így elkészítve vízzel telt kis üvegekbe téve, nedves szűrőpapirossal bélelt üvegharanggal letakarjuk. A víz alatt levágott szárrészeket azután szárazra törölve visszamérjük és súlyukat az első ízben mért súlyból levonjuk.

A nedves harang alatt a vízfelvétel rohamosan megindul, azután meglassubbodik, annyira, hogy kiegyensúlyozott állapot három napon belül csak a legkritikább esetben volt elérhető. Így pl. egyik soproni kísérletemnél *Plantago lanceolata*-nál 1927. július 10-én 1'97 gr. kezdeti vízmennyiséget mértem, az első 6 óra alatt 0'364 gr., a rákövetkező 42 óra alatt 0'050 gr., a rákövetkező 23 óra alatt 0'019 gr. volt a vízfelvétel. Vagy 1925. március 20-án Egyiptomban *Erodium glaucophyllum* vizsgálatánál 1'65 gr. kezdeti víztartalom mellett az első 19 órában 0'42 gr., a rákövetkező 29 órában 0'12 gr., a rákövetkező 70 órában pedig 0'02 gr. volt a vízfelvétel. Bizonyos időn, 48—72 órán túl olyan csekély a súlygyarapodás, hogy felesleges a kísérleteket hosszabb időn keresztül folytatni, annyival is inkább, mert ezáltal csak egyes, a hosszabb megfigyelési idő alatt elkerülhetetlen hibákkal terheljük az eredményeket. A megfigyelési idő befejezése után a száraz súlyt 110⁰-on való szárítással megállapítjuk és a friss állapotban mért súllyal összehasonlítva, a kettőnek a különbségéből kapjuk a víztartalmat.

E módszer hibalehetőségeit illetőleg megjegyzem, hogy a mérések ideje alatt fellépő párolgás okozta csekély veszteség egyáltalában nem játszik szerepet.

Hibalehetőséget rejt a levegőn való levágásnál a levegőnek a vízszállító edényekbe való behatolása, ami a felszívódást gátolja, a víz alatt való levágásnál ellenben a növényben fellépő esetleges nyomáshiány, amely felszívódási többletet okoz.

A keletkező hibák azonban — amint ismételt próbák során, amelyek részletesebb leírását itt mellőzöm, megállapítottam — legfeljebb 4%-ra rugnak.

Sokkal nagyobb eltéréseket okoznak az egyes növények egyéni sajátosságai. Ezek az eltérések már 1 gr. száraz anyagra vonatkoztatott telítettségi víztartalomnál is kimutathatók, s pl. *Plantago lanceolata*-nál 5'5—8'0 között mozognak (l. 4. sz. táblázat). Sőt, ha nemcsak leveleket, hanem leveles hajtásokat veszünk megfigyelés alá, ezek az eltérések még nagyobb-

bak. Ezért tehát a száraz súlyra vonatkoztatott víztartalom nem alkalmas ugyanegy faj több példányából vett kísérletsorozatok összehasonlítására, hanem ehhez a telített állapot víztartalmának százalékában kifejezett *vízhiányt* kell alapul vennünk.

IV.

Gyökerező növények minimális vízhiánya.

Gyökerező növényeknél a vízhiány minimumát akkor éri el, ha a gyökerek vízzel való ellátása optimális, míg a levelek által elpárologtatott vízmennyiség = 0.

Ennek az állapotnak elérése céljából 1927. július 12-én 10^h a. Sopronban, napos forró időben, árnyékos réten *Plantago lanceolata* és egy ugyancsak napsugaraktól védett erdőszélen *Galeopsis tetrahit* egynéhány példányát vízzel bőven megöntöztem és nagy, belül nedves szűrőpapírral bélelt üvegharangokkal letakartam. Két napon keresztül gyakori öntözéssel gondoskodtam a talaj és a harang alatti levegő maximális nedvességéről; július 14-én azután megállapítottam a vízhiányt (l. 1. sz. táblázat), amely a *Plantago lanceolata*-nál 4'4%-ot, a *Galeopsis tetrahit*-nél pedig 5'6%-ot ért el.

Amíg ezeknek a növényeknek a *vízhiánya* a kísérlet megkezdése előtt nagyon *nagy volt*, addig Bremerhavenban 1926-ban olyan növényekkel végeztem kísérleteket, amelyek huzamosabb időn keresztül elegendő vízmennyiséghez jutottak. A vizsgálatra szánt növényeket április elején cserépbe ültettem és a kert egy árnyékos és nedves részén május közepéig gondoztam, ügyelve arra, hogy a növények mindig elegendő vizet kapjanak. Május 16-án bőséges öntözés után üvegharanggal letakarva 15°-os hőmérséklet és gyenge szórt fény mellett a laboratóriumban helyeztem el őket. Amint pl. a 2. sz. táblázat mutatja, *Plantago major*-nál a telítettségi állapot csak néhány nap alatt érhető el. Ezen kísérleteim eredményei a Sopronban végzettékével megegyeznek, így pl. *Plantago lanceolata*-nál 4'0% (fiatal leveleknél 7'7%), *Fragaria spec.*-nél 6'5%, *Aegopodium podagraria*-nál 6'1%, *Campanula glomerata* L.-nél 5'4%, *Doronicum spec.*-nél 2'6% vízhiányt mértem. Ezek közül a számok közül keresendők a határértékek; gyökerező növények vízhiányának határértékei kedvező vízellátás mellett ez értékeket megközelítik.

V.

Az egyiptomi sivatagi növények vízhiánya.

Az Egyiptomban folytatott kísérleteim eredményeiről már más alkalommal beszámoltam,⁶⁾ ezért a 3. sz. táblázatba csak az eredményeket állítottam össze, összehasonlítás céljából. Az összes vizsgálat alá vett fajok kifejezetten nap- és fényigényes növények, amelyeknek termőhelye szélsőséges xerikus sivatagi jellegű, kivéve a *Phragmites stenophylla*-t és a *Typha latifolia*-t, amelyek sós mocsarakban tenyésztek.

A vízhiány napi lefolyása napkeltétől kezdve emelkedést mutat a kora délutáni órákban elért maximumig, azután alászáll és reggel felé éri el minimumát (1. 1. sz. ábra).

VI.

A vízhiány a pusztaklima nyugatmagyarországi határvidékén.

Ezeket a kísérleteket Sopronban a m. kir. Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskola botanikus kertjében folytattam. Bár Sopron tulajdonképpen nem pusztai vidék, mégis, különösen nyáron, klimatikus viszonyai ahhoz hasonlóak; a kísérletek lefolytatása alatt 30° C körül volt a napi rendes hőmérséklet, a talaj pedig időnként annyira száraz volt, hogy sok növény elhervadt. Minthogy mindkét megvizsgált növény, a *Plantago lanceolata* és az *Achillea millefolium*, bár nem jellegzetes pusztai fajok, de a tipikus pusztai termőhelyeken is előfordulnak, a vizsgálat eredményei meglehetősen megközelítik a pusztai viszonyokat. Összehasonlításként egynéhány árnyékot kedvelő növényt is vizsgálat alá vettem.⁷⁾ Vizsgálataim eredményeit a 4. számú táblázat mutatja.

Ha a 3. számú és a 4. számú táblázat eredményeit összehasonlítjuk, azt találjuk, hogy a nagy meleg dacára Sopronban a vízhiány a sivatagi növényeknél mért vízhiánynál sokkal alacsonyabb. A soproni fényigényes növények *maximális* értékeinek 20—25%-a is alig éri el a sivatagi növények *minimális* értékeit. Az árnyékban növő növényeknél a hiány még kisebb, különösen a levegőnyilásokat záró fajoknál, mint a *Geranium Robertianum*-nál. A *Galeopsis tetrahit* mutatta a Sopronban megfigyelt legnagyobb

⁶⁾ *Stocker, O.*: Der Wasserhaushalt ägyptischer Wüsten- und Salzpflanzen. Jena, 1928. (Bot. Abh. 13.)

⁷⁾ A *Galeopsis tetrahit* vizsgálatánál különös nehézség merült fel, ugyanis a hajtások a vizes üveget bámulatosan rövid idő alatt kiürítették. Behatóbb vizsgálat alapján azután megállapítottam, hogy a szár szőrszállainak hajcsövessége a vizet 4 cm.-nyire, sőt magasabban is felszívta és a levél felső oldalára hozta. Ha a levelek csúcsukkal lefelé lógnak, akkor a víz a közép ér mentén lefolyik és a csúcson lecsöpög. Ezt a jelenséget színes oldattal jól megfigyelhetjük.

hiányt, 36%-ot; ennek oka különleges körülményekben keresendő, amennyiben ezek a növények nemcsak július 9-én este voltak teljesen fonyadtak, — amikor az összes többi vizsgálat alá vett fajok duzzadtak maradtak — hanem még az éj folyamán sem tértek magukhoz és 10-én reggel is nagyon fonyadt állapotban voltak. Az infiltrációs kísérletekből arra lehet következtetni, hogy e fajok gyors fonyadását a levegőnyílások nyitva maradása idézte elő.

VII.

A pomerániai Keleti-tengerpart növényeinek vízhiánya.

A Keleti-tenger pomerániai partján folytatott kísérleteimnél a Sopronban vizsgált növénytipus: a dudvalevelű növények, a *Helichrysum arenarium*, a *Convolvulus arvensis* és a *Galium mollugo* által voltak képviselve. Bár a két vidéken lefolytatott kísérleteim összehasonlításához csekély a kísérletek száma, mégis megállapíthatom, hogy *e típus vízhiányának nagysága a Keleti-tenger partján ugyanakkora lehet, mint Sopron környékén.* Evvel vág az a körülmény is, hogy a Keleti-tenger partján a párolgás is igen nagy. A gyér növényzetű homokbuckák erős felmelegedése és az élénk levegőmozgás tiszta nyári napokon a növény víztartalmát nagyon igénybeveszik, azonban ez az állapot csak rövid néhány napig tart és azt hűvösebb és csapadékdúsabb időjárás követi.

A *Calluna vulgaris* a most tárgyalt dudvalevelű növényekhez hasonló viselkedést mutat. Eltérést figyeltünk meg a dűna-füveknél és a parti sukkulenseknél. Az elsőnek vízhiánya nagyon alacsony értékek között mozog, viszonylag jelentékeny napi ingadozással. Ezzel ellentétben a sukkulensek vízhiánya nagyon magas, a vízhiány napi ingadozása azonban aránylag csekélyebb. A Keleti-tenger parti sukkulensei és a sivatagi növények között feltűnő a hasonlatosság és ez nemcsak a sukkulensek magas vízhiányában, hanem a sivatagi növények 1 gr. szárazanyaghoz viszonyított magas víztartalmában is kifejezésre jut (l. 3. sz. táblázat) és pedig olyan fajoknál is, amelyek — mint pl. a *Diploaxis-félék* — semmiféle a sukkulensekre jellemző tulajdonsággal nem bírnak.

VIII.

Az arktikus termőhelyek növényeinek vízhiánya.

A 7. számú táblázat nagy ugrást mutat északra, az arktikus vidék kelős közepébe, túl az erdei fenyő határán és nem messze a nyír határától. A kísérlet helye Abisko Svéd-Laplandban, amely az északi szélesség 68°40'-án fekszik 400 m. t. sz. f. magasságban. Első pillanatra látjuk, hogy

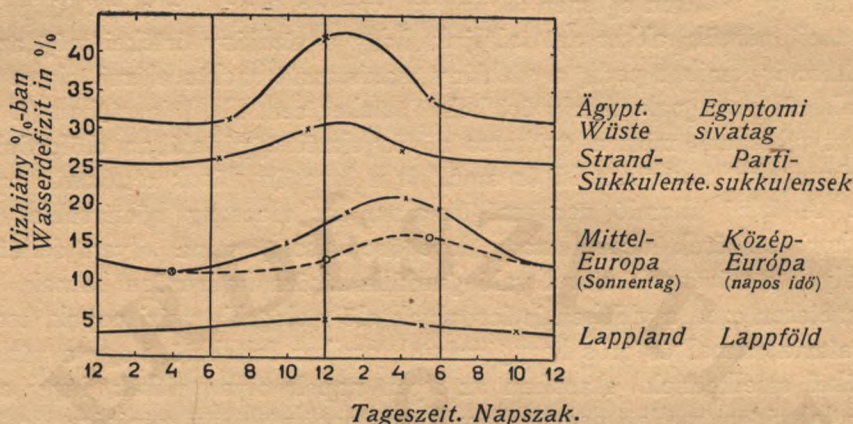
az arktikus vidéken egészen új típussal van dolgunk. Ha a két júliusi nap méréseit nézzük, akkor azt találjuk, hogy a vízhiány értékei még az esti órákban is, amikor pedig a vízhiány maximumát szokta elérni, olyan értékek körül mozognak, amely értékeket értekezésem IV. fejezetében (l. 1. és 2. sz. táblázat), mint a gyökeres növényeknél egyáltalában előfordulható minimumokat mutattam ki és amellet a levegőnyílások rendkívül nyitottak. A talaj állandó nedvességtartalma, az alacsony hőmérséklet és a gyakori esőzések okozta nagy levegőnedvesség, mind olyan feltételek, amelyek a növények vízzel való gazdálkodására kedvezően hatnak. Természetesen ezen a vidéken is fordulnak elő melegebb nyári napok, csekély páratartalommal és erős besugárzással, amikor feltehető, hogy a vízhiány értékei emelkednek. Azonban az ilyen napok olyan ritkák, hogy egyéb elfoglaltságom mellett nem tudtam ilyen napot vízhiány mérésére fordítani.

IX.

A különböző termőhelyek eredményeinek összehasonlítása.

Az 1. számú grafikon a vízhiány napi lefolyását tünteti fel és pedig a telítettség víztartalmának százalékában; minden klímáöv egy tipikus növényvel van képviselve. Ezek a görbék azonban a tényleges állapotnak csak megközelítő képét adják, miután a vizsgálatok száma csekély. A görbék napsugaras, meleg napok vízhiányának lefolyását jelzik és pedig a főtenyészeti időben, kivéve a lapplandi görbét, amely az ottani normális viszonyokra, csak átmenetileg derült napokra vonatkozik.

A vízhiány nagyságát két szempontból értékelhetjük és pedig először abszolút nagysága szerint, azután pedig napi ingadozásai szerint. A sivatagi és az arktikus vidékek vízhiánya mindkét szempontból szélsőségeket mutat. *Míg a sivatagi növények vízhiánya és annak napi ingadozása nagyon magas, addig az arktikus vidékek növényeinek vízhiánya és annak napi ingadozásai is nagyon alacsonyak.* Közép-Európa görbéje ellentétben a sivatagi és az arktikus vidék görbéjével nem jelöli a vízhiány normális napi lefolyását, hanem annak maximális szélsőségét tünteti fel. Az esős napok vízhiányának lefolyása az arktikus vidék görbéjével fog kb. egyező viselkedést mutatni. *E két görbe között keresendő Közép-Európa (l. 1. sz. grafikon) átlagviszonyainak megfelelő görbe,* amely a vidék arid vagy humid jellegének megfelelően hol alacsonyabban, hol magasabban futna; a napos termőhelyek növényeinek vízhiánya a sivatagi, az árnyékos termőhelyeké pedig az arktikus viszonyok felé közeledne. Különleges helyzetet mutatnak a Keleti-tengerpart sukkulensei, amelyekről a VII. fejezetben bővebben szóltam.



1. sz. grafikon. Vízhiány a telítettségi állapot víztartalmának százalékában:

Egyptomi sivatag: *Zygophyllum coccineum* L.

A Keleti-tenger partisukkulensei: *Salsola Kali* L.

Közép-Európa (Sopron, Nyugat-Magyarország): *Plantago lanceolata* L.,
szaggatott vonal: *Epilobium montanum* L., mint árnyékban növő növény.

Arktikus vidék: *Vaccinium vitis idaea* L.

Abb. 1. Wasserdefizit in Prozenten des Wassergehaltes bei Wasser-sättigung:

Aegyptische Wüste: *Zygophyllum coccineum* L.

Strand-Sukkulente der Ostsee: *Salsola Kali* L.

Mittel-Europa (Sopron, West-Ungarn): *Plantago lanceolata* L.,
gestrichelte Kurve: *Epilobium montanum* L., als Schattenpflanzen.

Arktis: *Vaccinium vitis idaea* L.

1. sz. táblázat.

Tabelle 1.

48 órán keresztül bőven öntözött és nedves üvegharanggal letakart gyökeres növények telítettségi hiánya. Sopron, botanikus kert.

A telítettségi hiány a telített állapot víztartalmának százalékában van kifejezve.

A zárójelben lévő értékek mindig 1 gr. száraz anyag telített állapotban való víztartalom mennyiségét jelentik. A telítettséget 32 óra után mértem.

Sättigungsdefizit bewurzelter Pflanzen, die seit 48 Stunden am Standort reichlich begossen und mit feuchten Glasglocken bedeckt waren. Sopron, Botanischer Garten.

Sättigungsdefizit in Prozenten des Wassergehaltes bei Sättigung.

In Klammer jeweils der Wassergehalt pro 1 gr. Trockengewicht bei Sättigung.

Wassersättigung nach 32 Stunden bestimmt.

	1927. VII. 27. 10 ^h a.
<i>Plantago lanceolata</i> L.	4.4% (8.15 g)
<i>Galeopsis tetrahit</i> L.	5.6% (7.85 g)

2. sz. táblázat.

Tabelle 2.

Böven öntözött és nedves üvegharanggal letakart, cserépben lévő gyökeres növények telítettségi hiánya (és 1 gr. száraz anyagnak telített állapotban való víztartalma).

Bremerhaven, laboratórium (kb. 15°), 1928. Telítettség 72 óra után lett megállapítva.

Sättigungsdefizit (und Wassergehalt pro 1 gr. Trockengewicht bei Sättigung) bewurzelter und reichlich begossener Topfpflanzen unter feuchten Glasglocken.

Bremerhaven, Laboratorium (etwa 15°), 1928. Wassersättigung nach 72 Stunden bestimmt.

	V. 18. (2 napig harang alatt) (2 Tage unter der Glocke)	V. 19. (3 napig harang alatt) (3 Tage unter der Glocke)	V. 20. (4 napig harang alatt) (4 Tage unter der Glocke)
<i>Plantago major</i> L. ^(kifejlett level.) _(ausgew. Blätter)	15·2% (8·87 g)	12·9% (9·29 g)	4·0% (11·07 g)
" " " ^(fiatal levelek) _(junge Blätter)	—	—	7·7% (11·25 g)
<i>Fragaria spec.</i>	6·5% (5·09 g)	—	—
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	—	6·4% (6·71 g)	6·1% (7·32 g)
<i>Campanula glomerata</i> L. .	—	—	5·4% (10·00 g)
<i>Doronicum spec.</i>	—	—	2·6% (12·85 g)

6. sz. táblázat.*)

Tabelle 6.

Darssi (Elő-Pomeránia) növények szöveti metszeteinek ozmotikus értékei határplazmolizisnél és közepes szívoerő értékei.

Osmotische Werte bei Grenzplasmolyse und mittlere Saugkraftwerte von Gewebeschnitten bei Pflanzen des Darss (Vorpommern).

		Idő Zeit	Levelek — Blätter		Gyökerek - Wurzeln		
			Ozmotikus értékek atm.-ban (Epidermis) Osmotische Werte in Atm. (Epidermis)	Szívóértékek atm.-ban (levélszalag) Saugkraft in Atm. (Blattstreifen)	Ozmotikus értékek atm.-ban (Parench.) Osmot. Werte in Atm. (Parenchyma)	Hosszant metszett levélszalagok szívóértéke atm.-ban Saugkraft gespalteener Längstreifen in Atm.	
Dűnə- füvek Dűnen- grázser	{	Ammophila arenaria Link	VII. 18. 9 ³⁰ a.	14	18	—	18
		Elymus arenarius L. . . .	"	—	18	—	18
Parti- süktul. Strand- süktul.	{	Salsola Kali L.	VII. 20. 11 ^h a.	14	14	9	5
		Honckenya peploid. Ehrh	VII. 28. 6 ³⁰ a.	13	8	16	< 2·6

*) E táblázat helykihasználás szempontjából került a 2. sz. táblázat alá.

3. sz. táblázat.

Tabelle 3.

Egyptomi sivatagi növények vízhiánya (és 1 gr. száraz anyagnak telített állapotban való víztartalma). A telítettséig 48—61 óra után lett megállapítva.

Sättigungsdefizit (und Wassergehalt pro 1 gr. Trockengewicht bei Sättigung) im ägyptischen Wüstenklima. Wassersättigung nach 48—61 Stunden bestimmt.

	Esős idő Regentag 1925. III. 25. 5 ³⁰ p. 16° esős, viharos „Regentag“ „Sturm“ Heluan	Derült idő — Sonnentage			
		1925. IV. 16. 7 ^h a. 19° 33°/o „hűvös“ „kühl“ Heluan	1925. IV. 12. 12 ^h m. meleg idő heisser Tag Heluan	1925. IV. 25. 12 ^h m. 33° 18°/o „nagyon meleg“ „sehr heiss“ Wadi natrun	1925. IV. 18. 5 ³⁰ p. 26° 23°/o „meleg“ „hei-s“ Heluan
Egyptomi sivatag Ägyptische Wüste Északi szélesség 29,8° nördl. Breite					
sukkul. - Sukkulente	Mesembrianthemum Forskalii Hoch.	—	—	17°/o (86·0 g)	—
	Mesembrianthemum nodiflorum L.	—	—	21°/o (15·6 g)	—
	Zygophyllum coccineum L.	25°/o (11·1 g)	31°/o (11·9 g)	42°/o (7·9 g)	34°/o (11·3 g)
	Zygophyllum album L.	—	—	44°/o (6·8 g)	—
	Zygophyllum simplex L.	—	39°/o (16·8 g)	56°/o (11·6 g)	52°/o (13·5 g)
	Fagonia mollis Del.	—	35°/o (3·1 g)	37°/o (2·7 g)	—
	Fagonia cahirina Boiss.	33°/o (4·3 g)	—	49°/o (3·5 g)	—
	Aizoon canariense L.	—	—	42°/o (11·8 g)	—
	Farsetia aegyptiaca T. F.	25°/o (5·9 g)	—	—	—
	Anastatica hierochunt. L.	30°/o (9·5 g)	—	54°/o (3·9 g)	—
	Diploaxis Harra Boiss	42°/o (20·1 g)	42°/o? (11·0 g)	—	46°/o (11·2 g)
	Diploaxis acris Boiss	—	41°/o (13·8 g)	49°/o (14·4 g)	49°/o (14·8 g)
	Zilla spinosa Prantl.	—	29°/o? 3·8 g?	—	—
	Erodium glaucophyllum l'Hér.	24°/o (10·4 g)	24°/o (7·0 g)	34°/o (6·7 g)	37°/o (5·4 g)
	Cotula cinerea Del.	—	—	57°/o (5·3 g)	—
Mocsarak - Sümpfe	Helianthemum cahiricum Del.	—	—	—	38°/o (2·6 g)
	Phragmites stenophylla Boiss	—	—	8°/o (1·9 g)	—
	Typha latifolia L.	—	—	17°/o (4·8 g)	—

4. sz. táblázat.

Tabelle 4.

Nyugatmagyarországi pusztai határvidék növényeinek vízhiánya (és 1 gr. száraz anyagnak telített állapotban való víztartalma).

Sopron. A telítettség 68—90 óra után lett megállapítva.

Sättigungsdefizit (und Wassergehalt pro 1 gr. Trockengewicht bei Sättigung) im Steppen-Randklima von Westungarn.

Sopron. Wassersättigung nach 68—90 Stunden bestimmt.

Nyugat-Magyarország Westungarn		1927. VII. 6. 4 ³⁰ p.	1927. VII. 9. 10a—11 ³⁰ a 30 ⁰	1927. VII. 9. 5 ³⁰ p — 6 ^h p.	1927. VII. 10. 4a—4 ³⁰ a	1927. VII. 10. 11 ¹⁵ p. 24 ⁰
északi szél. 47,7° nördl. Br.		meleg, napos idő talaj nedves	nagyon me- leg, szeles, VII 4-e óta nem volt eső		borús idő éjjel esett	ismét derült idő, erős szél
		heisser Sonnentag Boden feucht	sehr heiss, windig, seit 4. VII. kein Regen		bewölkt, nachts ge- regnet	wieder auf- klärend, starker Wind
fényig. növ. Sonnenpfl.	Plantago lanceolata L.	21% (8.0 g)	{ 12% (6.6 g) 18% (5.5 g)	20% (5.9 g)	11% (6.6 g)	19% (5.6 g)
	Achillea millefolium L.	26% (4.3 g)	19% (4.7 g)	23% (4.7 g)	14% (4.6 g)	—
	Trifolium pratense L.	—	18% (4.5 g)	—	—	—
árny. növő Schattenpflanz.	Epilobium montanum L.	—	{ 10% (4.8 g) 14% (5.3 g)	16% (4.9 g)	11% (4.5 g)	—
	Geranium Robertianum L.	—	{ 5% (7.6 g) 8% (8.2 g)	—	—	—
	Convallaria maialis L.	—	12% (4.9 g)	—	—	—
	Galeopsis tetrahit L.	—	—	36% (6.4 g)	32% (6.6 g)	—
Infil rációs kísérletek benzollal (B) és alkohollal (A). (Osz'ásrész 0—2)						
Infiltrationsversuche mit Benzol (B) und Alkohol (A). (Skala 0—2)						
O = a levél felső oldala U = a levél alsó oldala Blattoberseite Blattunterseite						
árnyékban növő nvények Schattenpflanz.	Plantago lanceolata L.	{ O : B ₂ A ₀ U : B ₂ A ₁		—	—	{ O : B ₂ A ₀ U : B ₂ A ₀
	Trifolium pratense L.	{ O : B ₂ A ₀ U : B ₂ A ₀₋₁		—	—	—
	Epilobium montanum L.	{ O : B ₂ A ₀ U : B ₁ A ₀		{ O : B ₀ A ₀ U : B ₂ A ₀	{ O : B ₀ A ₀ U : B ₂ A ₀	—
	Geranium Robertianum L.	{ O : B ₀ U : B ₀		—	—	—
	Convallaria maialis L.	{ O : B ₁ A ₀ U : B ₂ A ₀		—	—	—
	Galeopsis tetrahit L.	—		{ O : B ₂ A ₀ U : B ₂ A ₁	{ O : B ₀ A ₀ U : B ₁ ?	—

5. sz. táblázat.

Tabelle 5.

Keleti-tengerparti növények vízhiánya (és 1 gr. száraz anyagnak telített állapotban való víztartalma).

Prerow a Darsson (Elő-Pomeránia). A telítettség 72—78 óra után lett megállapítva.

Sättigungsdefizit (und Wassergehalt pro 1 gr. Trockengewicht bei Sättigung) im baltischen Klima.

Prerow am Darss (Vorpommern). Wassersättigung nach 72—78 Stunden bestimmt.

Keleti tengerpart Ostsee-Strand északi szélesség 54,5° nördl. Br.		1925. VII. 28. 6 ³⁰ a. meleg napos, VII. 27-én többször esett warm, sonnig am 27. VII. mehrfach Regen	1925. VII. 6. 11 a. meleg, dél- előtt felhős warm, vormittag bewölkt	1925. VII. 23 4 p. meleg (22°) napos idő heisser (23°) Sonnentag	1925. VII. 13. 6 p. meleg, napos idő heisser Sonnentag
A homokos part sukkulensei Sandstrand	Salsola Kali L.	26°/o (15·9 g)	30°/o (18·8 g)	27°/o (12·8 g)	21°/o (13·3 g)
	Suaeda maritima Dum.	—	25°/o (15·6 g)	—	—
	Atriplex hastatum L. .	—	27°/o (10·6 g)	—	29°/o (9·5 g)
	Honckenia peploid. Ehrh.	20°/o (11·3 g)	—	24°/o (10·2 g)	28°/o (10·2 g)
Dűnafiúk Dünengräser	Elymus arenarius L. . .	4·6°/o (2·3 g)	5°/o (4·1 g)	10·0°/o (2·1 g)	3·5°/o (2·4 g)
	Ammophila arenaria Link.	0·7°/o (2·0 g)	—	3·6°/o (1·6 g)	—
	Triticum junceum L. . .	—	11°/o (3·1 g)	—	—
Homokterületek és dűnák Sandflächen und Dünen Hangaf. Dudvalevel. Eriköld. Krautblättr. Grasbl.	Carex arenaria L. . . .	—	7·7°/o (1·9 g)	7·7°/o (1·9 g)	10°/o (2·2 g)
	Corynephorus canes. P.B.	—	3·3°/o (1·8 g)	—	—
	Helichrysum arenar. D. C.	—	—	—	33°/o (3·2 g)
	Convolvulus arvensis L.	—	—	16°/o (3·0 g)	—
	Galium mollugo L. . . .	—	—	—	24°/o (3·5 g)
	Calluna vulgaris L. . . .	—	18°/o (2·0 g)	23°/o (1·4 g)	—
Infiltrációs kísérletek xylollal és alkohollal (osztásrész 0-2) Infiltrationsversuche mit Xylol und Alkohol (Skala 0-2)					
Honckenia peploides Ehrh. . . .		X ₂ A ₁	—	X ₂ A ₁₋₂	—
Elymus arenarius L.		X ₂ A ₀	—	X ₂ A ₀	—
Ammophila arenaria Link. . .		X ₂ A ₀	—	X ₁₋₂ A ₀	—
Convolvulus arvensis L.		—	—	X ₂ A ₁	—
Galium mollugo L.		—	—	X ₀ A ₀	—

8. sz. táblázat.

Tabelle 8.

Dudvák víztartalmának napi ingadozásai. — Középtételek, zárójelben szélsőséges értékek.
 Tägliche Schwankungen des Wassergehaltes bei krautigen Pflanzen.
 Mittelwerte, in Klammer die Extremwerte.

Termőhely és a meg- vizsgált fajok száma Standort und Anzahl der untersuchten Arten	Vízhiány a telítettségi állapot víz- tartalmának %ában			A vízhiány legnagyobb napi ingadozása	
	Minimum reggel	Maximum délután	Legnagyobb napi emel- kedés	a reggeli víz- tartalom %-ában	a reggeli víz- hiány %-ában
	Wasserdefizit im % des Wasser- gehaltes bei Wassersättigung			Grösste tägliche Schwan- kung des Defizits in %	
	Minimum am Morgen	Maximum am Nachm.	grösste täg- liche Stei- gerung	des Wasser- gehaltes am Morgen	des Defizits am Morgen
Egyptomi sivatag					
Aegyptische Wüste (6)	35 (24—42)	44 (37—56)	9 (2—17)	14 (3—28)	28 (6—54)
Arizona sivatag ¹⁾					
Arizonawüste ¹⁾ (6) . .	—	—	—	7.5 (3—10)	—
Délorszország - Súdorsland					
Puszták Tiflis mellett ²⁾	—	—	—	25 (22—28)	—
Puszták - Steppék ³⁾ (3) .	16 (13—19)	34 (27—40)	18 (14—21)	22 (16—25)	117 (108—133)
Lejtők - Abhangok ⁴⁾ (4) .	15 (14—20)	23 (16—3)	8 (2—11)	9 (2—14)	54 (14—90)
Rét ⁵⁾ - Wiesen ⁶⁾ (2) . . .	3.5 (3—4)	14 (9—20)	11 (5—17)	11 (5—18)	347 (125—570)
Mocsár ⁶⁾ - Sumpf ⁶⁾ (1) .	0.5	11	10.5	11	2100
Nyugatmagyarország - Westungarn					
Fényigényes növények					
Sonnenpflanzen (2) . . .	13 (11—14)	22 (20—23)	9 (8.5—9.0)	10 (9.6—10.5)	69 (62—76)
Árnyékban növő növények					
Schattenpflanzen (1)	11	16	5.6	6.3	52
Keleti tenger partvidéke					
Ostseeküste in Vorpommern					
Parti szukkulensek					
Strandsukkulente (2) . .	23 (20—26)	29 (28—30)	7 (4—9)	9 (5—11)	33 (15—43)
Dűnafűvek					
Dünengräser (2)	2.6 (0.7—4.6)	7 (3.6—10)	4 (2.9—5.4)	4.5 (3—6)	263 (117—410)
Észak-Oroszország. Leningradnál					
Nordrussland bei Leningrad					
Napraforgó és burgonya ⁷⁾					
Sonnenblume und Kar- toffel ⁷⁾	—	—	—	26 (22—28)	—
Árnyékban növő növények ⁸⁾					
Schattenpflanzen ⁸⁾ (3)	—	—	—	14 (13—15)	—
Lapland (északi szél. 68°40 nördliche Breite)					
Fásnövények					
Holzpflanzen (2)	—	12 (11—13)	—	—	—
Félcserjék és dudvák					
Halbsträucher und Kräuter (7)	—	6 (3.7—10.3)	—	—	—

¹⁾ Livingston u. Brown (Bot. Gaz. 1912. 53. 309.) Magas párolgású napok esetében a szerzőnek a friss állapot súlyára vonatkozó adataiból számítva, míg alacsony párolgású napok esetében 3.6 (1.6). — Berechnet aus den auf das Frischgewicht bezogenen Angaben der Autoren für Tage mit hoher Evaporation. Für Tage mit niedriger Evaporation berechnet sich 3.6 (1.6).

²⁾ Maximow (Jahrb. wiss. Bot. 1923. 44. 448.) ; Zygophyllum, Fabago, Artemisia fasciculata, Salsola Kali,

³⁾ Iljin (Flora. 1923. 116. 360.) ; Plantago media u. major, Vicia Faba.

⁴⁾ Iljin (l. c.) : Centaurea scabiosa, Salvia silvestris, Marrubium praecox, Phlomis pungens.

⁵⁾ Iljin (l. c.) : Rumex confertus, Plantago major.

⁶⁾ Iljin (l. c.) : Alisma plantago.

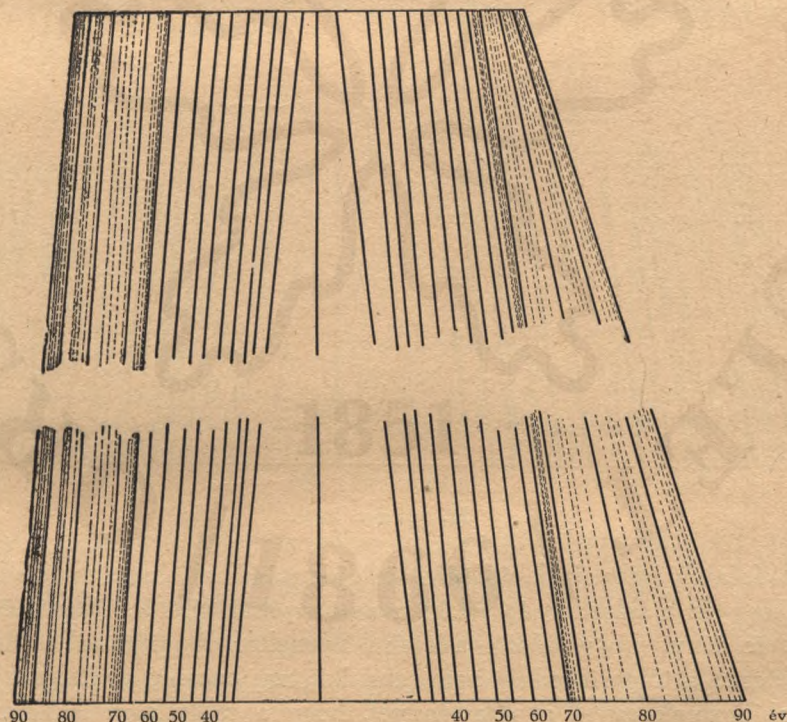
⁷⁾ Maximow (Journ. of. Ecology. 1924. 12. 95.)

⁸⁾ Maximow (l. c.) : Impatiens parvifolia, Tussilago farfara, Chelidonium majus.

A ritkítási növedékről.

Irták: Roth Gyula és Schmotzer Gyula.

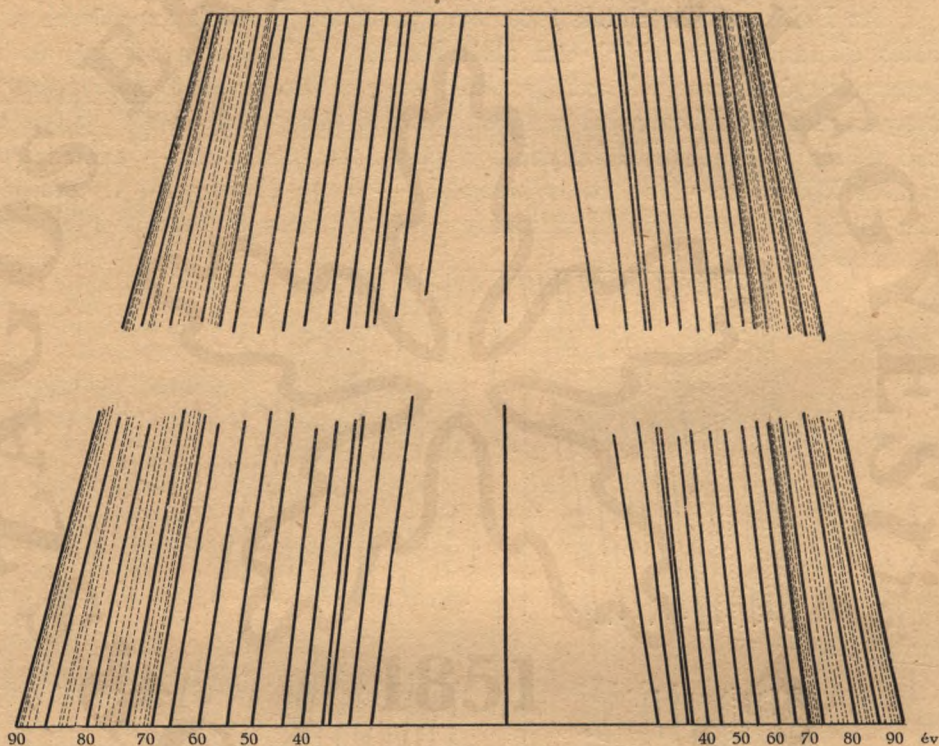
Az Erdészeti Kísérletek 1909. évfolyamában „Adatok az erősebb erdőlés élettani hatásához”¹⁾ cím alatt közöltem adatokat a bükről és a jegenyefenyőről, amelyek azt igazolták, hogy a záródásbontó belevágással nagy mértékben fokozhatjuk a lábön maradó fák gyarapodását vagyis a szó szoros értelmében hizlalhatjuk a fákat. Hozzáfüztem — amit félreértések kikerülése végett itt is kiemelek, — hogy az évgyűrű szélességének ott bemutatott hirtelen változása nem kívánatos és nem is felel meg



I. számú kép.

¹⁾ A cím nem helyes, mert a munka tulajdonképpen felújító vágás volt és már nem esik az „erdőlés” fogalma alá.

annak a törekvésnek, hogy mennél értékesebb faanyagot termeljünk, csak annak igazolására mutattam be a példákat, hogy fáink még idős korukban és hosszú elnyomás után is tudnak reagálni a felszabadításra és a világos-ságnak ennek révén kapott fokozott mértékét hasznosítani tudják. A szak-szerű ápolás feladata, hogy a fáknek ezt a jó tulajdonságát kellő módon vezesse és oly mértékben érvényesítse, hogy egyúttal a minőségi fejlődést is fokozzuk, amit azonban a régi, tisztán elhaló vagy elnyomott anyagra való vágással elérni nem lehet, ehhez az uralkodó állományba való meg-gondolt és óvatos beavatkozás kell.

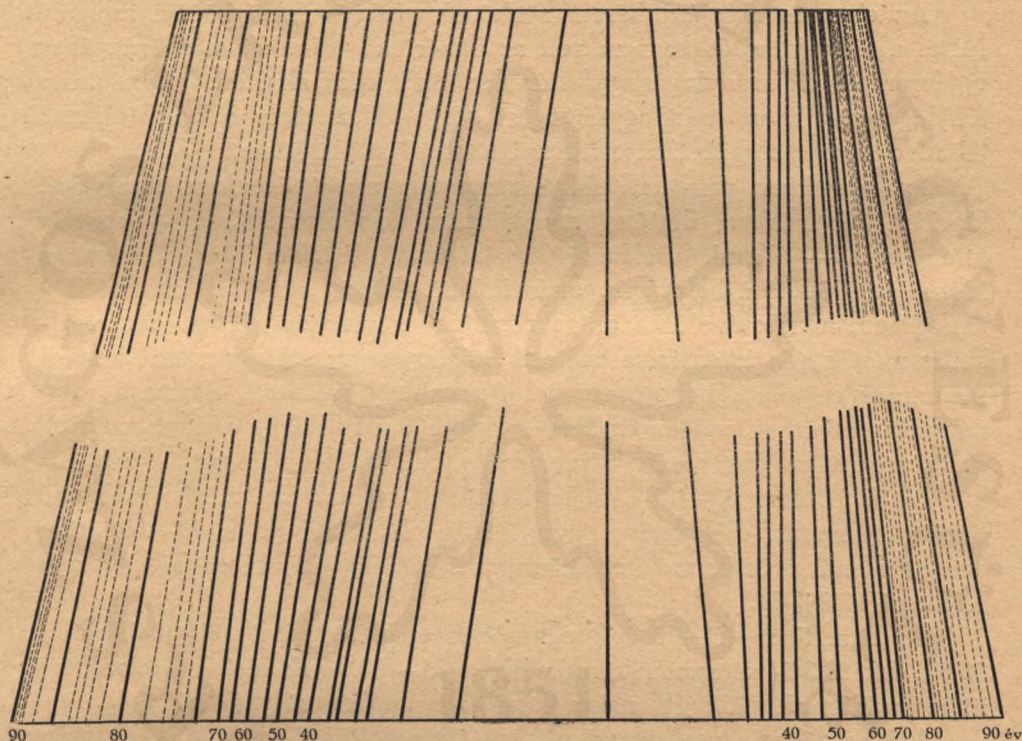


II. számú kép.

A fafajok igényeinek, illetőleg tulajdonságainak ismerete mellett ért-hető, hogy ez a tulajdonság főképen az árnyékot tűrő fafajoknál érvénye-sülhet és tény, hogy eddigi adataim ilyenekre vonatkoznak. Másokról, nevezetesen a tölgyről eddig nem rendelkeztem hasonló adatokkal. Gyak-ran találkozunk avval a véleménnyel, hogy a tölgy nem is képes arra, hogy erősebb belevágásra fokozott növekvéssel reagáljon, mivel az világos-ságot kívánó fafaj és önmagától is kigyérül. Megfigyeléseim azt mutatták, hogy a tölgy is reagál a felszabadításra, bár egyrészt nem oly nagy mérték-

ben, másrészt nem is bírja az elnyomatást annyira és annyi ideig, mint az árnyékot tűrők. Fiatal, kb. 20—25 éves állományokról vannak régebbi megfigyeléseim a görgényszentimrei „Fácános” nevű kocsános tölgy-középerdőből, amelyek a vágás után főfáknak hagyott törzsek²⁾ igen nagymértékű növedékfokozását igazolták, de — sajnos — erről számszerinti adataim nincsenek.

Az 1926. évben a parasznai m. kir. erdőhivatal kerületében járva, az Egresvölgy szépen sikerült természetes felújításaiban feltűnt, hogy az



III. számú kép.

erdei vasút mentén rakásolt kocsános tölgyrönkök бүтűi mily szépen mutatják a szélső évgyűrűk fokozott vastagságát. Az erdőhivatal vezetője, *Schmotzer Gyula* kollégánk, kérésemre egynéhány rönknek alsó és felső vágáslapjáról egy-egy korongot küldött az erdészeti kísérleti állomáshoz elemzés végett, egyúttal beható megfigyelés alá vette a vágásra kerülő

²⁾ A főfákat nagyon gondos megállapítással a záródásnak 0'5-ében hagytuk meg; egykorú, soros vetésből származott állomány lévén, a koronák a sűrű állást megsínylették, amit a szabálytalan voltak igazolt. A vágás után a koronák feltűnő gyorsan kerekedtek ki, annyira, hogy három év múlva a záródás már 0'7—0'8 körül volt.

törzseket, ezeknek az elemzéseknek és megfigyeléseknek eddigi eredményeit közlöm az alábbiakban, hozzáfűzve, hogy az elemzést és a hozzá szükséges számításokat az akkor a kísérleti állomáshoz beosztott *Holba Miklós* m. kir. erdőmérnök végezte és újabban *Pammer Dezső* okl. erdőmérnök átdolgozta, a mérések alapján rajzolta a fiam az itt bemutatott met-szeteket. A mérések adatai — egyes törzsekről lévén szó — nincsenek kiegyenlítve, hanem egy-egy átmérőnek tényleges méreteit mutatják öt-öt évi időközökkel.

A számításbeli adatokat a 81.—83. oldalakon lévő táblázat mutatja.

Az elemzés alapjául három rönkönek alsó és felső бүtüje szolgált. Mivel a törzsek fejlődése nem volt az átmérőnek mindkét mért irányában egyforma és az aránylag nagy eltérések miatt nem akartam változtatni a tényleges adatokon, mindegyik sugárt külön-külön törzs fél átmérőjének tekintve, annak alapján hat eszményi törzzsel számítottam.

Az adatokhoz nem kell sok kommentár: az öt évenként lerakódott fapalást köbtartalma, illetőleg annak százalékos arányszáma — csekély kilengéssel — állandó csökkenést mutat a 45. évtől a 70-ig. Ebben az időben kezdődött a belevágás, aminek hatásaképen az ötévi fapalást úgy tömegében, mint százalékos arányszámában emelkedést mutat. Az emelkedés mértéke és időtartama változik, többnyire az erős emelkedés rövid idő múlva engedett, hol lassan, hol gyorsabban csökkent, de majd valamennyi esetben a levágás évében is nagyobb százalékos arányt mutatott az összes fatömeghez viszonyítva, mint a belevágásokat megelőzően.

Az I. j. törzs 45—70 évig hullámmzással ugyan, de mégis csökkenő irányzatot mutat, csökkenése nagy, 24'2%-ról 13'2%-ra, a 75—80 években hirtelenül erős felszökkenést mutat 34'5%-ig, de utána elég gyorsan csökkent 17'8%-ig.

Az I. b. törzs 45—70 évig egyenletes apadást mutat 19'6%, illetőleg 20'8%-ról 13'3%-ra, azután emelkedik, a 75.—80. évek hirtelen felszökése itt is mutatkozik (25'5%), utána lassúbb tempóban sülyed 15'1%-ig.

A II. j. törzs egyenletesen csökken eleinte 15'3%-ról 7'2%-ig, azután lassan emelkedik, a 75.—80. év itt is hirtelen felszökést mutat 16'0%-ig, utána csökken, de csekély mértékben, mert utolsó adata is 11'1%.

Hasonló a fejlődés, bár nagyobb eltérésekkel, a II. b. törzsnél is, amely 22'9%-ból indulva, 10'5%-ig sülyed, azután 17'4%-ig ugrik fel és 10'1%-nál végzi.

A III. j. törzs lassú, egyenletes csökkenést mutat 13'2%-ról 3'5%-ig (75 éves korban), onnan ez is hirtelen emelkedést mutat 11'0%-ra, de emelkedése — ha lassudva is — megmarad végig, 18'8%-ra menve fel.

A III. b. törzs is eleinte lassan, egyenletesen csökken 13'3%-ról 8'9%-ra (70. év), azután emelkedik és pedig a 80. év körül hirtelenül 26'1%-ig, onnan eleinte lassan, később gyorsan csökken 13'0%-ig.

A mért rönkök adatai — Angaben des Blockes									Megjegyzés Anmerkung
Szám Nr.	Kora — év Alter — Jahr	felső átmérő alsó oberer Durchm. unterer	átmérő növed. Zunahme der Durchm.	Körlap Kreisfläche	Átlagos körlap Durchschn. Kreisfläche	Köb. tart. 6 m rönkö Masse des 6 m Blockes	Ötévitőmeg- növedék Massenzuw. von 5 Jahren	növ. % aránya az összeshez %Verhältnisdes Zuw. zur Masse	
		cm	cm	m ²	m ²	m ³	m ³	%	
I. jobb rechts	45	7.4	—	0.00430	—	—	—	—	l. 1. kép (s. 1. Bild)
		16.8	—	0.02217	0.01323	0.07938	—	—	
	50	9.2	1.8	0.00665	0.01745	—	—	—	
		19.0	2.2	0.02835	—	0.10470	0.02532	24.2	
	55	10.6	0.8	0.00882	—	—	—	—	
		20.6	1.6	0.03333	0.02107	0.12642	0.02172	17.2	
	60	12.4	1.8	0.01208	—	—	—	—	
		22.8	2.2	0.04083	0.02645	0.15870	0.03228	20.2	
	65	14.0	1.6	0.01539	—	—	—	—	1900/01
		25.0	2.2	0.04909	0.03224	0.19344	0.03474	17.9	
	70	15.8	1.8	0.01961	—	—	—	—	1905/06
		26.4	1.4	0.05474	0.03718	0.22308	0.02964	13.2	
	75	18.0	2.2	0.02545	—	—	—	—	1910/11
		28.2	1.8	0.06246	0.04395	0.26370	0.04062	15.3	
	80	22.0	4.0	0.03801	—	—	—	—	1915/16
		35.0	6.8	0.09621	0.06711	0.40266	0.13896	34.5	
85	24.4	2.4	0.04676	—	—	—	—	1920/21	
	41.4	6.4	0.13461	0.09068	0.54508	0.14242	26.1		
90	26.2	1.8	0.05391	—	—	—	—	1925/26	
	45.6	4.2	0.16331	0.10861	0.65166	0.10658	17.8		
I. bal links	45	9.6	—	0.00724	—	—	—	—	l. 1. kép (s. 1. Bild)
		13.8	—	0.01496	0.01110	0.06660	—	—	
	50	11.0	1.4	0.00950	—	—	—	—	
		15.2	1.4	0.01815	0.01382	0.08292	0.01632	19.6	
	55	12.4	1.4	0.01208	—	—	—	—	
		16.8	1.6	0.02217	0.01712	0.10472	0.02180	20.8	
	60	13.6	1.2	0.01453	—	—	—	—	
		18.4	1.6	0.02659	0.02056	0.12336	0.01864	15.1	
	65	14.8	1.2	0.01720	—	—	—	—	1900/01
		20.0	1.6	0.03142	0.02431	0.14586	0.02250	15.3	
	70	16.0	1.2	0.02011	—	—	—	—	1905/06
		21.4	1.4	0.03597	0.02804	0.16824	0.02238	13.3	
	75	17.4	1.4	0.02378	—	—	—	—	1910/11
		23.0	1.6	0.04155	0.03266	0.19596	0.02772	14.1	
	80	19.4	2.0	0.02956	—	—	—	—	1915/16
		27.2	4.2	0.05811	0.04385	0.26310	0.06714	25.5	
85	20.8	1.4	0.03398	—	—	—	—	1920/21	
	30.6	3.4	0.07354	0.05376	0.32256	0.05946	18.4		
90	22.0	1.2	0.03801	—	—	—	—	1925/26	
	33.6	3.0	0.08867	0.06334	0.38004	0.05748	15.1		

A mért rönkök adatai — Angaben des Blockes									Megjegyzés Anmerkung
Szám Nr.	Kora — Alter	felső átmérő alsó oberer Durchm unterer	átmérő növed. Zunahme der Durchm	Körlap Kreisfläche	Átlagos körlap Durchschn. Kreisfläche	Köbtart. 6 m rönkö Masse des 6 m Blockes	ötévítőmeg- növedék Massenzuw. von 5 Jahren	növ. % aránya az összeshez %,Verhältnis des Zuw. zur Masse	
		cm	cm	m ²	m ²	m ³	m ³	%	
II. jobb rechts	45	15.4	—	0.01863	—	—	—	—	l. 2. kép (s. 2. Bild)
		22.8	—	0.04083	0.02973	0.17838	—	—	
	50	17.0	1.6	0.02270	—	—	—	—	
		25.0	2.2	0.04909	0.03589	0.21534	0.03696	17.2	
	55	18.4	1.4	0.02659	—	—	—	—	
		26.8	1.8	0.05641	0.04150	0.24900	0.03366	13.5	
	60	19.8	1.4	0.03079	—	—	—	—	
		29.0	2.2	0.06605	0.04842	0.29052	0.04152	14.2	
	65	21.2	1.4	0.03530	0.05491	—	—	—	1900/01
		30.8	1.8	0.07451	—	0.32946	0.03894	11.8	
	70	22.0	0.8	0.03801	0.05921	—	—	—	1905/06
		32.0	1.2	0.08042	—	0.35526	0.02580	7.2	
	75	23.4	1.4	0.04301	0.06637	—	—	—	1910/11
		33.8	1.8	0.08973	—	0.39822	0.04296	10.9	
	80	24.8	1.4	0.04831	0.07909	—	—	—	1915/16
		37.4	3.6	0.10986	—	0.47454	0.07632	16.0	
	85	26.2	1.4	0.05391	0.08917	—	—	—	1920/21
		39.8	2.4	0.12441	—	0.53502	0.06048	11.3	
	90	27.2	1.0	0.05811	—	—	—	—	1925/26
		42.6	2.8	0.14253	0.10033	0.60198	0.06696	11.1	
II. bal links	45	14.4	—	0.01629	—	—	—	—	l. 2. kép (s. 2. Bild)
		23.8	—	0.04449	0.03039	0.18234	—	—	
	50	16.6	2.2	0.02164	—	—	—	—	
		27.0	3.2	0.05726	0.03945	0.23670	0.05436	22.9	
	55	18.6	2.0	0.02717	—	—	—	—	
		29.8	2.8	0.06975	0.04846	0.29076	0.05406	18.6	
	60	20.6	2.0	0.03333	—	—	—	—	
		32.6	2.8	0.08347	0.05840	0.35040	0.05964	17.0	
	65	23.0	2.4	0.04155	—	—	—	—	1900/01
		35.6	3.0	0.09954	0.07056	0.42336	0.07296	17.2	
	70	24.4	1.4	0.04676	—	—	—	—	1905/06
		37.6	2.0	0.11104	0.07891	0.47346	0.04990	10.5	
	75	26.0	1.6	0.05309	—	—	—	—	1910/11
		40.4	2.8	0.12819	0.09064	0.54384	0.07038	12.9	
	80	28.4	2.4	0.06335	—	—	—	—	1915/16
		44.6	4.2	0.15623	0.10979	0.65874	0.11490	17.4	
	85	30.6	2.2	0.07354	—	—	—	—	1920/21
		49.0	4.4	0.18857	0.13105	0.78630	0.12756	16.2	
	90	31.8	1.2	0.07942	—	—	—	—	1925/26
		52.0	3.0	0.21237	0.14590	0.78540	0.08910	10.1	

A mért rönkök adatai — Angaben des Blockes									Megjegyzés Anmerkung
Szám Nr.	Kora — év Alter — Jahr	felső átmérő alsó oberer Durchm. unterer	átmérő növed Zunahme der Durchm.	Körlap Kreisfläche	Átlagos körlap Durchschn. Kreisfläche	Köbstart. 6 m rönkö Masse des 6 m Blockes	Ötévitőmeg- növedék Massenzuw. von 5 Jahre	növ. % aránya az összeshez %Verhältnis des Zuw. zur Masse	
		cm	cm	m ²	m ²	m ³	m ³	‰	
III. jobb rechts	45	21·2	—	0 03530	—	—	—	—	l. 3. kép (s. 3. Bild)
		24·8	—	0·04831	0·04180	0·25080	—	—	
	50	21·8	0·6	0 03733	—	—	—	—	
		27·4	2·6	0 05896	0·04815	0·28890	0·03810	13·2	
	55	22·2	0·4	0 03871	—	—	—	—	
		28·8	1·4	0·06514	0·05192	0·31172	0·02282	7·3	
	60	22·6	0·4	0·04011	—	—	—	—	
		30·0	1·2	0·07069	0·05541	0·33246	0·02074	6·2	
	65	23·0	0·4	0·04155	—	—	—	—	
		30·8	0·8	0·07451	0·05803	0·34818	0·01572	4·6	1900/01
	70	23·4	0·4	0·04301	—	—	—	—	
		31·6	0·8	0·07843	0·06073	0·36438	0·01620	4·4	1905/06
	75	23·8	0·4	0·04449	—	—	—	—	
		32·2	0·6	0·08143	0·06297	0·37782	0·01344	3·5	1910/11
	80	24·4	0·6	0·04676	—	—	—	—	
		34·8	2·6	0·09511	0·07095	0·42570	0·04788	11·0	1915/16
III. bal links	85	26·0	1·6	0·05309	—	—	—	—	
		38·0	3·2	0·11341	0·08325	0·49950	0·07380	14·7	1920/21
	90	27·6	1·6	0 05983	—	—	—	—	
		42·4	4·4	0·14120	0·10054	0·60324	0·11374	18·8	1925/26
	45	20·4	—	0·03269	0·06068	—	—	—	l. 3. kép (s. 3. Bild)
		33·6	—	0·08867	—	0·36408	—	—	
	50	23·0	2·6	0·04155	—	—	—	—	
		35·4	1·8	0·09842	0·06998	0·41988	0·05580	13·3	
	55	25·4	2·4	0·05067	—	—	—	—	
		36·8	1·4	0·10636	0·07851	0·47106	0·06118	12·9	
	60	27·8	2·4	0·06070	—	—	—	—	
		38·6	1·8	0·11702	0·08886	0·53316	0·06210	11·6	
	65	30·2	2·4	0·07163	—	—	—	—	
		40·0	1·4	0·12566	0·09866	0·59196	0·05880	9·9	1900/01
	70	32·0	1·8	0·08042	0·10817	—	—	—	
		41·6	1·6	0·13592	—	0·64902	0·05706	8·9	1905/06
	75	33·8	1·8	0·08973	—	—	—	—	
		44·0	3·4	0·15205	0·12089	0·72534	0·07632	10·5	1910/11
	80	38·4	4·6	0·11581	—	—	—	—	
		52·0	8·0	0·21237	0·16411	0·98466	0·25932	26·1	1915/16
	85	43·2	4·8	0·14657	—	—	—	—	
		59·4	7·4	0·27712	0·21186	1·27116	0·28650	22·5	1920/21
	90	46·0	2·8	0·16619	—	—	—	—	
		63·8	4·4	0·31969	0·24294	1·45764	0·18648	13·0	1925/26

A kevés mért törzs korántsem elég ahhoz, hogy a növekvés menetét rekonstruálhassuk és abból a belevágás mikéntjére következtethessünk, annyi azonban megítélhető, hogy az állomány 70. éve körül kezdődik a ritkítás; a 80. év táján rendkívül erős vágás volt, amely a törzsek nagyobb részénél felszöktette a fejlődést hirtelenül, de utána változó átmenettel csökkent 10'0—15'0%-ra.

A rönkök már közelítve ki voltak rakva a vasút mellé, a fa eredeti helyzetéről és környezetéről tehát semmi adatunk.

A táblázat adataihoz röviden hozzáfűzöm az 1902-ben készült gazdasági tervnek adatait, valamint *Schmotzer Gyulának* magyarázatát.

Az erdőrész jelenleg a 122., 123., 124. és 125. sz. tagok neve alatt van nyilvántartva. Területe 131'2 k. h. Televényes üde agyagtalaj sárga homok-közet felett, É-, Ék-, Ény-i fekvésű, 5—15 fokos lejtű. Tengerszín feletti magasság 300 m. T. h. o. II. Kocsános tölgy 1'0. Kora 65 év. Z. 0'8. Holdankéntifatómeg 93 m³. Jelen évi növekedése 2%, holdanként 19 m³. Megjegyzés: A vágás úgy vezetendő, hogy azáltal természetes úton felujjuljon. A fatömeg próbatér alapján lett kiszámítva.

A részletes főhasználati tervben az első fél fordulósakban (1902-től 1911-ig) főhasználatra van előírva az erdőrészlet, félterülettel, 65'6 k. h., illetőleg 51'8 k. h. I. t. h. o.-ra átszámított területtel és holdanként 102 m³ fatömeggel. Megjegyzés: Az egész osztág területén vetővágás eszközözendő.

A második félfordulósakra (1912—1921-ig) ugyancsak főhasználatra 65'6 k. h., illetőleg 51'8 k. h. I. t. h. o.-ra átszámított területtel, holdanként 121 m³ fatömeggel.

Az üzemnyilvántartó adatai szerint a vetővágást az 1907—1911-ben négy éven át hajtották végre³⁾ és az állományt 0'5-re ritkították meg. Összesen 8670 m³ fatömeg lett kitermelve a fenti négy év alatt. Ebből 3515 m³ épületfa, 5155 m³ tűzifa.

Az 1912-ben foganatosított üzemátvizsgálási munkálatok után az új gazdasági tervben a következő leírás foglaltatik:

Területe 131'2 k. h. Ebből 38'0 k. h. idősebb állománynak feltüntetve és 93'2 k. h. fiatalosnak. Talaj, fekvés mint fent.

Az öreg állomány: Elegyarány: Tölgy 0'9, bükk 0'1. Kor 75 év. Sűrűség 0'5. Holdankénti fatömeg tölgynél 255 m³, bükknél 14 m³, összesen 269 m³. Jelen évi növekvés k. holdanként 1'0 + 0'2, összesen 1'2 m³.

A fiatalos: Tölgy 0'8 b. gy. 0'2. Kor 5 év. Sűrűség 0'6. Fatömeg k. holdanként tölgynél 2 m³, bükk, gyertyán 1 m³. Jelen évi növekvés 0'4 + 0'1, összesen 0'5 m³. Megjegyzés: A fatömeg próbakörözés útján lett megállapítva.

³⁾ Hogy területileg elkülönítetten történt-e vágás vagy négy ízben az egész területen végig, arról nincs adat.

Schmotzer ehhez hozzáfűzi, hogy a nyilvántartás adatai a 1912—1921 évben foganatosított termelésekről hiányoznak, bemondás után azonban megállapítást nyert, hogy fenti erdőrészletekben az 1912—1921 évi félfordulószakban 1917—1920 években volt termelés. Miután a természetes úton keletkezett fiatalos az új kelésekkel 0'7—0'8-ra sűrűsödött, az anyafákat fokozatosan kiszedték s kb. 0'1-re csökkentették az eredeti 0'5 záródást.

Az elemzés alá vett rönkök a 0'1 záródásban visszahagyott anyafák-ból valók, melyeket szórványosan egyrészt a még védelemre szoruló fiatalos, másrészt a foltonként fel nem ujult részek későbbi és természetes úton remélendő felújítása miatt hagytak állva.

Ezeket a hagyasfákat az erdőhivatal a jelen fordulószakban az 1924—1925 évben termeltette ki.

Az új gazdasági tervben az 1922—1931-ig terjedő félfordulószak erdő-leírásának adatai egyeznek a fenti (1912—1921) adatokkal, csupán a korban és záródásban állott be változás. Kor 5—15, átlagosan 8 év; $Z = 0'8$.

A tömeggyarapodás, a fák hizása az összes akkor (1924—1925 évben) kitermelt egyedeknél szembetűnő volt. Különösen az utolsó 5—10 évi évgyűrűk feltűnően szélesek. Az évgyűrűk szélesedése kb. 15 évre visszamenőleg kezdődött s szinte fokozatosan szélesedett. A második (1917—1920) évben foganatosított s 0'1 záródásra kirítkított főhasználati vágás után pedig egyik-másik törzsön az átmérő vastagodása helyenként 2 cm.-t is elért.

Százalékban kifejezve 25—35%-os is volt a törzsek egy részénél a tömeggyarapodás az utolsó 13—15 év alatt.

A gesztesedés fokozatosan tartott lépést a vastagodással s a széles gyűrűk egy része már elgesztesedett. Magassági növekvésben a törzs megállott, vagy csak igen keveset növekedett.

Hibája volt a 1907—1912 években foganatosított vetővágásnak az, hogy a záródást hirtelen szállította le 0'8-ról 0'5-re. Túlságosan téres állásba hozták a törzseket különösen ott, ahol helyenként a záródás — a megmaradt tuskók után ítélve — eredetileg 0'9—1'0 volt. Ez az oka annak, hogy az évgyűrűk számos törzsön minden átmenet nélkül hirtelenül szélesek lettek.

Lassanként való felszabadítás, vagyis az állománynak óvatosan, lépésről-lépésre téresebb állásba való hozatala fatömeggyarapodás és minőség szempontjából kedvezőbb eredményt adott volna.

Kezdetben ugyan az évgyűrűk keskenyebbek maradtak volna s így a fatömeggyarapodás is kisebb lett volna pár százalékkal, de minőségben nyert volna a törzs ezzel, mert a gesztesedés aránylag nem maradt volna le annyira a szíjács rohamos fejlődése mögött. A fattyúhajtások fellépése

is elmaradt volna, legalább is addig, amíg a 0'5 záródást érik el a gyéritéssel. Az állomány gyorsan csúcsszáradásba esett, aminek tudvalevőleg a fattyúhajtások fellépése az oka. Helyenként héjaszás is lépett fel. Fia-talos nem védte a nap és szél szárító hatása ellen még a törzsnek közvetlenül a föld feletti részét, a gyökfőt sem, ami szintén siettette a csúc-száradást. Sok törzsön észlelhető volt az is, hogy amilyen rohamosan fokozódott felszabadítás után az évgyűrűk szélessége, a csúcsszáradás, a növtér talajának kiszáradása, elszegényedése, a gyökfőnek a földtakarótól való megfosztása s ezáltal a napsütésnek való kitétele miatt az utolsó évek évgyűrűi visszaesést mutattak vastagodásban.

A helyzet csak ott volt kedvezőbb, ahol északi oldalon, meredekebb részen, a törzs jobban volt árnyalva, védve a szárító tényezők hatása elől s ahol épen a fekvése miatt a talaj is üdőbb, jobb volt.

Az adventív rügyek, illetőleg a törzsön keletkezett galyak a fatörzs alakját rontották ugyan a kitermelésnél, azonban a minőségre hátrányt nem tapasztaltunk, mert — a túlkorán keletkezett galyakat kivéve — a belső minőségnek nem ártottak. Legnagyobb részük csak a szíjácsban maradt, a geszt szép és göcsmentes, a belőlük faragott épületi fák vagy más gyártmányok minősége kifogástalan volt. A minőséget rontó egyes ággyöcsök már régebbi eredetre mutattak.

Schmotzer később, 1928-ban, újra vett fel adatokat, de saját véleménye szerint ezek nem alkalmasak arra, hogy megfelelő képet adjanak, miért azokat nem is közlöm.⁴⁾ Ezek az adatok nem rönkökről, hanem szálfák-ról valók, mivel pedig teljesen töből vágták, alsó lapjuk egészen a ter-peszbe esik és szabálytalan, ezért nem nyújthatnak pontos adatokat. A feljebb való új vágást pénzügyi okok tiltották.

Schmotzer ezekből a mérésekből és a szíjács nagy szélességéből azt a következtetést vonja le, hogy a fokozatosan felújító vágást helytelenül alkalmazták. A fentebb közölt leírásából kitűnik, hogy a záródást annak idején hirtelenül és túlságos mértékben bontották meg, ami a fa vastago-dására ugyan előnyösen hatott, de a szíjács túlságos mérvű vastagodásá-val a műfát károsan befolyásolta. Nem tudott teljes mértékben lépést tar-tani a szíjács képződésével a gesztetesedés.

Ha tömegnövekedés szempontjából vizsgáljuk meg az egyes törzseket, számítás útján arra jutunk, hogy a tömegnövekedés 30—45%-ot mutat. Ez kizárólag az utolsó 15—20 évre vonatkozik, tehát a felszabadulás idő-zakára. S ha a fokozatosan felszabadító vágás helyesen lett volna ke-resztülhajtva, avagy a mai szálaló vágásos gazdaság elveinek pontos és szigorú, de a körülményekhez és viszonyokhoz alkalmazott módszerével

⁴⁾ A kép egyébiránt hasonlít az előbbiekhöz.

lett volna a vágás kitermelve, úgy, habár a tömegnövedék százalékban alacsonyabbat is mutatna, a minőség szempontjából a faanyag nyert volna.

Schmotzer fenti fejtegetéseihez nem sok megjegyezni valóm marad.

Ismételten rámutattam már arra, hogy az erdő nem tűr ugrást, hanem lassú és állandó munkát követel.

Lehet világosságot követelő fajoknál is szabályozni — bizonyos határokon belül — az évgűrű fejlődését, illetőleg annak erőteljes növekvését a világosság fokozásával, de ezt kellő korán és óvatosan kell meg kezdeni és állandóan fenntartani, valamint gondoskodnunk kell arról, hogy a válogatott törzsek koronái alatt legyen alsó emelet, amely megakadályozza a világosságnak a törzsekhez és a talajhoz való jutását, a közvetlen insola-tiót, ennek révén a fattyúhajtásokat és a göcsösödést, valamint a talajnak elgyomosodását, ú. n. elvadulását és kiszáradását.

Hirtelen erős bontás az évgűrűk szélességét ugrásszerűen fokozza, ennek következtében a szíjács arányát igen magasra emeli, mivel pedig a gesztesedés menetét gyorsítani nem tudjuk, az ebben az állapotban döntött törzsek értéke a sok szíjács miatt nem emelkedik oly arányban, amilyenben a tömeg emelkedik. Lassúbb munkával jobb lesz az eredmény.

Hogy meddig tartható fenn a növekvésnek erősebb menete, még nem állapítható meg, de valószínű, hogy csak addig, amíg vagy a világosság mértékét emelhetjük vagy legalább a koronát kellő nagysággal épségben tarthatjuk. Arányosan fejlett korona biztosítja a növekvésnek erélyes fejlődését, de ha a törzsön elhatalmasodhatnak a fattyúhajtások, nemcsak a faanyag értéke csökken, hanem a növekvés erélye is. Oly tág határokat az elnyomás tartama és az elnyomás okozta sínylődés, másrészt a fel-szabadítás után való fejlődés mértéke körül, amilyent a bükk vagy a jegenye mutat, a tölgnél ne várjunk, mindamellett nagyobb eredményeket érhetünk el, mint amekkorákra szaktársaink többnyire számítanak.

Befejezésül újra rámutatok arra, hogy hasonló adatok a külső körülmények gondos leírásával együtt mennyire szükségesek és mennyire tájékoztatnak az eljárás következményeiről, helyes vagy helytelen kiviteléről. Azért újra kérem szaktársaimat adatok gyűjtésére, illetőleg korongok beküldésére.

Intézeti és személyi ügyek.

A m. kir. földművelésügyi miniszter állomásunk püspökladányi szik-kísérleti telepének az 1927.—1928. években volt helyi vezetőjét: *Galambos József* m. kir. s.-erdőmérnököt e szolgálata alól felmentette s őt a békéscsabai m. kir. erdőhivatal vezetésével bízta meg; helyébe pedig *vitész Tury Elemér* m. kir. s.-erdőmérnököt nevezte ki.

A m. kir. földművelésügyi miniszter *Worschitz Frigyes* okl. erdőmérnököt, aki hosszabb időn keresztül részben a nancyi École nationale des Eaux et Forêts-en, részben a párisi Sorbonne-on speciális tanulmányokat folytatott, ideiglenes szolgálattételre kísérleti állomásunkhoz osztotta be.

FORSTLICHE VERSUCHE

RECHERCHES FORESTIÈRES.

FOREST RESEARCHES.

Année XXXI. Jahrgang.

Cahier 1. Heft. 1929.

Untersuchungen über den zeitlichen Verlauf des Mikrobenlebens des Waldbodens.¹⁾

(Aus dem Bot. Institut der k. ung. Hochschule für Berg- und Forstingenieure.)

Von *Dr. D. Fehér.*

Einleitung.

Im Laufe unserer bisherigen Untersuchungen ist es uns grösstenteils gelungen, einige wichtige biologische Zusammenhänge zwischen der Bodenatmung, dem Kohlensäuregehalt der Waldluft, der Mikroflora und Mikrofauna des Waldbodens einerseits und jenen organischen und unorganischen Faktoren anderseits, welche diese beeinflussen, aufzuklären. (I.)

Meine bisherigen Untersuchungen erstrecken sich aber nur auf eine kurze Beobachtungsperiode, weshalb die Resultate nicht in jeder Hinsicht befriedigende sind.

Um einen sicheren Einblick zu bekommen, habe ich die Untersuchungen auf drei Versuchsflächen, und zwar: Versuchsfläche Nr. I. Fichtenwald im botanischen Garten der Hochschule, Versuchsfläche Nr. V. Fichtenwald in Ágfalva, Lehrrevier der Hochschule, Versuchsfläche Nr. VII. Niederwald ebendort, auf ein ganzes Jahr ausgedehnt.

Mit Rücksicht auf das recht umständliche Verfahren der quantitativen Untersuchungen der Bodenatmung und des CO₂-Gehaltes der Waldluft, konnte ich diese beiden Faktoren nur auf Versuchsfläche Nr. I. ununterbrochen durch das ganze Jahr messen, während auf den anderen zwei Versuchsflächen nur die übrigen biologischen Faktoren untersucht wurden.

¹⁾ Vorgelegt der III. Abt. der kön. ung. Akademie der Wissenschaften in der Dezembersitzung 1928.

Untersuchungsmethodik.

Mein Verfahren war dasselbe, welches ich schon im Jahrgang 1927, Heft 3—4, der „Erdészeti Kísérletek“ beschrieben hatte.

1. In der diesbezüglichen Formel

$$X_{\text{CO}_2} = \left[\frac{H-h_1+h_2}{l_3} (t_0-t_1) f - (H-h_1+h_2) g \right] \frac{60}{t} \cdot \frac{10,000}{T}$$

bedeuten:

X = CO_2 -Produktion des Bodens in gr. per m^2 und Stunde,

H = das Volumen der Bodenglocke in cm^3 ,

h_1 = die Volumenverminderung infolge Eindrückens der Glocke in cm^3 ,

h_2 = das Volumen der Glasleitung von der Glocke zu dem Apparat in cm^3 ,

h_3 = das Luftvolumen, welches in den Apparat eingesaugt wird,

t_0 = der Titer der $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -Lösung mit $\frac{n}{x}$ HCl (Blindtiter),

t_1 = der Titer der $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -Lösung nach der Absorption,

g = der Kohlensäuregehalt der Luft in $\frac{\text{gr.}}{\text{cm}^3}$

T = die Grundfläche der Bodenglocke in cm^2 ,

t = die Expositionszeit der Glocke, d. h. der Zeitraum zwischen dem Schliessen und Oeffnen der Glocke in Minuten,

f = der Faktor der $\frac{n}{x}$ HCl -Lösung, welcher angibt, wieviel gr. CO_2 einem cm^3 der betreffenden HCl -Lösung entsprechen.

Bei entsprechender Arbeitseinrichtung wird die Gleichung für praktische Arbeiten die folgende einfache Form annehmen:

$$X = [a(t_0-t_1) \cdot f - b \cdot g] \cdot c \cdot d$$

In dieser Gleichung bedeuten:

$$\frac{H-h_1+h_2}{h_3} = a,$$

$$H-h_1+h_2 = b,$$

$$\frac{10.000}{T} = c,$$

$$\frac{60}{t} = d.$$

2. Der Kohlensäuregehalt der Waldluft wurde ebenfalls mit dem volumetrischen Apparat von *Lundegardh* gemessen (III.), und zwar in 3 m. Höhe.

3. Die Anzahl der Bodenbakterien wurde nach physiologischen Gruppen nach dem in meinem Institute von *Bokor* eingeführten Verfahren ermittelt, wobei das Verdünnungs- und das elektive Verfahren kombiniert wird.

Ausserdem habe ich auch die Gesamtzahl der Bakterien, welche auf Agar- und Gelatineplatten gezüchtet werden, getrennt nach aeroben und anaeroben Bakterien ermittelt. Die Summe der beiden ergibt nun die Gesamtzahl der Bakterien.

4. Die Anzahl der Bodenprotozoen wurde nach dem Verdünnungsverfahren von *Cutler* ermittelt. (IV.)

5. Die Bodenpilze wurden nach einer von *Waksman* empfohlenen Methode bestimmt. (V.)

6. Der Humusgehalt wurde mit Kaliumbichromat bestimmt. (VI.)

7. Der Wassergehalt wurde mit Trocknen auf 100° bis ständigen Gewicht gemessen. (VII.)

8. Die Wasserkapazität (VII.) und

9. die Porosität (VII.) wurden nach den von *Wiesmann* empfohlenen Methoden bestimmt.

10. Die Luftkapazität wurde aus den Daten der Porosität und abs. Luftkapazität berechnet.

11. Die Lichtintensität wurde nach dem Verfahren von *Eder—Hecht* gemessen, wobei die Lichtintensität mit je einem Apparat gleichzeitig im Freien und im Walde bestimmt wurde, bei je einer Minute Beobachtungszeit.²⁾ (VIII.) Aus diesen Daten habe ich dann die *Bunsen—Roscoe*-Einheiten ermittelt und aus diesen Einheiten die Lichtintensität im Walde in Prozenten des Freilandlichtes berechnet.

12. Die *ph*-Werte wurden elektrometrisch mit der Methode und Apparatur von *Mislowitzer* ermittelt. (IX.) Ausserdem habe ich noch eine eigene einfache Apparatur zusammengestellt, welche ebenfalls mit der Chinhydron-elektrode arbeitet.

Was nun die Details der Untersuchungen anbelangt, möchte ich noch kurz folgendes bemerken:

Es wurden *täglich* gemessen: die *Bodenatmung*, die *Bodentemperatur* in drei verschiedenen Tiefen: an der Oberfläche, in 0'5 und in 1'0 m. Tiefe, die *Lufttemperatur*, die *Windstärke* und die *Lichtintensität*, beziehungsweise die Lufttemperatur und die Feuchtigkeit wurden mit Registrierapparaten fortlaufend gemessen.

Die Anzahl der Bakterien, Pilze und Protozoen konnte ich mit Rücksicht auf die mit der Untersuchung derselben verbundenen Massenuntersuchungen nur monatlich einmal bestimmen. In den kritischen Monaten aber, im Dezember, Jänner und Feber, haben wir jedoch die Gesamtzahl der Bakterien in jeder zweiten Woche bestimmt.

²⁾ Die relativen Aenderungen der abs. Werte der Lichtintensität im Walde und im Freien habe ich in den Grafiken nur mit den Skalenteilen des Photometers ausgedrückt.

Kurze Beschreibung der Versuchswälder.

1. Fichtenwald im botanischen Garten der Hochschule.

Versuchsfläche Nr. I.

Alter 50 Jahre, auf Lehm Boden mit reichlichen Bodenpflanzen, s. S. 4.

Die Resultate der Untersuchungen zeigt Grafikon Nr. 1. und 1a. und Tabelle Nr. 1.

2. Fichtenwald im Lehrrevier.

Versuchsfläche Nr. V.

Betriebsklasse: J, Abt.: I., Jegen: 12, Bonität: II., Höhe: 360—400 m. ü. d. M., frischer, sandiger Lehm Boden auf Schotter. Exposition: SW. Alter: 24 Jahre, Schluss: 1'0. Fi. 0'5, Schwkie 0'1, Wbu. u. Pa. 0'3.

Bodenpflanzen siehe Seite 6.

Die Resultate der Untersuchungen zeigt Grafikon Nr. 2. und Tabelle Nr. II.

3. Niederwald im Lehrrevier.

Versuchsfläche Nr. VII.

Betriebsklasse: H, Abt.: II., Jegen: 22, Bonität: II., Alter: 7 Jahre, Höhe 360 m. ü. d. M., frischer, sandiger Lehm Boden. Untergrund an dem nördlichen Teil Schotter und am südlichen Schiefer und Gneis. Wbu., bepflanzt mit Fi. 0'7, Te. u. Lä. 0'3. Einige *Castanea sativa* Mill. und *Fagus silvatica* L.

Bodenpflanzen siehe Seite 7.

Die Resultate der Untersuchungen zeigt Grafikon Nr. 3 und Tabelle Nr. III.

Tabelle Nr. IV. zeigt die wichtigsten Daten der Ergebnisse nach Jahresmittelwerten zusammengestellt, in Verbindung mit den wichtigsten Resultaten meiner früheren Untersuchungen.

Zusammenfassung der Resultate.

1. Diese Untersuchungen haben in Uebereinstimmung mit den Ergebnissen meiner früheren Resultate ganz klar bewiesen, dass zwischen dem Bakteriengehalt des Bodens und zwischen den durch ihre Tätigkeit produzierten Kohlensäuremengen ein unmittelbarer und kausaler Zusammenhang besteht, dessen Kriterien die folgenden sind:

a) Die biologische Tätigkeit der Bakterien steht in engem Zusammenhange mit der Sonnenenergie, die in der Boden- und Lufttemperatur, sowie in der Lichtintensität ihren messbaren Ausdruck findet.

b) Die Aenderungen des Bakteriengehaltes des Bodens vollziehen sich nach klar erkennbaren Gesetzmässigkeiten, welche im kurvenmässigen Verlauf der Aenderungen der Gesamtbakterienzahl deutlich ihren Ausdruck finden. *Die Werte der Boden- und Lufttemperatur und der Lichtintensität erreichen zusammen mit dem Bakteriengehalt ihr Minimum in den Wintermonaten. Nach Ablauf des Winters steigen sie allmählich an und erreichen ihr vollständiges Maximum in den Monaten Juni und Juli. Im Frühling ist ein zweites Maximum zu beobachten, welcher aber gewöhnlich viel geringer ist, wie das Sommermaximum.*

c) *Die Bodenatmung wird durch die Temperaturen unter 0° gewöhnlich fast vollkommen stillgelegt, trotzdem der Waldboden auch bei den niedrigen Wintertemperaturen einen ziemlich beträchtlichen Bakteriengehalt aufweist. Dieser Stillstand entsteht auch dann, wenn die unteren Bodenschichten höhere Temperaturgrade aufweisen. Die Ursache dieser Erscheinung ist darin zu suchen, dass durch das Gefrieren der Bodenkapillaren die Diffusion der gebildeten CO₂ verhindert wird.*

d) *Die durch die Bodenatmung erzeugten CO₂-Mengen werden hauptsächlich durch die Tätigkeit des Gesamtbakteriengehaltes des Bodens beeinflusst, und zwar derart, dass die Intensität der Bodenatmung parallel mit der Zunahme der Anzahl der aeroben Bakterien erhöht. Die Anzahl der anaeroben Bakterien beeinflusst die Bodenatmung negativ. Die höchsten Werte erreicht die Bodenatmung erst dann, wenn in dem Gesamtbakteriengehalt des Bodens die aeroben Bakterien überwiegen. Die anaeroben Bakterien zeigen zwar ebenfalls ein Winterminimum und ein Sommer-, beziehungsweise Frühlingsminimum, aber die Aenderungen ihrer Anzahl bewegen sich zwischen verhältnismässig engen Grenzen. Ihr relatives Minimum fällt mit dem Sommermaximum des Bakteriengehaltes zusammen und ihr relatives Maximum kommt gleichzeitig mit dem Minimum des Gesamtbakteriengehaltes vor.*

e) *Die Anzahl und Tätigkeit der Bodenprotozoen übt keinen namhaften Einfluss auf den Gang der Bodenatmung aus.*

f) *Der CO₂-Gehalt der Waldluft wird nicht nur von der Bodenatmung, sondern auch von der Intensität der Assimilation unmittelbar beeinflusst. Namentlich im Herbst, so lange bei sinkender Bodenatmung die Baumkronen noch CO₂ verbrauchen, nimmt auch der CO₂-Gehalt der Luft ab. Später aber, wenn im Laufe des Winters die Assimilation infolge der niedrigen Temperaturen vollkommen aufhört, sinkt der CO₂-Gehalt der Luft nicht vollständig auf das CO₂-Niveau der freien Luft, sondern zeigt vor-*

übergehend steigende Tendenz infolge der Bodenatmung und des fehlenden Verbrauches durch die Assimilation. Im Frühjahr, bei Beginn der Assimilationstätigkeit der Bäume, sinkt er vorübergehend, steigt aber später mit der zunehmenden Bodenatmung wieder — parallel mit der Bodenatmungskurve.

g) Die Entwicklung der Pilze läuft ungefähr mit der Kurve der Gesamtbakterienzahl parallel, nur mit der geringen Abweichung, dass ihr Maximum im Juli und im August durch die Trockenheit meistens ungünstig beeinflusst wird.

2. Die zu den physiologischen Gruppen gehörigen Bakterien zeigen in ihrem Verhalten folgende Gesetzmässigkeiten:

a) *Die Gesamtzahl der zellulosezersetzenden Bakterien (aerob und anaerob) zeigt ungefähr das gleiche Verhalten, wie die Gesamtbakterienkurve.*

b) Die Buttersäure- und Harnstoffvergärer-Bakterien zeigen im grossen und ganzen ähnliches Verhalten.

c) *Die nitrifizierenden Bakterien erreichen in den mittelalterigen, geschlossenen Waldbeständen ein Maximum, und zwar im Laufe des Winters und des Vorfrühlings.* Dagegen zeigen sie in dem auf Kahlschlagsfläche entstandenen unterbauten Niederwalde je ein Frühjahrs- und ein Wintermaximum.

d) *Die denitrifizierenden Bakterien weisen — entsprechend den Feuchtigkeits- und Niederschlagverhältnissen — ein Herbstmaximum auf und zeigen ausserdem an zwei Versuchsflächen noch ein Frühjahrsmaximum.*

3. Die N-bindenden Bakterien zeigen kein gleichmässiges Verhalten. Auf der einen Versuchsfläche zeigen sie ein Wintermaximum, auf der anderen ein Sommer- und ein Frühjahrsmaximum und auf der dritten ein Herbstmaximum. Dieses abweichende Verhalten verlangt die Fortsetzung meiner Untersuchungen zur Klärung dieser Frage.

4. Zwischen den Aenderungen der ph-Werte und des Humusgehaltes einerseits und den Aenderungen des Bakteriengehaltes andererseits, konnte innerhalb der einzelnen Waldbestände kein unmittelbarer Zusammenhang nachgewiesen werden.

(Literatur siehe Seite 14.)

Szikaufforstungsversuche¹⁾ auf dem Versuchsfelde zu Püspökladány.

Von *Paul Magyar*.

Die Angaben über die Waldfeindlichkeit der ungarischen Pusztá, noch mehr die volle Verneinung aller Aufforstungsmöglichkeiten beziehen sich in erster Reihe auf den Szikboden. Das Fehlen des Waldes, bzw. der Bäume auf diesen Böden wurde und wird auch heute noch von vielen Seiten dahin gedeutet, dass diese Standorte den Bäumen unzugänglich sind.

Die Debatte begann mit *Kerner's*: Das Pflanzenleben der Donauländer und fließt seither mit wechselnder Intensität, bisher aber eigentlich ohne weitausgreifende und systematische Versuche und Forschungen.

Samuel Thessedik, evang. Pfarrer in Szarvas, war der erste, der um 1780 herum sich an den Szik mit Bäumen, meist Obstbäumen, heranwagte. Er unterschied den wilden und schwarzen, bzw. grauen Szik. Nach ihm folgten nur sehr vereinzelte Versuche lange Jahrzehnte hindurch, im Jahre 1880 setzte der ungarische Forstverein die Szikaufforstungsfrage auf das Programm seiner Tagung, in der Folge kam es mehrfach zu Versuchen und Abhandlungen, doch ohne nennenswerten Erfolg.

Die Nachkriegsverhältnisse erzwangen wieder grössere Aufmerksamkeit für diese Frage, dem Scharfblick des damaligen Leiters des ungarischen Forstwesens, *Karl Kaán*, entging die grosse Bedeutung dieser Frage für das ungarische Forstwesen nicht und seiner Initiative verdanken wir das forstliche Szikversuchsfeld bei Püspökladány, welches Dank des verständnisvollen Entgegenkommens des ungarischen Religionsfondes, auf dessen Gütern errichtet wurde. Die Beschreibung dieses Versuchsfeldes und seiner bisherigen Ergebnisse sind in der vorliegenden Arbeit enthalten.

Die Alkaliböden des ungarischen Tieflandes können in zwei grosse Gruppen geteilt werden: szikhältige und sodahältige; erstere liegen am Mittellauf der Tisza, letztere zwischen der Donau und Tisza. Püspökladány gehört zur ersteren Gruppe, sein Boden entspricht der grossen Hortobágy-

¹⁾ Szikböden = Alkaliböden.

puszta, dessen unmittelbare Fortsetzung die Ebene um Püspökladány bildet. (Siehe: Beiträge zu den pflanzensoziologischen und geobotanischen Verhältnissen der Hortobágysteppe. Erdészeti Kísérletek, 1928. Heft 1—2.)

Die ganze Fläche des Versuchsfeldes war magere Szikweide, hauptsächlich mit *Achillea-Inula* und *Festuca pseudovina* Association. Teilweise finden wir auch die *Poa angustifolia*-*Cynodon dactylon* und die *Camphorosma ovata* Association, diese beiden Extreme unserer Szikpflanzenvergesellschaftungen.

Die Arbeiten des Versuchsfeldes stehen überall auf der Grundlage der Pflanzendecke, deren genaue Aufnahme die Einleitung der Arbeiten bildete. Der leitende Gedanke der Versuche aber ist der Wasserhaushalt, das Bestreben, den Pflanzen das notwendige Wasser zu sichern. Genügende Wassermengen geben infolge stärkerer Verdünnung der Pflanze die Möglichkeit, auch grösseren Salzgehalt zu ertragen. Die Frage des Wasserhaushaltes ist im Szik umso wichtiger, als das ganze Gebiet verhältnismässig regenarm ist und die Niederschläge den Ansprüchen der Pflanze eben noch genügen können.

Die Anpflanzungsversuche fliessen in Verbindung mit Meliorationen auf physischer, chemischer und physiologischer Grundlage.

1. *Physische Bodenmelioration.*

a) *Strohdeckung* zur Verhinderung der Verdampfung der Bodenfeuchtigkeit.

b) *Strohschichtung im Boden* zur Lockerung und Durchlüftung des ausserordentlich bindigen Bodens.

c) *Hügelpflanzung*, um die Wurzeln der Pflanze in gelockerten Boden zu bringen und dieselbe höher über die an Salzen reichsten Bodenschichten zu bringen.

d) *Senkpflanzung*. Die Pflanzen bleiben unter dem Bodenniveau, um etwas Schutz gegen die Sonne zu geben, auch die Feuchtigkeit in grösserem Masse zu sichern.

e) *Streifenweises Umstechen*, um der Pflanzreihe ein gewisses Mass Schutz gegen Unkrautverdämmung zu geben und das Austrocknen des Bodens zu verhindern.

f) *Ständige und volle Bodenbearbeitung*, um das Austrocknen der unteren Schichten zu verhindern (dry farming) und das Unkraut vollständig fern zu halten.

g) *Landwirtschaftliche Vornutzung*. Vertilgung des Unkrautes und Einbringen der Kosten aus dem Erlös der Ernte.

h) *Landwirtschaftliche Zwischennutzung*. Unkrautvertilgung, ständiges Lockern der obersten Schicht, Ernteertrag zur Deckung der Kosten.

i) *Rabattenpflanzung*. Anhäufung der szikarmen Krume (bis zirka 15 cm. Tiefe), Lockerung der Pflanzschichte und Erhebung der Pflanzen über die Ueberflutung. (Szikboden ist fast undurchlässig, daher die Niederschläge stagnierendes Wasser in allen Senkungen bringen.) Die Rabatten werden ständig oberflächlich gelockert.

j) *Dampfpflügung*. Tiefgehende Hebung des Bodens, bezw. Wendung der Schichten.

k) *Untergrundlockerung*. Tiefgehende Lockerung des Bodens ohne Wendung der Schichten zur Durchlüftung des Bodens und Konservierung der Feuchtigkeit.

l) *Schwarzbrache*. Brachlegen des Bodens bei wiederholter Bearbeitung, doch ohne jedwede Produktion. Lockerung der Oberfläche und Konservierung der Feuchtigkeit.

2. Chemische Melioration.

a) *Kalkschlamm*. Die Neutralisierung der massenhaften Bodenkolloide, damit Lockerung des bindigen Bodens und Anreicherung des niederen Kalkgehaltes. Zu selbem Zweck dient Kalkstaub, bezw. Kalkgrus.

b) *Digóerde*. Kalkhältige, sodafreie Lösserde.

3. Physiologische Melioration.

a) *Vorpflanzung von Sträuchern*. Ausgehend von der Erfahrung, dass die Natur im Uebergangsgebiet vom Walde zur Steppe Sträucher einzuschieben pflegt, haben wir im Zeitübergang ebenfalls die Einschiebung einer Strauchperiode versucht, mit Anpflanzung von Straucharten, welche das aride Klima und den alkalischen Boden vertragen. Die verfaulenden Wurzeln der Sträucher sollen das Eindringen der Baumwurzeln in die tieferen, feuchten Schichten erleichtern.

b) *Sträucherdeckung*. Einbringung von Sträuchern zwischen die Pflanzenreihen zur schnelleren Erzielung der Bodenbeschattung, gleichzeitig auch als Vorläufer für die Baumwurzeln.

c) *Pflanzung unter Schutzbestand*. Schnellwüchsige Holzarten mit lockeren Kronen als Vorpflanzung zum Schutze anspruchsvollerer Arten.

d) *Luzernenvorpflanzung*. Anbau der Luzerne bei entsprechender Bearbeitung des Bodens. Nach zirka 3—4jähriger Nutzung erfolgt die Aufforstung nach vollem Umbruch. Zweck ist teils Deckung der Kosten aus dem Ernteertrag, teils die Durchziehung des Bodens mit den tiefgehenden, reichen Wurzeln der Luzerne.

Zu den Aufforstungen zogen wir in erster Reihe die Trockenheit ertragenden Holzarten heran, in Verfolg des Hinweises der autochthonen Pflanzendecke, welche aus lauter xerophyten Arten besteht. Die auftreten-

den Halophyten konnten leider keinen Fingerzeig geben, denn halophyte Holzarten besitzt unser Klima keine. Wir versuchten folgende Holzarten: *Tamarix tetrandra*, *T. odessana*, *Elaeagnus angustifolia*, *Ulmus glabra*, *Sophora japonica*, *Quercus robur*, *Qu. cerris*, *Fraxinus americana*, *Juglans nigra*, *Pirus piraster*, *Celtis australis*, *Amorpha fruticosa*, *Pinus nigra*, ausserdem wegen des häufigen Stagnierens der Niederschlagswässer *Populus virginiana*, *P. alba*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus levis*, sowie alle Arten, die wir bekommen konnten: *Acer Negundo*, *A. platanoides*, *Ailanthus glandulosa*, *Maclura aurantiaca*, *Populus Simonii*, *Tilia argentea*, *Prunus serotina*, *Quercus tardiflora*, *Carpinus betulus*, *Koelreuteria paniculata*, *Salix fragilis*, *Robinia pseudacacia*, *Gleditschia triacanthos*, *Cydonia oblonga*, *Morus alba*, *Quercus sessilis*, *Tamarix gallica*, *Ligustrum vulgare*.

Die Anpflanzungen erfolgten mit dem Zwecke, die verschiedenen Holzarten unter möglichst gleichen Verhältnissen zu erproben. Das Gewicht lag also nicht in der Begründung von Waldbeständen, sondern auf der Erprobung verschiedener Verfahren mit verschiedenen Holzarten.

Die Erhebungen und Beobachtungen erstreckten sich auf die Feststellung, wie viel von den Pflanzen ausgetrieben hatten, dann wie viel im Laufe der Jahre am Leben blieben, wie dieselben die Trockenheit des Jahres 1928 ertrugen und welche Masse selbe bisher erreichten. Die zahlenmässigen Angaben finden sich in den Tabellen I.—IV. auf Seite 55—62.

Das beste Austreiben zeigte *Fraxinus americana*, dann *Amorpha*, *Ulmus glabra*, *U. levis*, *Tamarix*, das schwächste Resultat *Quercus cerris*.

Die Bonität hat hierauf keinen Einfluss.

Die Untersuchung, wie viel der Pflanzen noch leben, gibt uns wichtige Aufschlüsse in bezug der Lebensfähigkeit der verschiedenen Arten. An erster Stelle steht *Tamarix tetrandra*, dann *Fraxinus americana*, *Ulmus glabra*, *U. levis* und *Amorpha fruticosa*. Den grössten Verlust erlitten *Acer platanoides*, *Acer Negundo*, *Sophora japonica*, auch *Maclura aurantiaca*, *Populus alba* und *P. virginiana*.

Von den verschiedenen Pflanzverfahren verblieben die meisten Pflanzen bei der Rabattenpflanzung, fast ebensoviel bei voller Bearbeitung, weniger bei Sträucherdeckung und die wenigsten bei der vollen Strohdeckung und streifenweisem Umstechen am Leben.

Der Einfluss der Dürre war sehr gut zu beobachten im Jahre 1928, da nach dem ausgiebigen Regen am 27. Juni (32 mm.) bis Mitte August — dem Zeitpunkt dieser Aufnahmen — im ganzen nur 15'2 mm. fielen. Die Folge war, dass die Blätter der Pflanzen welkten und teils auch abfielen. Ich teilte diesbezüglich die Pflanzen in vier Gruppen. I. Gruppe: Belaubung blieb gesund und unverwelkt. Gruppe II.: Es fiel durchschnitt-

lich ein Viertel der Belaubung ab (bis 50%). Bei Gruppe III. fiel durchschnittlich $\frac{3}{4}$ der Belaubung ab. Bei Gruppe IV. fiel alles Laub ab.

Innerhalb dieser Gruppen addierte ich sämtliche beobachteten Pflanzen einer jeden Art und berechnete, wie viel Laubfall prozentuell auf jede Gruppe entfiel.

Zu Vergleichszwecken berechnete ich die prozentuelle Verhältniszahl in der Weise, dass ich die Prozentwerte der Gruppen I., III. und IV. mit der obigen Verhältniszahl der verwelkten Krone ($\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{4}{4}$) multiplizierte. Z. B. (Tabelle III.) *Acer Negundo* in Parz. I. $5 \times \frac{1}{4} + 32 \times \frac{3}{4} + 1 = 38$.

Gegen die Trockenheit schützt am besten die Melioration des Bodens mit Digóerde oder Kalkschlamm, vorausgesetzt dabei volle Bearbeitung. Ohne Melioration zeigt sich die beste Wirkung auf die Konservierung der Feuchtigkeit bei voller Bodenbearbeitung, bei Rabattenkultur, Dampfpflügung und Sträucherdeckung, immer vorausgesetzt ständige Bodenlockerung mit dem Häufelpflug. Am wenigsten schützt gegen Trocknis Streifen- oder Gräbenkultur, dann Lochpflanzung, wenn selbe ohne Umreißen der Bodennarbe erfolgt. Erfolglos bleibt auch die Strohdeckung, weil selbe die Bodenbearbeitung unmöglich macht.

In Bezug auf die Widerstandsfähigkeit der einzelnen Holzarten gegen die Dürre steht *Tamarix* an erster Stelle, dann folgen *Amorpha*, *Elaeagnus* und *Pirus Piraster*. Gut vertragen die Dürre noch *Gleditschia*, *Quercus*, *Ulmus glabra*, *Juglans nigra*, *Sophora japonica*, *Fraxinus excelsior*, *Fr. americana*, *Ulmus levis*, am wenigsten *Celtis australis*, *Populus virginiana*, *P. alba*, *Acer Negundo*.

Die bisherigen Ergebnisse lassen sich kurz in folgendem zusammenfassen:

1. *Physische Melioration.*

a) *Strohdeckung*. Hat keine Bedeutung, da sie die Bodenpflege unmöglich macht.

b) *Strohschichte in der Erde*, dasselbe Ergebnis, der kolloide Boden fließt nach dem ersten Regen zusammen und macht das Stroh wirkungslos.

c) *Hügelpflanzung*. Ohne praktische Bedeutung, da die Pflanze schon im ersten Jahre mit ihren Wurzeln den Hügel überschreitet und den nachteiligen Wirkungen des vergrasteten Bodens ausgesetzt bleibt.

d) *Senkpfanzung*. Fast bedeutungslos, weil sich das Wasser in der Grube ansammelt, was nur wenige Holzarten ertragen.

e) *Streifenweises Umstechen*. Wirkungslos aus selben Gründen wie die Hügelpflanzung.

f) *Volle und ständige Bodenbearbeitung*. Praktisch das beste und am meisten empfehlenswerte Verfahren, besonders mit Schwarzbrache

verbunden. Sammelt und konserviert die Niederschäge, lockert den Boden und erhält ihn feucht. Dieses Verfahren wenden wir — teils in Verbindung mit den folgenden — auf dem Versuchsfelde überall an; ohne ständige und bis zum Inschlusstreten fortgesetzte Bodenbearbeitung ist die Aufforstung der Szikböden auch bei den besten Bonitäten kaum denkbar.

g) *Landwirtschaftliche Vornutzung*, ist auf besseren Böden aus finanziellen Gründen annehmbar, hat aber der Schwarzbrache gegenüber den Nachteil, dass das Getreide den Wasservorrat des Bodens aufbraucht.

h) *Landwirtschaftliche Zwischennutzung*, nur auf bestem oder meliorierten Boden anwendbar, da auf schwächeren sich keine Unternehmer dazu finden. Dies Verfahren kann aus finanziellen Gründen befürwortet werden, um die Kosten aus den Ernteerträgen decken zu können.

i) *Rabattenpflanzung*, hat sich, besonders mit Schwarzbrache verbunden, von sämtlichen Meliorationsverfahren als das ergebnisvollste erwiesen; ist in erster Reihe auf flachen Senkungen — wo sich stagnierendes Wasser sammelt — am Platze. Verlangt aber eingehende, ständige Bearbeitung. Die Rabatten dürfen nicht zu hoch sein.

j) *Dampfpflügung*. Auf schwach szikhältigen Böden sehr wirksam, aber nur, wenn die nach oben gebrachten Schichten nicht mehr Szik bringen. Der Szikgehalt ist stets in einer gewissen Tiefe — zirka 40-60-80 cm. — am reichsten. Diese Schichten werden vom Dampfpflug erfasst und nach oben gebracht. Es kann dies Verfahren also geradezu schädlich werden, wenn nicht gleichzeitig angewandte chemische Melioration den Szik neutralisiert.

k) *Untergrundlockerung mit Killipher-Pflug*. Ist infolge tiefgehender Lockerung — ohne Wenden der Schichten — sehr wirksam, doch stehen die enormen Kosten in keinem Verhältnis zur Wirkung.

2. Chemische Melioration.

a) *Kalkschlamm*, bzw. *Kalkgrus*. Heute das beste und rentabelste Verfahren, welches in der Landwirtschaft jener Gegenden allgemein anwendbar ist. 100—150 Tonnen Kalkschlamm oder die halbe Menge Kalkgrus pro ha. hat sichere Wirkung. Das Verfahren ist leider für Aufforstungen kostspielig und deshalb nur mit landwirtschaftlicher Nutzung in Verbindung zu empfehlen.

b) *Digóerde*. Kalkhaltiger Löss, meist in zirka 1'0—1'5 m. Tiefe zu finden, wird in Mengen von zirka 300—600 Fuhren je ha. auf den Szik gebracht, ist ebenfalls ein sicheres Verfahren der ständigen Melioration.

3. Physiologische Melioration.

a) Vorbau von Strauchwerk. Lässt noch kein sicheres Urteil zu. Zur Verwendung kamen: *Tamarix tetrandra*, *T. odessana*, *Elaeagnus angustifolia*, *Amorpha fruticosa*.

b) *Sträucherdeckung*. Bisher erhielten wir keine erhebliche Wirkung. Voraussichtlich nur bei Holzarten mit lockerer Krone von Vorteil, deren lichter Schluss den Boden nicht genügend schützt.

c) *Schutzbestand*. Nur bei empfindlichen oder trügwüchsigen Holzarten am Platze. Zum Schirmbestand dienen *Fraxinus americana* und *Populus virginiana*.

*

Bezüglich der Eignung der verschiedenen Holzarten zur Szikaufforstung kurz folgendes:

1. *Tamarix tetrandra*. Die widerstandsfähigste Holzart, welche sowohl Dürre, wie starken Szikgehalt verträgt. Für Bodenpflege dankbarer, wie für Melioration. Das ausserordentlich reiche tiefgehende Wurzelwerk arbeitet anderen Holzarten sehr gut vor. Bodenbedeckung, bezw. Beschattung genügend.

2. *Tamarix odessana*. Gegen Dürre etwas empfindlicher, wie *Tamarix tetrandra*, gegen Kälte aber vollständig hart. Deckung und Beschattung ausgiebiger, Triebe stärker und reichlicher. Beide verlangen Sonnenfreiheit.

3. *Amorpha fruticosa*. Verträgt Dürre und Szik fast ebenso, wie *Tamarix*, Ueberflutung dagegen viel besser. Zur Strauchpflanzung sehr geeignet.

4. *Elaeagnus angustifolia* verträgt Dürre und Szik gut, leidet aber von der Nässe sehr. Bodenschutz genügend, die starken Stacheln aber erschweren die Bodenpflege.

5. *Pirus Piraster*. Verträgt Dürre, Szik gut, auch Nässe noch genügend, erreicht volle Baumdimensionen bei schnellem Wuchs, beschattet aber nur schwach. Unterbau mit den vorherigen angezeigt.

6. *Ulmus glabra*. Verträgt Szik und Dürre gut, auch Nässe, erreicht grosse Dimensionen. Für Melioration und Bearbeitung sehr dankbar. Beschattet reichlich.

7. *Ulmus levis*. Sehr zäh, lässt bei Trockniss wohl alle Blätter fallen, treibt aber nachher wieder aus. Steht in vieler Beziehung der vorigen nahe, liefert aber minderwertiges Holz und beschattet weniger.

8. *Fraxinus americana*. Zeigt rasche Entwicklung, beschattet aber schwach, die seichte Bewurzelung dürfte kein langes Leben gewährleisten. Hat sich gegen Dürre und gegen Ueberflutung gleich widerstandsfähig gezeigt.

9. *Quercus robur*. Verträgt auf bester Bonität bei willigem Gedeihen sowohl Dürre, wie Ueberflutung gut.

10. *Quercus cerris*. Bewährt sich am Szik nicht.

11. *Gleditschia triacanthos*. Verträgt Dürre gut, auch schwachen Szikgehalt, beschattet aber wenig und liefert kein gutes Holz. Dabei erschweren die ausserordentlich grossen Dornen die Bodenpflege.

12. *Juglans nigra*. Verträgt nur guten und trockenen Boden, Ueberflutung gar nicht.

13. *Sophora japonica*. Wird die in sie gesetzten grossen Hoffnungen wohl nur zum Teil erfüllen und sich nur auf den besseren Böden bewähren. Verträgt die Dürre gut, auch schwächeren Szikgehalt. Leidet aber beim Verpflanzen wegen ihrer tiefgehenden Pfahlwurzel.

14. *Populus virginiana*. Gedeiht auf guten Böden vorzüglich, stockt aber auf minderen Böden trotz anfänglich guten Gedeihens bald und fällt zurück.

15. *Acer Negundo*. Verträgt auf Szikböden die Dürre nicht und dürfte aus der Liste der Szikaufforstungen gestrichen werden.

16. *Fraxinus excelsior*. Verträgt sowohl die Dürre, wie die Ueberflutung, beschattet aber wenig, verlangt daher Unterbau von Bodenschutzholz.

17. *Populus alba*. Hat im Szik keine Zukunft.

18. *Maclura aurantiaca*. Zeigt trägen Wuchs und ist gegen Kälte empfindlich, die starke Bedornung erschwert die Bodenpflege.

19. *Celtis australis*. Ohne Bedeutung.

20. *Robinia pseudacacia*. Nur auf besserem Boden und als Schirmbestand am Platze, da ihr Wuchs auch auf besserem Boden bald abnimmt und Zopftrockniss auftritt.

Die praktischen Folgerungen für die Aufforstungsfrage lassen sich kurz in folgendem zusammenfassen:

Auf Szikböden I. Klasse kann bei voller Bodenbearbeitung und Bodenpflege, allenfalls landwirtschaftlicher Nutzung, mit *Quercus robur*, *Q. cerris*, *Ulmus glabra*, *U. levis*, *Fraxinus excelsior*, *Populus virginiana*, *Sophora japonica* und *Juglans nigra* aufgeforstet werden.

Klasse II₁. Bei voller Bearbeitung und Bodenpflege, ausser den vorigen: *Fraxinus americana*, *Pirus Piraster*, *Gleditschia triacanthos*.

Klasse II₂. Bei Bodenbearbeitung und ständiger Pflege ist noch Melioration mit Kalkschlamm (35—70 q pro ha.) oder der halben Menge Kalkgrus oder 200—350 Fuhren Digóerde je ha. notwendig. Bei Melioration können die früheren Holzarten gepflanzt werden; ohne Melioration *Ulmus glabra*, *U. levis*, *Fraxinus americana*, *Pirus Piraster*, *Elaeagnus angustifolia*.

Klasse III₁. Bei intensiver Melioration — 100—140 q. Kalkschlamm, halbe Menge Kalkgrus oder 300—600 Fuhren Digóerde je ha. —, voller Bearbeitung und ständiger Bodenpflege können die Holzarten von Kl. II₁ zur Anwendung kommen, ohne Melioration, möglichst mit Rabattenkultur aber: *Pirus Piraster*, *Elaeagnus angustifolia*, *Ulmus glabra* mit Unterbau von *Tamarix tetrandra*, *T. odessana*, *Amorpha fruticosa*.

Klasse III₂. Mit *Tamarix tetrandra*, *T. odessana* nur nach Melioration oder mit intensiver Bodenpflege zu bepflanzen.

Klasse IV. Nach unseren bisherigen Erfahrungen zur Holzzucht ungeeignet wegen zu hohen Gehalt an Salzen.

Zusammenfassung.

1. Das forstliche Szikaufforstungsversuchsfeld bei Püspökladány repräsentiert den Typus der am Mittellaufe der Tisza gelegenen Szikflächen.

2. Die Aufforstung der bindigen Szikböden ist — abgerechnet die Böden IV. Klasse — bei entsprechenden Verfahren möglich.

3. Ohne Bodenbearbeitung und ständiger Bodenpflege ist Erfolg nicht zu erwarten, weshalb alles, was die Bodenpflege erschwert oder verhindert, vermieden werden muss.

4. Bodenmelioration mit Kalkschlamm, Kalkgrus oder Digóerde ist, verbunden mit landwirtschaftlicher Vor- oder Zwischennutzung, für die Aufforstungen von äusserst günstiger Wirkung.

5. Auf stark szikhältigen Böden, wenn Melioration nicht durchführbar ist, soll der Boden zuerst mit Sträuchern bepflanzt werden, um denselben auch den Bäumen zugänglich zu machen.

6. Die aufzuforstenden Flächen sind mindestens ein halbes Jahr vorher umzubrechen und wiederholt zu bearbeiten, um das Wasser der Niederschläge aufzufangen und zu erhalten, und die Bodennarbe zu vertilgen.

7. Nach der Pflanzung ist die oberste Bodenschicht mit jährlich 5—6mal wiederholtem Häufelpflügen zu lockern bis zum Inschlusstreten des Bestandes.

8. Auf Böden der Klasse I. und II₁ können alle dem Klima entsprechenden Holzarten ohne Melioration gepflanzt werden, auf Klasse II₂ möglichst mit Rabattenkultur: *Ulmus glabra*, *U. levis*, *Fraxinus americana*, *Pirus Piraster*, *Elaeagnus angustifolia*. Klasse III₁ kann nur nach Melioration und bei ständiger Bodenpflege mit folgenden Arten bepflanzt werden: *Pirus Piraster*, *Elaeagnus angustifolia*, *Ulmus glabra*, Unterbau von *Tamarix* und *Amorpha*, bei Klasse III₂ nur die beiden letzteren.

9. Grenzümsäumung mit Baumreihen ist nur bei voller Bodenbearbeitung und Pflege durchführbar, möglichst mit Rabatten und mindestens drei Reihen Bäumen, bezw. Sträuchern.

Über die Höhe des Wasserdefizites bei Pflanzen verschiedener Standorte.

Von Dr. Otto Stocker.

I. Das Problem.

Dass die Höhe des Wassergehaltes für den Grad der pflanzlichen Vitalität von grösster Bedeutung sei, ist eine altbekannte und oft betonte Tatsache; man braucht nur an die Erscheinungen des latenten Lebens bei Samen und ausgetrockneten Kryptogamen zu erinnern. Im einzelnen freilich sind unsere Kenntnisse sowohl der ökologischen Grösse, wie auch der physiologischen Folgen des Wassergehaltes und Wassermangels, namentlich in Hinsicht auf die Gefässpflanzen, sehr kümmerlich.¹⁾ Ueber die erstere Frage gibt das Material einigen Aufschluss, das der Verfasser in den letzten Jahren bei Gelegenheit anderer Untersuchungen in verschiedenen Klimazonen von der nordafrikanischen Wüste bis hinauf in die Arktis sammeln konnte.²⁾

¹⁾ Nähere Aufschlüsse geben die folgenden Arbeiten:

Iljin, W. S.: Der Einfluss des Wassermangels auf die Kohlenstoffassimilation durch die Pflanzen. *Flora*, 1923. 116, 360.

— Der Einfluss des Welkens auf die Atmung der Pflanzen. *Ebenda*, 1923. 116, 379.

Walter, H.: Der Wasserhaushalt der Pflanzen in quantitativer Betrachtung. Freising-München, 1925.

— Die Anpassungen der Pflanzen an Wassermangel. *Ebenda*, 1926.

Stocker, O.: Physiologische und ökologische Untersuchungen an Strauchflechten. *Flora*, 1927. 121, 334.

Plantefol, L.: Étude biologique de l'*Hypnum triquetrum*. *Ann. sc. nat. Bot.* 1927. 10e sér. 8, 1.

Walter, H.: Die Bedeutung des Wassersättigungszustandes für die CO₂-Assimilation der Pflanzen. *Ber. Deutsche Bot. Ges.*, 1928. 46, 530.

²⁾ Der Durchführung der vorliegenden Untersuchungen kam neben dem Wohlwollen der Behörden der Stadt Bremerhaven und der finanziellen Unterstützung der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft (Aegypten) und der Bremer Wissenschaftlichen Gesellschaft (Lappland), vor allem die Gastfreundschaft und Hilfsbereitschaft zu statten, die mir die kön. ung. Hochschule in Sopron und der Leiter ihres botanischen Instituts Prof. Dr. D. Fehér in reichstem Masse gewährten. Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinen ergebensten Dank auch an dieser Stelle zum Ausdruck zu bringen.

II. Die Methode.

Lässt man abgeschnittene Pflanzenteile bei unterdrückter Transpiration Wasser aufsaugen, so muss ihr Wassergehalt einem Gleichgewichtszustand zustreben; den so erreichbaren maximalen Wassergehalt nennen wir die „Wassersättigung“. Erreicht in einem gegebenen Zeitpunkt der Wassergehalt nicht die Wassersättigung, so sprechen wir von einem „Wasserdefizit“ und drücken dieses in Prozentsen der Wassersättigung aus. Da Iljin,³⁾ von dem diese Definitionen stammen, über die Ausführung und Berechtigung der Methode im einzelnen keine näheren Angaben gemacht hat, müssen wir zunächst einige methodische Bemerkungen machen.

Die zu untersuchenden Pflanzen werden am Standort möglichst in ganzen bewurzelten Exemplaren, jedenfalls aber in reichlich bemessenen Stücken gesammelt und sofort durch Einschlagen in Oelpapier oder Einlegen in Blechbüchsen an weiterer Transpiration gehindert. Möglichst schnell ins Laboratorium gebracht, werden die für den Versuch bestimmten Blätter oder Sprosssysteme mit reichlich überstehenden Stengelenden abgeschnitten, rasch gewogen, dann, *um freie Gefässbahnen zu schaffen*, unter Wasser einige Centimeter gekürzt, in kleine Gläschen mit Wasser eingesteckt und mit einer mit feuchtem Filtrierpapier ausgekleideten Glasglocke überdeckt. Die unter Wasser abgeschnittenen Stengelenden werden gut abgetrocknet und zurückgewogen; ihr Gewicht wird von dem ersten Gewicht in Abzug gebracht. Die Wasseraufnahme unter der feuchten Glocke erfolgt erst rasch, dann aber sehr langsam, so dass man nach dreitägigem Zuwarten nur selten einen Gleichgewichtszustand erreicht hat. So betrug in einem Versuch am 10. Juli 1927 in Sopron mit *Plantago lanceolata* bei einem Anfangswassergehalt von 1'97 gr. die Wasseraufnahme in den ersten 6 Stunden 0'364 gr., in den darauffolgenden 42 Stunden 0'050 gr., in den darauffolgenden 23 Stunden 0'019 gr., oder am 20. März 1925 in Aegypten mit *Erodium glaucophyllum* bei 1'65 gr. Anfangswassergehalt in den ersten 19 Stunden 0'42 gr., in den darauffolgenden 29 Stunden 0'12 gr., in den darauffolgenden 70 Stunden 0'02 gr. Die nach einer Zeit von 48—72 Stunden noch erfolgende Gewichtszunahme ist so unbedeutend, dass es keinen Sinn hat, die Versuche länger auszudehnen und die bei längerer Versuchsdauer unvermeidlichen Fehler durch Atemverlust usw. mit in Kauf zu nehmen. Nach Beendigung des Versuchs wird das Trockengewicht im Trockenofen bei 110° bestimmt; seine Differenz gegenüber dem jeweiligen Frischgewicht wird als „Wasser-gehalt“ in Rechnung gesetzt.

Was die Fehlermöglichkeiten der Methode angeht, so spielt der auch an und für sich kleine Transpirationsverlust beim Wägen keine Rolle,

³⁾ Iljin, W. S.: 1923, I. c.

da er sich in der Differenz der Anfangs- und Schlusswägung aufhebt. Berechtigt dagegen ist der Einwand, dass beim ersten Abschneiden infolge eines möglichen Unterdruckes in den Gefässen Luft eindringen und später den Aufstieg des Wassers erschweren könnte. Nimmt man, um dem zu begegnen, schon die erste Kürzung unter Wasser vor, so ist das Bedenken möglich, dass Wasser in einer Menge eingesaugt wird, die bei der Anfangswägung einen zu hohen Anfangswassergehalt vortäuschen kann. Um ein Bild über die Grösse der Auswirkung dieser Möglichkeiten zu erhalten, habe ich einige Bestimmungen der Aufstiegs geschwindigkeit von Neutralrotlösungen bei Anwendung der beiden Methoden gemacht.

Am 6. Juli 1927, einem sonnigen, heissen Tage, wurden in Sopron in den Mittagsstunden bewurzelte Exemplare von *Plantago lanceolata* ausgegraben. Sodann wurden die Blattstiele in Neutralrotlösung abgeschnitten und die in x Sekunden nachher erreichte Aufstieghöhe der Farblösung, die nur in die Gefässe eindrang, an Schnitten, die im Abstand von 1 zu 1 cm. gelegt wurden, ermittelt:

Zeit seit d. Abschneiden in Sek.:	1	2	3	5	10	15	30	60	120	180	300	
Aufstiegshöhe in cm.:	1·5	4·5	4·5	3·5	6·0	5·5	4·5	5·0	6·0	6·0	9·5	4·5

Die einzelnen Blätter verhielten sich etwas verschieden, in keinem Fall aber geht der durch den Unterdruck in den Gefässen bedingte erste Wasserstoss höher als 5—6 cm., was bei einem gemessenen mittleren Gesamtquerschnitt der *Gefässbündel* von 0·04 mm² einer Wassermenge von höchstens 2 mgr. entspricht. Da das Sättigungsdefizit etwa 50 mgr. pro Blatt betragen haben muss, kann durch das *Abschneiden unter Wasser* ein Fehler von höchstens 4% entstanden sein.

Umgekehrt sind auch beim *trockenen* Abschneiden in der Luft im allgemeinen keine Fehler zu befürchten, wie der folgende Versuch mit *Plantago lanceolata* am 10. Juli 1927, 12·30 p., ebenfalls einem Tag mit starker Transpiration zeigt.

Methode 1: Trocken abgeschnitten, gewogen, in Neutralrotlösung um 1 cm. gekürzt. Steighöhe der Farblösung nach 2 Minuten: 3 cm., bzw. 4 cm., bzw. 4·5 cm.

Methode 2: Blätter sogleich in Neutralrotlösung abgeschnitten. Steighöhe nach 2 Minuten: 3 cm., bzw. 4 cm., bzw. 5 cm., bzw. 5 cm.

Es ist in diesem Fall also gleichgültig, ob man das erste Abschneiden in der Luft oder unter Wasser vornimmt, und gelegentliche Vergleichsmessungen haben auch bei anderen Objekten zu diesem Ergebnis geführt. Jedenfalls sind die Fehlerquellen, die in den individuellen Verschiedenheiten einzelner Exemplare begründet liegen, viel grösser. Diese indivi-

duellen Schwankungen zeigen sich schon in den Wassergehalten pro 1 gr. Trockengewicht bei voller Sättigung, die sich z. B. bei *Plantago lanceolata* (Tab. 4, s. Seite 73) zwischen 5'5 und 8'0 bewegen. Sobald man nicht mit Blättern allein, sondern mit beblätterten Sprosssystemen arbeiten muss, werden diese Unsicherheiten noch grösser. Aus diesen Gründen ist der auf das Trockengewicht bezogene Wassergehalt keine geeignete Grundlage zur Auswertung von Versuchsserien, in denen mehrere Exemplare einer Art verglichen werden müssen. Dazu dient vielmehr das in Prozenten des Wassergehaltes bei Wassersättigung ausgedrückte „Wasserdefizit“.

III. Das minimale Wasserdefizit bewurzelter Pflanzen.

Bei einer bewurzelten Pflanze muss das Minimum des Wasserdefizits dann erreicht werden, wenn bei optimaler Wasserzufuhr zu den Wurzeln die Wasserabgabe durch die Blätter auf Null herabgesetzt ist.

Um diesen Zustand zu erreichen, wurden am 12. Juli 1927, 10^ha. in Sopron bei sonnigem, heissem Wetter Exemplare von *Plantago lanceolata* auf einer schattigen Wiese und von *Galeopsis tetrahit* an einem vor den Sonnenstrahlen geschützten Waldrand stark mit Wasser begossen und mit grossen, innen mit nassem Filtrierpapier ausgelegten Glasglocken überdeckt. Zwei Tage lang wurde durch öfteres Begiessen und Anfeuchten die Feuchtigkeit des Bodens und der Luft im Maximum gehalten; am 14. Juli wurde dann das Wasserdefizit bestimmt (Tab. 1, siehe Seite 70), es betrug bei *Plantago lanceolata* 4'4%, bei *Galeopsis tetrahit* 5'6%.

Während diese Pflanzen vor Versuchsbeginn unter *hohem Wasserdefizit* standen, wurden zu den im Jahre 1928 in Bremerhaven durchgeführten Versuchen Pflanzen benutzt, die dauernd eine *gute Wasserversorgung* hatten. Anfang April wurden die Versuchspflanzen eingetopft und an einer sehr schattigen und feuchten Stelle des Gartens bei guter Wasserversorgung bis Mitte Mai kultiviert. Am 16. Mai wurden sie nach starkem Begiessen im Laboratorium bei etwa 15° in schwachem *diffusen* Licht unter feuchte Glocken gestellt. Die Tabelle 2 (s. Seite 71) zeigt am Beispiel von *Plantago major*, dass die Erreichung der maximalen Wassersättigung u. U. mehrere Tage erfordern kann. Das Endergebnis stimmt mit dem des Versuchs in Sopron überein, es ergeben sich für *Plantago major* 4'0% (junge Blätter 7'7%), *Fragaria spec.* 6'5%, *Aegopodium podagraria* 6'1%, *Campanula glomerata* L. 5'4%, *Doronicum spec.* 2'6%. *In dieser Grössenordnung sind also die Grenzwerte zu suchen, denen sich das Wasserdefizit bewurzelter Pflanzen bei günstiger Wasserbilanz annähern kann.*

IV. Das Wasserdefizit im ägyptischen Wüstenklima.

Da ich über die Einzelheiten dieser Versuche schon an anderer Stelle⁴⁾ berichtet habe, stelle ich in Tabelle 3 (s. Seite 72) nur die Ergebnisse zusammen. Bei allen untersuchten Arten handelt es sich um ausgeprägte Sonnenpflanzen; die Standorte sind mit Ausnahme desjenigen von *Phragmites stenophylla* und *Typha latifolia*, die in Salzsümpfen wurzelten, extrem xerische Wüstenböden.

Der Tagesverlauf des Wasserdefizits zeigt ein Ansteigen von Sonnenaufgang bis zu einem Maximum, das in den ersten Nachmittagsstunden zu suchen ist, und dann einen Abfall zu dem Minimum gegen Morgen (Abbildung 1, siehe Seite 70).

V. Das Wasserdefizit im Steppenrand-Klima West-Ungarns.

Die Versuche wurden im botanischen Garten der kön. ung. Hochschule in Sopron durchgeführt. Wenn auch Sopron nicht in der Steppenregion selbst liegt, so kommen die klimatischen Verhältnisse im Hochsommer denen auf der Steppe doch ziemlich nahe; Tagestemperaturen um 30° herum waren während der Versuchstage die Regel, und der Boden war zeitweise sehr ausgetrocknet, so dass viele Pflanzen stark welk waren. Da die beiden untersuchten Sonnenpflanzen, *Plantago lanceolata* und *Achillea millefolium*, in den typischen Steppen vorkommen, wenn sie auch gerade keine Charakterarten derselben sind, so können die untersuchten Verhältnisse immerhin als eine ziemliche Annäherung an die ungarischen Steppenverhältnisse angesehen werden. Zum Vergleich werden einige Schattenpflanzen herangezogen.⁵⁾ Die Tabelle 4 (s. Seite 73) gibt über die Versuchsergebnisse Aufschluss.

Ein Vergleich mit Tabelle 3 zeigt, dass trotz der sehr heißen Witterung die Defizite in Sopron weit unter den in der Wüste beobachteten zurückbleiben. Die Soproner Sonnenpflanzen reichen mit ihren *Maximal*-werten von 20—25% kaum an die *Minimal*werte der Wüstenpflanzen heran. Bei den Schattenpflanzen bleiben die Defizite noch kleiner, namentlich bei Arten mit Neigung zum Spaltenschluss, wie *Geranium Robertianum*. Wenn *Galeopsis tetrahit* das höchste in Sopron beobachtete Defizit von 36% zeigt, so liegen hier besondere Verhältnisse vor; denn die Pflan-

⁴⁾ Stocker, O.: Der Wasserhaushalt ägyptischer Wüsten- und Salzpflanzen. Jena, 1928. (Bot. Abh. 13.)

⁵⁾ Eine eigenartige Versuchsschwierigkeit ergab sich bei *Galeopsis tetrahit*, dessen Sprosse die Wassergläschen in erstaunlich kurzer Zeit entleerten. Eine nähere Untersuchung ergab, dass die Haarleisten der Stengel und Blattstiele das Wasser 4 cm. und höher kapillar emporsaugten und auf die Oberseite der Blätter hinaufbrachten. Hängen die Blätter mit den Spitzen nach unten, so fließt das Wasser entlang der Mittelrippe ab und tropft von der Spitze herab. Man kann den ganzen Vorgang mit Neutralrotlösung gut sichtbar machen.

zen werden nicht nur am Abend des 9. Juli vollständig welk mit schlaff herabhängenden Blättern — alle anderen untersuchten Arten waren *turgeszent* —, sondern konnten sich auch während der darauffolgenden Nacht nicht erholen und wurden am frühen Morgen des 10. Juli noch immer in stark welkem Zustand angetroffen; man kann nach den Infiltrationsversuchen vermuten, dass das Offenbleiben der Spalten für das starke Welken dieser Art von Bedeutung ist.

VI. Das Wasserdefizit im Klima der pommerschen Ostseeküste.

In den an der pommerschen Ostseeküste ausgeführten Versuchen ist der in Sopron untersuchte Typ der *krautblättrigen* Gewächse durch die Arten *Helichrysum arenarium*, *Convolvulus arvensis* und *Galium mollugo* vertreten. Wenn auch das geringe Zahlenmaterial zur Vorsicht bei Vergleichen mahnt, so kann wohl doch so viel gesagt werden, dass von diesem Typ an der Ostsee Defizite von derselben Höhe erreicht werden können, wie im ungarischen Steppenrand-Klima. Damit steht in Uebereinstimmung, dass auch die Transpiration an der Ostseeküste hoch gefunden wurde.⁶⁾ Die starke Erwärmung der wenig bewachsenen Sanddünen und die lebhaften Luftströmungen können hier an klaren Sommertagen Anlass zu einer Anspannung der Wasserbilanz geben; aber diese Bedingungen sind doch meist nur auf eine Folge von wenigen Tagen beschränkt und werden wieder abgelöst von kühlen und regenreichen Witterungsperioden.

Die erikoide *Calluna vulgaris* schliesst sich an den bisher besprochenen *krautblättrigen* Typ an. Deutlich von ihm abheben sich aber die Typen der *Dünengräser* und der *Strandsukkulenten*. Der erstere Typ hat im allgemeinen sehr niedere Defizite, die aber beträchtliche *relative* Tageschwankungen zeigen. Umgekehrt hat der Sukkulententyp sehr hohe Defizite, aber mit relativ geringerer täglicher Schwankung (Tab. 8, s. Seite 76). Die Parallele zwischen den Strandsukkulenten der Ostsee und den Wüstenpflanzen ist unverkennbar; sie äussert sich nicht nur in den hohen Wasserdefiziten der ersteren, sondern auch den hohen Wassergehalten pro 1 gr. Trockengewicht der letzteren (vgl. Tab. 3), und zwar auch bei solchen Formen, die, wie die *Diplotaxis*-arten, in ihren äusseren und inneren Habitus gar nichts „sukkulentenartiges“ an sich haben.

Man wäre sehr im Irrtum, wollte man in dieser Parallele einen Hinweis auf eine Xerophytennatur der Ostsee-Strandsukkulenten sehen. Zu den Beweisen, die ich schon früher⁷⁾ gegen diese Auffassung gegeben habe, kann ich jetzt auf Grund von 1925 am Darss ausgeführten Untersuchungen als weitere hinzufügen:

⁶⁾ Stocker, O.: Der Wasserhaushalt ägyptischer Wüsten- und Sandpflanzen. Jena, 1928. Man vergleiche vor allem die Tafel am Schluss der Abhandlung (s. Seiten 70–76).

⁷⁾ Stocker, O.: Beiträge zum Halophytenproblem. Zeitschr. f. Bot., 1924. 16, 289.

Prüfungen des Bodenwassers mit dem Aräometer und genaue chemische Untersuchungen des Bodens haben bestätigt, dass eine Erschwerung der Wasseraufnahme durch einen Salzgehalt des Bodenwassers *normalerweise* nicht in Frage kommt. Damit in Uebereinstimmung stehen die niederen osmotischen Werte bei *Grenzplasmolyse* und vor allem auch die niederen Saugkraftwerte, die ich nach der vereinfachten Methode von *Ursprung*⁸⁾ ermittelt habe (Tab. 6, s. Seite 71). Sämtliche Bestimmungen wurden mit von 0'1 zu 0'1 abgestuften vol.-n. Rohrzuckerlösungen an sehr warmen, sonnigen Tagen ausgeführt. Die Saugkraftwerte in den Wurzeln der Strandsukkulenten — Salsola 5 Atm., Honckenya unter 2'6 Atm.! — sind auffallend nieder, besonders bei Honckenya, dessen Wurzeln bis zu 50 cm. tief aus dem in dieser Tiefe feuchten Sand ausgegraben wurden. In den ägyptischen Wüsten dagegen fand ich nach denselben Methoden in den Wurzeln Saugkraftwerte zwischen 35 und 48 Atmosphären!

Die den Strand- und Wüstenpflanzen gemeinsame Neigung zur Sukkulenz kann daher nicht durch einen *gemeinsamen xerischen* Faktor erklärt werden; wohl aber besteht einige Wahrscheinlichkeit für einen *gemeinsamen halischen Einfluss*, dem die Strandpflanzen in irgend einer Form, etwa durch gelegentliche *Ueberflutung* oder durch Salzbestäubung ausgesetzt sein werden und der für die Wüstenpflanzen, wie ich in den ägyptischen Wüsten nachweisen konnte, von entscheidendem Einfluss ist.⁹⁾

Die dauernde Höhe des Wasserdefizits bei den Strandsukkulenten könnte möglicherweise in einem besonders stark *quellbaren* Protoplasma zu suchen sein. Bei *Quellkörpern* ist nämlich im Bereich niederer Drucke, wie sie in unserem Falle in Frage kommen, die Wasseraufnahme, bzw. die Wasserabgabe bei ganz geringen Druckänderungen sehr bedeutend.¹⁰⁾ Bei stark *quellbarem* Protoplasma müsste daher beim Einstellen abgeschnittener Sprosse in Wasser eine sehr starke Wasseraufnahme eintreten und das Defizit müsste somit als sehr gross bestimmt werden. Ein aussergewöhnliches Aufquellen beim Einstellen in Wasser ist in der Tat sowohl bei den Wüstenpflanzen, wie auch bei den Ostsee-Sukkulenten daran leicht zu erkennen, dass die Pflanzen so hart und spröde werden, dass sie wie Glas beim geringsten unvorsichtigen Anfassen zersplittern.

VII. Das Wasserdefizit im arktischen Klima.

In Tabelle 7 (s. Seite 75) ist ein weiterer grosser Sprung nach Norden gemacht, mitten in die Arktis hinein jenseits der Kieferngrenze und nicht all-

⁸⁾ *Ursprung*, A.: Zur Kenntnis der Saugkraft VII. Eine neue vereinfachte Methode zur Messung der Saugkraft. Ber. Deutsche Bot. Ges., 1923. 41, 338.

⁹⁾ *Stocker*, O.: Das Halophytenproblem. Ergebn. d. Biologie, Bd. III. Berlin, 1923.

¹⁰⁾ *Walter*, H.: Protoplasma- und Membranquellung bei Plasmolyse. Jahrb. f. wiss. Bot., 1923. 62, 145.

zuweit entfernt von der Birkengrenze. Die Versuchsstelle ist Abisko in Schwedisch-Lappland, unter $68^{\circ}40'$ nördl. Br. in 400 m. Meereshöhe. Auf den ersten Blick sieht man, dass es sich in der Arktis um einen ausgesprochen neuen Typ handelt. Fassen wir zunächst die beiden Julitage ins Auge, so bewegen sich die Defizite selbst in den Abendstunden, in denen doch das Maximum des Defizits aufzutreten pflegt, in einer Grössenordnung, die wir in den Untersuchungen des Abschnitts III. (Tab. 1 und 2) als das bei bewurzelten Pflanzen überhaupt mögliche Minimum kennen gelernt haben; und dabei sind die Spaltöffnungen — man beachte vor allem die Infiltrationswerte mit Alkohol — ganz ungewöhnlich weit geöffnet! Die dauernd gute Durchfeuchtung des Bodens, die niedere Lufttemperatur und die hohe Luftfeuchtigkeit infolge der häufigen Regenfälle schaffen hier Bedingungen, die für Aufrechterhaltung einer gleichmässig leichten Wasserbilanz sehr günstig sind. Es kommen freilich auch in der Arktis Sommertage mit höherer Temperatur, grösserer Lufttrockenheit und starker Bestrahlung vor, und es ist anzunehmen, dass an solchen Tagen das Defizit grösser wird, aber diese Tage sind so dünn gesät, dass es mir nicht möglich war, neben meinen sonstigen Arbeiten einen solchen Tag für eine Defizitbestimmung nutzbar zu machen; einen gewissen Einblick in die dann möglichen Verhältnisse gibt der Versuch vom 25. Juni 1928, dessen Werte aber nur aus dem Frischgewicht berechnet und daher unsicher sind. Im übrigen liegt Abisko in einer Gegend, die infolge örtlicher Verhältnisse als relativ trockenes Gebiet angesehen werden muss. Jedenfalls stellen die Tage mit *angespanntem Wasserdefizit*, die in der Wüste eine ununterbrochene Kette, in den mitteleuropäischen Klimaten ein in abgestufter Häufigkeit und Regelmässigkeit wiederkehrendes Ereignis bilden, im arktischen Klima eine relativ seltene Erscheinung dar.

VIII. Zusammenfassender Vergleich der einzelnen Standorte.

Die in den Tabellen 3, 4, 5 und 7 gegebenen Einzelwerte sind in der Tabelle 8 und der Abbildung 1 zusammengefasst.

In der Abbildung 1 ist der tägliche Verlauf des Wasserdefizits, ausgedrückt in Prozents des Wassergehaltes bei voller Wassersättigung, für je einen typischen Vertreter jeder Klimazone graphisch dargestellt. Diese Kurven können jedoch nur als ein angenähertes Bild der wirklichen Verhältnisse angesehen werden, da die Zahl der Messungen eine zu kleine ist. Sie geben den Verlauf des Defizits an sonnigen, warmen Tagen der Hauptvegetationsperiode wieder; nur die für Lapland gezeichnete Kurve bezieht sich auf den dort normalen Fall nur vorübergehend aufklärender Tage.

Man muss das Wasserdefizit nach zwei Gesichtspunkten werten, einmal nach seiner absoluten Höhe und dann nach dem Ausmass seiner täglichen Schwankungen. In beiden Beziehungen stellen Wüste und Arktis ausgeprägte Extreme dar: *wir sehen in der Wüste dauernd sehr hohe und täglich stark schwankende, in der Arktis sehr niedere und im allgemeinen Tagesverlauf wenig schwankende Defizite.* Die für Mittel-Europa gegebene Kurve stellt nicht, wie die Wüsten- und Arktiskurven, den Regenfal des Tagesverlaufs, sondern sein maximales Extrem dar; das an Regentagen verwirklichte minimale Extrem wird sich der Arktiskurve annähern. *Zwischen dieser und der in Abbildung 1 als Mittel-Europa bezeichneten Kurve sind also die Durchschnittskurven der mitteleuropäischen Standorte zu suchen,* höher oder tiefer, je nach dem mehr ariden oder humiden Klima-charakter der Gegend, wobei die Pflanzen sonniger Standorte mehr nach dem Wüstentyp, diejenigen schattiger Standorte aber nach dem arktischen Typ neigen. Eine merkwürdige Sonderstellung nehmen die Strandsukkulanten der pommerschen Ostseeküste ein, über die im Absatz VI. näher gesprochen wurde.

In der Tabelle 8 ist der Vergleich ausführlicher gezogen, wobei auch das von anderen Autoren¹¹⁾ gebotene, allerdings sehr spärliche Material Berücksichtigung fand. Die Zahl der an den einzelnen Standorten untersuchten Arten und die Art ihrer Auswahl¹²⁾ ist nicht geeignet Vergleiche im einzelnen zu ziehen. Ganz allgemein schälen sich aber auch aus diesem Zahlenmaterial die eben besprochenen Gesetzmässigkeiten heraus.

Ich habe in der Tabelle dann noch einige Möglichkeiten, die *relativen* täglichen Schwankungen des Wasserdefizits zu berechnen, angegeben. Wenn wir diese Schwankungen nur als Differenz des maximalen und minimalen Defizits angeben (dritte Spalte der Tabelle), bekommen wir kein richtiges Bild von dem Grad der Verschärfung des Defizits gegenüber dem gewissermassen „normalen“ Zustand am frühen Morgen. Diese *relative* Verschärfung des Defizits wird man bei gewissen Betrachtungen berücksichtigen müssen; wir können sie erfassen, wenn wir die Zunahme des Defizits im Laufe des Tages entweder auf die Höhe des *Defizits* am Morgen oder auf die Höhe des *Wassergehaltes* am Morgen beziehen. Wir berech-

¹¹⁾ *Iljin, W. S.*: Der Einfluss des Wassermangels auf die Kohlenstoffassimilation. *Flora*, 1923. 116, 360.

Livingston, B. E., and Brown, W. H.: Relation of the daily march of transpiration to variations in the water content of foliages leaves. *Bot. Gaz.*, 1912. 53, 309.

Maximow, N. A.: Physiologisch-ökologische Untersuchungen über die Dürre-resistenz der Xerophyten. *Jahrb. f. wiss. Bot.*, 1923. 62, 128.

Maximow, N. A. and Krasnosselsky—Maximow, T. A.: Wilting of plants in connection with drought-resistance. *Journ. of Ecology*, 1924. 12, 95.

¹²⁾ Vgl. dazu die grundsätzlichen Bemerkungen in meiner Abhandlung: *Der Wasserhaushalt ägyptischer Wüsten- und Salzpflanzen.* Jena, 1928. S. 40 ff.

nen also die Spalten 4 und 5 der Tabelle 8 aus den in den früheren Tabellen gegebenen Einzelwerten der Defizite nach den Gleichungen:

$$\text{Tägl. Schwankung des Def. (in \% des Wassergehaltes)} = \frac{\text{Def. (max.)} - \text{Def. (min.)}}{100 - \text{Def. (min.)}} 100$$

$$\text{Tägl. Schwankung des Def. (in \% des Defizits)} = \frac{\text{Def. (max.)} - \text{Def. (min.)}}{\text{Def. (min.)}} 100$$

Aus den so berechneten Einzelwerten wurden die in Tabelle 8 gegebenen Mittelwerte erhalten.

Das Ergebnis der Berechnung ist nicht ohne Interesse. Beziehen wir die tägliche Schwankung des Defizits auf den am Morgen vorhandenen *Wasservorrat* (Spalte 4), so verschwinden die Unterschiede zwischen den einzelnen Standorten weitgehend, und wir finden fast überall wenigstens Ueberschneidungen der Extremwerte. Berechnen wir aber die Steigerung des Defizits auf das am Morgen schon vorhandene *Defizit*, so erhalten wir sehr grosse Unterschiede zwischen den einzelnen Standorten, aber die Reihenfolge kehrt sich nun um, und die Wüstenpflanzen kommen am besten hinweg! Man sieht, das Problem des Wasserdefizits kann von recht verschiedenen Gesichtspunkten aus betrachtet werden. Ihre eigentliche Bedeutung werden diese verschiedenen Betrachtungsweisen freilich erst dann erhalten, wenn sie mit bestimmten Wirkungen des Wassermangels auf die Vitalität in Beziehung gesetzt werden können, ein Ziel, von dem wir noch weit entfernt sind.

IX. Die Bedeutung des Wasserdefizits für forstwissenschaftliche Probleme.

Für einen Baum birgt die Aufrechterhaltung des Wassergleichgewichtes besondere Schwierigkeiten. Ist die benötigte Wassermenge schon infolge der starken Oberflächenentwicklung der Baumkrone sehr gross, so wird sie noch weiter gesteigert durch die mit zunehmender Erhöhung über den Erdboden wachsende Luftbewegung. Beim Vorschreiten gegen ein arides Klimagebiet erreichen wir daher die *Baumgrenze* viel früher als die *Krautgrenze*. An der ariden Baumgrenze ist der Wasserfaktor entscheidend und gewinnt daher auch für den praktischen Forstmann grosse Bedeutung.

Die Bilanz des Wasserhaushaltes eines Baumes ist bestimmt durch das Verhältnis der Wasseraufnahme durch die Wurzeln zu der Wasserabgabe durch die Blätter. Die letztere können wir jetzt auch am Standort und für Zeiträume von wenigen Minuten direkt messen,¹³⁾ für die Wasseraufnahme aber ist eine direkte Bestimmung bisher nicht möglich und wird wohl auch in Zukunft unmöglich sein. Hier gewinnt nun die Bestimmung des Wasserdefizits eine neue Bedeutung; sie erlaubt in Verbindung mit

¹³⁾ Ueber die neue Methode dafür werde ich in der nächsten Zeit in den Berichten der Deutschen Botanischen Gesellschaft berichten.

gleichzeitigen Transpirationsmessungen Rückschlüsse auf die jeweilige Grösse der Wasseraufnahme.

Das Alföld Ungarns ist ein Uebergangsgebiet zwischen Wald- und Steppenklima.

Das so verschiedene Verhalten verschiedener Baumarten beim Anpflanzungsversuch im ungarischen Steppenklima, das vollständige Versagen einzelner Arten, das zeitlich bedingte Ausfallen anderer, z. B. das plötzliche Eingehen vieler Nadelhölzer nach jahrzehntelang gutem anfänglichem Wachstum, die Notwendigkeit eines Schattenschutzes durch Maisbau oder Einhüllen in Gras bei jungen Eichenpflanzungen, die Beschränkung von Juniperus auf die Kecskeméter Landhöhe, das sind alles Erscheinungen, die irgendwie mit dem Wasserhaushalt zusammenhängen müssen. Aber wie, das kann nur durch experimentelle Arbeit geklärt werden. Vorläufig wissen wir noch nicht einmal, inwieweit der Wasserfaktor eine direkte Unmöglichkeit der Aufrechterhaltung des Wasserhaushaltes bedingt oder inwieweit er indirekt dadurch wirkt, dass ein hohes Wasserdefizit auf andere vitale Funktionen einen verhängnisvollen Einfluss übt, wie im Kapitel I. angedeutet wurde. Nähere Aufschlüsse über diese Fragen wären nicht nur von theoretischem, sondern auch praktischem Interesse!

Bremerhaven, Dezember 1928.

Vom Lichtungszuwachs.

Von *Julius Roth* und *Julius Schmotzer*.

Im Jahrgange 1909 der *Erdészeti Kisérletek* veröffentlichte ich Angaben mit Bildern,¹⁾ welche zeigten, dass Tannen und Buchen nach jahrzehntelanger Unterdrückung noch auf Freihieb reagieren und in auffallend kurzer Zeit sehr grossen Zuwachs ansetzen können.

In Bezug auf die Eiche hatte ich keine sicheren Erfahrungen, doch hörte ich wiederholt die Meinung, dass bei der Eiche solche Fälle nicht zu erwarten seien, da dies ja eine Lichtholzart ist und sich selber freistellt, besonders in höherem Alter sei eine Zunahme des Wachstums nicht zu erwarten. Für Eichen in jüngerem Alter konnte ich schon vor Jahren Zuwachssteigerungen feststellen. Im Lehrrevier der Försterschule zu Görgeňyszentimre sah ich bei zwanzigjährigen Eichen nach einem Einhiebe von 50% Masse (Ueberführung des aus Rillensaat entstandenen gleichaltrigen Bestandes in Mittelwald zu Lehrzwecken) sehr starke Zuwachssteigerung; die infolge dichten Standes verunstalteten Kronen rundeten sich nach dem sehr sorgfältig geführten Schlage auffallend schnell und wuchsen derart üppig, dass der auch auf zirka 0'5 gesetzte Schluss in drei Jahren auf 0'7—0'8 anstieg. Doch hatte ich damals leider versäumt, zahlenmässige Unterlagen zu sammeln, später bot sich keine Gelegenheit mehr. Vor kurzem sah ich im Revier des kön. ung. Forstamtes zu Parasznya, Verwalter Forstingenieur *Julius Schmotzer*, Eichenblöche, deren Scheiben eine auffallende Zunahme der Jahresringe zeigten. Von dreien nahm ich Scheiben vom oberen und unteren Ende, deren Jahresringentwicklung von fünf zu fünf Jahren auf den beiliegenden Bildern ersichtlich ist.

Die Blöche stammen aus einer natürlichen Verjüngung, welche im grossen Ganzen nach *Gayer'schem* Verfahren durchgeführt war, teilweise mehr dem Schirmschlage annähernd. Alle zeigten das gleiche Bild, ebenso eine Anzahl von Stämmen, welche *Schmotzer* auf meine Anregung hin untersuchte, deren Angaben aber hier nicht mitgeteilt sind.

Die Längsschnitte sind ohne Abrundung oder Ausgleichung ganz der Natur entsprechend gezeichnet; da die beiden Durchmesserhälften erheblichere Abweichungen aufwiesen, liess ich nach jedem Halbmesser Idealstämme berechnen, infolgedessen die Tabellen sechs Blöche enthalten.

Wie aus den Zeichnungen und der Tabellen auf S. 77—83 ersichtlich, zeigen sämtliche Blöche eine wohl wechselnde Breite der Jahresringe, aber dennoch stets sinkenden Jahreszuwachs vom 45-ten Jahre bis zum 70-ten. Um diese Zeit begann der Einhieb, infolgedessen stieg der Jahreszuwachs, um das 75.—80. Jahr herum erfolgte ein sehr starker — zu

¹⁾ Siehe Forstwissenschaftliches Zentralblatt: Beiträge zur Lichtungsfrage. 1916.

starker! — Eingriff, der überall ein sprungweises Anschwellen des Zuwachses brachte, welchem hernach meist ein mehr oder weniger langsames Abflauen folgte, immerhin blieb ein Zuwachs, dessen prozentueller Anteil zur Gesamtmasse des Bloches denjenigen der letzten Jahre vor dem Eingriff meist erheblich überschritt.

Nach *Schmotzers* Untersuchungen produzierten die letzten 15—20 Jahre 30—45% des Schaftes.

Es zeigen sich aber auch die Nachteile des Eingriffes. Derselbe erfolgte sprungweise, es wurde mit einem Eingriffe zu viel geschlagen, anstatt stetiger, schwächerer Entnahme. Dies brachte ein unvermitteltes starkes Anschwellen der Jahresringe, was einesteils an und für sich nachteilig für den Wert des Holzes ist, andernteils ergab das Splintholz einen grossen Anteil der Gesamtmasse, während die Verkernung nicht Schritt halten konnte mit der Zunahme der Masse, ausserdem brachte das zu schnelle Freistellen — bei fehlendem Unterholz — Unkrautverdämmung, Verschlechterung, bezw. Austrocknung des Bodens, Wasserreiser, teils auch Rindenbrand.

Die Wasserreiser brachten wohl noch keine Verminderung der Qualität der Blöche, da sie nur in den äusseren Splintschichten steckten, dagegen trugen sie zur Zopftrockniss bei, welche wieder die Abnahme des Zuwachses zur Folge hatte; auch traten die bekannten Nachteile der anderen Faktoren in Erscheinung.

Langsamere Arbeit, Schonung des Unterholzes, bezw. Schaffung eines Boden- und Stammschutzes im Laufe der Jahre, zielbewusste Förderung der Kronenentwicklung guter Schäfte hätte wohl prozentuell schwächeren Zuwachs gebracht, doch viele andere Nachteile vermieden.

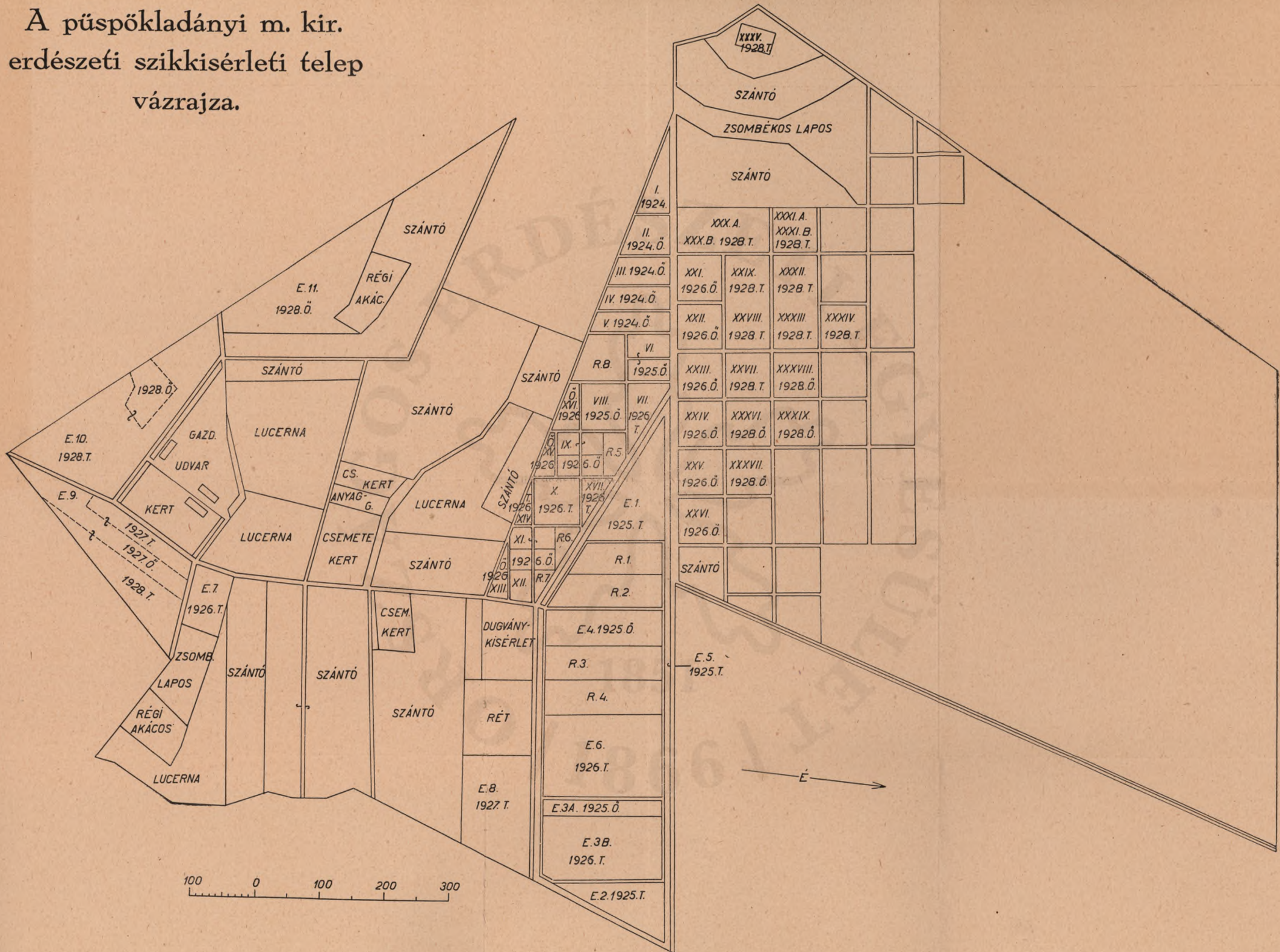
Ein so anhaltender Zuwachs, wie er bei Tanne und Buche zu erreichen ist, ist bei der Eiche nicht zu erwarten, doch zeigen die Beispiele, dass auch in höherem Alter bei der Eiche längere Zeit hindurch anhaltende Wachstumssteigerungen hervorgerufen werden können, welche bei entsprechendem Vorgehen sowohl die Masse, wie auch den Wert erhöhen.

Amtliche und Personalnachrichten.

Der örtliche Leiter des kön. ung. Szikaufforstungsversuchsfeldes bei Püspökladány, Forstingenieur *Josef Galambos*, wurde mit der Leitung des Forstamtes zu Békéscsaba betraut, an seine Stelle trat Forstingenieur *Vitéz Elemér v. Tury*.

Der dipl. Forstingenieur *Fritz Worschitz*, welcher längere Zeit hindurch teils an der École nationale des Eaux et Forêts zu Nancy, teils an der Sorbonne zu Paris Spezialstudien oblag, wurde zu unserer Versuchsanstalt zugeteilt.

A püspökladányi m. kir.
erdészeti szikkisérleti telep
vázrajza.



Magyar Királyság
Földművelésügyi Minisztérium
Földművelésügyi Hivatal



ERDÉSZETI KISÉRLETEK.

A M. KIR. BÁNYAMÉRNÖKI ÉS ERDŐMÉRNÖKI FŐISKOLA ERDŐMÉRNÖKI OSZTÁLYÁNAK ÉS A M. KIR. ERDÉSZETI KISÉRLETI ÁLLOMÁSNAK FOLYÓIRATA.

XXXI. ÉVFOLYAM 1929.

SOPRON

2. SZÁM.

Sajtóhibák.

- 166. oldal táblázat fejrovatában *15% víztartalom mellett* helyett *10—15% víztartalom mellett, mely a fajsúlyra is vonatkozik.*
- 166. oldal táblázat 2. sorában *651—1113* helyett *657—1153.*
- 170. oldal 1. sorban *legcélszerbb.* helyett *legcélszerűbb.*
- 171. oldal 26. sor *méretű* helyett *előírt méretű.*
- 171. oldal 27. sor *célszerűbb* helyett *célszerűbb ezekből.*
- 172. oldal alulról a 10. sorban *csak* helyett *a fánál csak.*
- 172. oldal alulról a 2. sorban *kg/cm* helyett *kgcm.*
- 174. oldal 22. sorban *527 t* helyett *527 at.*
- 175. oldal 8. sorban *vonatkozóan* helyett *vonatkozóak tehát.*

Optimális sorrendű kiterjedéseinkre vannak a fák gyökérzetének a különböző termőhelyeken folytatandó rendszeres vizsgálata. Az azonos mértékű erdőművelési ténykedés ugyanis (pl. gyérités, felszabadítás stb.) a különböző talajviszonyok között más és más eredményt hoz, mert pl. a gyengébb talajokon a fának nem több fényre, hanem gyökérzetének nagyobb növekedésre van szüksége, hogy a nélkülözhetetlen vízmennyiséget, illetőleg tápanyagot felvehesse. Gazdag és üde talajon sűrűbb, elágazó, soványon hosszabb s kevésbé elágazó gyökérzet a jellegzetes. A szárazabb és soványabb talajban aránylag jóval nagyobb tömegű gyökérzet fejlődik, amely többletnél felhalmozott anyag és energia a földfeletti rész rovására megy, anélkül, hogy az így megnagyobbodott gyökérzet képes volna a földfeletti

ERDÉSZETI KISÉRLETEK.

A M. KIR. BÁNYAMÉRNÖKI ÉS ERDŐMÉRNÖKI FŐISKOLA ERDŐMÉRNÖKI OSZTÁLYÁNAK ÉS A M. KIR. ERDÉSZETI KISÉRLETI ÁLLOMÁSNAK FOLYÓIRATA.

XXXI. ÉVFOLYAM 1929.

SOPRON

2. SZÁM.

Gyökérvizsgálatok csemetekerti és szikes talajban.

Írta: *Magyar Pál.*

Mindazok az erdőműveléstani eljárások és felfogások, amelyek a fák térbeli viszonyaival függnek össze, meglehetősen bizonytalanok. Általában minden többé-kevésbé érthető jelenséget a fénnnyel hoztak kapcsolatba, ami sokszor magyarázat helyett inkább csak zavart hozott. Így pl. teljesen érthetetlen, miért kíván ugyanazon fafaj azonos klíma alatt a gyengébb minőségű talajon sokkal több fényt, mint jó talajon. A magyarázat egészen máshol keresendő, még pedig ott, a fának annál a szervénél, amely a jó és gyengébb minőségű talajjal a legközvetlenebb összefüggésben áll, amely szerv tulajdonképpen a talaj minőségét a fa, az erdő élete, fejlődése szempontjából meghatározza és döntő jelentőségűvé teszi. Ez a szerv a gyökérzet, melynek rendeltetése vízről, tápanyagról gondoskodni, a fát a talajhoz rögzíteni s a létért folytatott küzdelemben vezető szerepet játszani. Amikor tehát az erdőművelést természettudományi alapokon akarjuk felépíteni, elsődrendű kötelességünkké válik a fák gyökérzetének a különböző termőhelyeken folytatandó rendszeres vizsgálata. Az azonos mértékű erdőművelési ténykedés ugyanis (pl. gyérités, felszabadítás stb.) a különböző talajviszonyok között más és más eredményt hoz, mert pl. a gyengébb talajokon a fának nem több fényre, hanem gyökérzetének nagyobb növekedésre van szüksége, hogy a nélkülözhetetlen vízmennyiséget, illetőleg tápanyagot felvehesse. Gazdag és üde talajon sűrűbb, elágazó, soványon hosszabb s kevésbé elágazó gyökérzet a jellegzetes. A szárazabb és soványabb talajban aránylag jóval nagyobb tömegű gyökérzet fejlődik, amely többetnél felhalmozott anyag és energia a földfeletti rész rovására megy, anélkül, hogy az így megnagyobbodott gyökérzet képes volna a földfeletti

rész veszteségét pótolni. A talaj volúmene csak annyiban bír jelentőséggel, amennyiben a víznek és tápanyagnak hordozója.

Az újabban folytatott vizsgálatok arra kényszerítenek bennünket, hogy a fajoknak a talaj mélységével szemben emelt kívánalmairól szóló ismereteinket, gyökérzetüknek mélység szerinti osztályozását revízió alá vesszük. A gyökérzet ugyanis oly nagy mértékben változik a talaj minősége szerint, hogy teljesen indokoltnak látszik az a megállapítás, hogy bár az egyes fajok gyökérzete mutat faji sajátosságokat, mégis ugyanannak a fajnak gyökerei különböző talajokon jobban különböznek egymástól, mint a különböző fajok gyökerei ugyanazon a talajon. Igen érdekes pl., hogy Vater (Thar. Jahrbuch, 1927) vizsgálatai szerint a „sekély gyökerű” lúccs gyökérmélységeinek átlaga nagyobb volt, mint a „mély gyökérzetű”-nek ismert erdeifenyőé.

A Schwappach "Illustriertes Forst-Wörterbuch"-jában (1924) még a következő osztályozást találjuk:

Erőtelmes karógyökerűk van: erdeifenyő, tölgy, dió.

Erős karó- és oldalgyökerűk van: szelíd gesztenye, kőris, hárs, szil, vörösfenyő.

Szívgyökerűk van: jegenyefenyő, tiszafa, boróka, juhar, bükk, éger.

Sekély gyökérzetűek bírnak: gyertyán, éger, nyír, akác, nyár, fűz, lúccs, feketefenyő és havasifenyő.

Büsgen szerint a fiatal éger egyszer karógyökeret, máskor szívgyökeret, olykor pedig csak sekély horizontális gyökérzetet fejleszt. Az idősebb büknél, égernél, nyírnél pedig szívgyökérzetet tapasztalt. — Bernbeck az erdeifenyőt sekély gyökérzetűnek tartja. — Saját eddigi vizsgálataim szerint az erdeifenyő horizontális gyökérzete az alföldi homokon jóval sekélyebben terül el, mint a feketefenyőé, míg a vertikális gyökerek mindkettőnél eléri a pár méter mélyen lévő altalajvizet, tehát itt inkább a feketefenyő mondható mélyebb gyökérzetűnek, mint az erdeifenyő. — Az akác és a nyár sem tekinthető sekély gyökérzetűnek, mint később látni fogjuk. Viszont a kőrist sokszor sekélyebb gyökerűnek találjuk, mint pl. a kanadai nyárt. A szilnek szerintem inkább szívgyökerei vannak.

Szinte ahány író, annyiféle osztályozás. Ennek pedig egyszerű magyarázata az, hogy az egyes kutatók más és más viszonyok között vizsgálták a fajok gyökérzetét, így az eredmények is igen eltérők lehetnek egymástól.

A jelen vizsgálatok, bár elsősorban gyakorlati célokat szolgálnak, tekintettel arra, hogy a talajminőségeknek egész skáláját foglalják magukban, általános tudományos szempontból is figyelemre méltók s bizonyos mértékig hozzájárulnak a bonyolultnak látszó kérdés megoldásához.

Ismétlem, vizsgálataimnál mindenekelőtt gyakorlati szempontok érvényesültek. Az Alföldfásítási törvény 1923-ban született meg s többek kö-

zött előírja a szikesek fásítását. Az ezirányban útmutatásra hivatott püspökladányi kísérleti telep csak 1924 őszén kezdte meg működését. Általánosan elfogadott vélemény pedig az, hogy erdőtelepítési kísérletnél csak évtizedek múlva várhatunk megbízható és gyakorlatilag használható eredményeket. Természetesen nekünk évtizedek nem állnak rendelkezésünkre a törvény végrehajtásáig, mely már is sürgős. Módot kellett tehát keresnünk, mely meglehetősen biztonsággal feleletet tud adni a felmerülő kérdésekre, amelynek segítségével többé-kevésbé bele tudunk látni adott viszonyok között a fafajok jövőjébe. Ez az eljárási mód a gyökérvizsgálat.

A következő feltevésből indultunk ki. Alföldünk klimatikus szempontból átmenetet képez a steppe- és erdőklíma között (Waldsteppe). A légköri csapadéknak, különösen szikes talajon, csak egy része jut a talajba s ennek ismét csak egy részét tudja felvenni a fa gyökérzete. Ilyen körülmények között a rendelkezésre álló víz semmi esetre sem elegendő erőteljes fa, még kevésbé erdő tenyésztéséhez. A fának máshonnan kell pótolniok az Alföld eléggé száraz levegője mellett a fokozott párologtatáshoz elengedhetetlen nagyobb tömegű vizet. Ezt csak az altalajvizből pótolhatják. Ha tehát a talajviszonyok lehetővé teszik a gyökérzet lejutását, illetőleg a fafajok gyökerei képesek áttörni a kritikus talajrétegeket s így lehatolnak az altalajvizig, a fa jövője biztosítottnak vehető.

Ez képezte vizsgálataink és a belőlük vonható következtetések alapját. Így lesz az Alföld- s különösen a szikesfásítás kérdése talaj-, illetőleg gyökérkérdés.

Ezt különösen élesen világítja meg az a feltűnően nagy különbség, mely a normális, jól szellőző és aránylag lazább szerkezetű és pl. a III₁ osztályú szikes talajban fejlett gyökerek között fennáll. A csemetekerti vizsgálatokat programmba vettem és a kísérleti vizsgálatok előtt fogom tárgyalni, egyrészt, hogy erre rámutassak, másrészt nem érdektelen ismer-nünk és tanulságosnak látszik figyelemmel kísérnünk a kísérleteknél alkalmazott csemeték gyökérzetét a kedvező csemetekerti és a változott kísérleti viszonyok között.

Módszer.

A vizsgálati anyag kiválasztása alkalmazkodott a gyakorlatilag fontos kérdésekhez. Így pl. a Tamarix tetrandra-t csak a III₁ osztályú talajnál tettük vizsgálat tárgyává. Egyes kevésbé jelentős fafajból csak 1—2 példányt emeltünk ki, míg másoknál egész sorozatot (pl. celtisz, zöldjuhar, — kanadai nyár, vadkörte). Minden egyes alkalommal annál gondosabban történt a kiválasztás. Igyekeztem lehetőleg átlagos, vagy annál fejlettebb,

de mindig jellemző csemetéket kiemelni. A feltárás megkezdése előtt a telepítést megelőző és annak idején vázlatban felvett növényzet alapján megállapítottam a talaj minőségét. Felvázoltam a szomszédos csemeték által alkotott hálózatot. Jegyzőkönyvbe vettem a vizsgálat idejét, helyét, a fafajt, a kísérleti módot, a talaj minőségét, majd a feltárás folyamán a talaj jellemzésére lényeggel bíró adatokat s a gyökérzetnek a vázlatban fel nem tüntethető jellegét. Kétféle vázlatot készítettem, oldalnézetit és felülnézetit. Ide felvettem lehetőleg minden, az általános képet nem zavaró gyökérszálat, természetesen az egészen rövid és a néhány centiméter hosszú gyökerek mellőzésével. A csemetekerti vizsgálatoknál azonban még ezekre is figyelemmel voltam. A vázlatok készítése nem történt egy határozott irányból nézve, pl. délről vagy északról stb., hanem mindig attól tettem függővé, honnan mutat többet, honnan jelentősebb az oldalnézet s ehhez igazodott a felülnézet. Felvételi nézőpontom vagy a sor irányába, vagy erre merőleges irányba esett. A vázolást természetesen folytonos mérések kísérték. Az I. számú táblázatban szereplő gyökérhosszak mindig a vízszintes vetületre s nem a gyökér tényleges hosszára vonatkoznak.

A vizsgálatoknál általában teljes gyökérzetet, tehát lehetőleg minden gyökérszálcscskát is óvatosan kifejtettünk, mert sohasem lehetett előre tudnunk, hogy meddig terjednek. A feltárás nagy óvatosságot, figyelmet és türelmet igényel s csak igen megbízható, ügyes és begyakorolt munkással végezteszhető. Különösen a kötött szikes agyagban óriási nehézséggel jár az ilyen vizsgálat, főleg, ha a talaj túlságosan nedves, amikor kenődik, vagy amikor kőkeménnyé száradt. Maga a gyökérfelfejtés a csá-kánnyal és ásóval végzett megközelítés után erős pengéjű, hegyes, lehetőleg zsebkéssel történt, mert az aprólékos és különös gondot igénylő munkánál egyébként minduntalan beleszakadt volna a gyökér.

Vizsgálatok a csemetekertben.

Csemetekertünk talaja jobb minőségű s eléggé porhanyó szerkezetű agyag. Az altalajvíz kb. 5 m. mélységben mozog.

A gondosan keresztülvitt teljes gyökérzet feltárása már itt olyan eredményekhez vezet, melyek eddigi ismereteinkkel alig egyezteszhető össze. Így pl. mindjárt az 1. ábránál azt kell látnunk, hogy a sekély gyökérzetűnek ismert *akác*, melynek magvát 1927 áprilisában vetettük el s amelyet egy év múlva a következő vegetáció megkezdése előtt szedtünk ki, a mellékeltén feltüntetett fejlettséget mutatta. Tehát gyökere, mely a jelen esetben és korban még karógyökér, már az első évben elért 232 cm-es mélységet, míg leghosszabb oldalgyökere 105 cm., amely értékekkel a vizsgált egy éves magági csemeték között első helyen áll. Itt hangsúlyoznom

kell, hogy a feltárt példány nem a kimagasló, hanem a jobb közepes fejlettségűek közül való, mint általában a továbbiak is.

A sorban utána közvetlenül az általánosan mély gyökérzetűnek ismert *kocsányos tölgy* következik 142 cm-es legnagyobb mélységgel (5. ábra). Tipikus karógyökér. Érdekes már itt rámutatnom, hogy nem feltétlenül a legmagasabb csemetének van egyúttal a legmélyebb gyökere, mert a csemete magassági növekvésére egyebektől eltekintve a táplálkozási visznyok összessége bír döntő szereppel. A legnagyobb földfeletti résszel rendelkező példánynak (6. ábra) viszont a mellékgyökérzete a legfejlettebb, bár általában az 1—2 éves tölgycsemete mellékgyökérzetét alig hasonlíthatjuk össze a többi fajével, melyek rendesen aránytalanul fejlettebbek.

Harmadik helyen áll mélység tekintetében 120 cm maximummal a *szofóra* (9. ábra). Közvetlenül a talaj felszíne alatt erősen megvastagodó, de 20—30 cm. mélységben már hirtelen elvékonyodó s többnyire el is ágazó karógyökere aránylag fejlett oldalgyökérzettel is bír. Amelyiknek nincs megfelelő oldalgyökérzete, még ha gyökerei ugyanolyan mélyre hatolnak is, a törzsrész magasságbeli növekedésében lemarad (l. 7. és 8. ábrát).

Ugyancsak 120 cm-es mélységet ért el s igen erőteljes gyökérzetet fejlesztett az *Amorpha fruticosa* (10. ábra).

118 cm-ig hatolt le az *amerikai kőris*, melynél egyszer szívgyökeret (11., 12. ábra), máskor karógyökeret találunk.

Tipikus karógyökere van a 105 cm-ig lejutó magági *ezüstfának*.

A csaknem ugyanilyen mélységet (100 cm.) elérő *gledicsia* főgyökere 30—40 cm. mélységben többnyire széjjelágazik.

Tehát eddigi vizsgálataink egyik fontos eredményének tarthatjuk, hogy — amint látjuk — már az egy éves magági csemeték gyökérzete olyan fejlettséget mutat, ami semmiképen nem egyeztethető össze egyes gyakorlati szakembereink olyan irányú kívánságával, hogy a kiültetendő csemetéket a csemetekertben teljes gyökérzettel kell kiszedni és az erdősítendő helyen ugyancsak teljes gyökérzettel kell elültetni. Csak egy pillantást kell vetnünk az I. táblára s azonnal meg fogunk győződni arról, hogy ez teljesen lehetetlen. Még inkább szembeötlően mutatkozik ugyanez a két éves magági csemetéknél. Itt pl. a *mezei szil* gyökérzetének feltárásánál 5'15 m-ig jutottunk le, ahol azonban a gyökér követésével fel kellett hagynunk az altalajvíz előtörése miatt. A két éves mezei szil tehát 5'15 m-nél mélyebbre hatolt valószínűleg addig a mélységig, melyen az altalajvíz az előző nyár végén, vagy ősszel állott. A feltárás ugyanis kora tavasszal történt, amikor a püspökladányi kísérleti telepen az altalajvíz átlag 1 m-rel magasabban szokott lenni, mint nyár végén.

Különösen figyelemre méltóvá válik ez a jelenség akkor, ha ismerjük *Vater* ama kijelentését, mely szerint összes eddigi vizsgálatainál nem for-

dult elő eset, hogy a gyökér belenyúlt volna az altalajvízbe. Ez annál is inkább feltűnő, mert az én vizsgálataimnál többször is előfordult, ami egészen természetes is, mert hiszen a gyökérzet mindig igyekszik elérni az altalajvizet, amely pedig a vegetáció idejében, némi hullámzástól eltekintve, fokozatosan süllyed őszig, amikor újból emelkedni kezd. Ez a folyamat, amely ma az egész Alföldön tanulmányozás tárgyát képezi, minden valószínűség szerint a csapadék és párolgási, illetőleg párologtatási viszonyokkal, továbbá a talaj vízáteresztő képességével kapcsolatos. — A gyökér tehát követi az altalajvizet süllyedésében, viszont az emelkedés periódusában a gyökérvégek víz alá kerülnek s ha ez sokáig tart, el is pusztulhatnak, úgyhogy az újabb süllyedést már újabb gyökérszálak követik. Ez a jelenség tehát a legszorosabb összefüggésben áll az altalajvíz ingadozásával, észlelése pedig a gyökérfeltárás időpontjával. Vater dolgozatában — sajnos — egyikről sem tesz említést.

Visszatérve a két éves magági csemetékre, itt már a mély gyökérzetű *szofóra* messze maga mögött hagyja (266 cm. 134, illetőleg 132 cm-rel szemben) az előző évben alig valamivel megelőzött *köriseket*. Itt már élesekben elkülönülnek egymástól a mély és sekély gyökérzetű fajok.

A két éves iskolázott, tehát egy éves korában a gyakorlatban szokásos gyökércsonkítással kiszedett és újból elültetett csemeték gyökérzetének mélysége nem éri el az egy éves magági csemetéét. A magági csemete átiskolázását megelőző kiszedésnél ugyanis úgy a vízszintes gyökerek nagy része, mint a lefelé irányuló gyökereknek 30—40 cm-en alóli része elvész, tehát mindig erősen megcsonkított gyökérzetű csemetét ültetünk át. A csonkítások felett azután rendesen több új gyökérszál indul ki, úgyhogy ezáltal az eredetinel jóval sűrűbb, gazdagabb gyökérzetet kapunk úgy vízszintes, mint függőleges irányban. Természetesen az így nagy mértékben megszorított lefelé irányuló gyökér nem tudhat oly gyorsan nőni, mintha kevesebb volna, mert szárazságra hajló viszonyok között sem nedvesség, sem tápanyag nem áll oly mértékben rendelkezésükre. Ezt látszanak igazolni a 26., illetőleg 27.—30. ábrák is. Ezek a *mezei szil* csemeték eredetileg nagyon gyomos és kissé szikes talajú csemetekertben sínylődtek két éves korukig. Ekkor, mivel kiültetésre még mindig gyengék voltak, átiskoláztuk 10—12 cm. csemete- és 40 cm. sortávolság mellett. Még a vegetáció megkezdése előtt kísérletképen két kisebb folton (5—6 m²) megritkítottam a sorokat s így a csemetetávolság 24—30 cm-re emelkedett. Ősszel néhány átlagos fejlettségű példány gyökérzetét feltártam s ezekből valók a fenti ábrák. Ezeknek tanúsága szerint a ritkábban álló csemetéknek (27. és 28. ábra) úgy földfeletti, mint földalatti része sokkal fejlettebb, magasabbra nőtt, illetőleg mélyebbre hatolt — bár gazdagabban ágazott el —, mint a sűrűn állók (29. és 30. ábra). Itt felvethető a kérdés, mi az iskolázás leg-

fontosabb célja, illetőleg mit érünk el az iskolázással? Mindenesetre a csemete ritkább állásba kerül, nagyobb növtérhez jut. Minthogy pedig minden egyes egészséges, de megcsonkított gyökérvégből új gyökérágak hajtanak, az egész gyökérzet gazdagabb, elágazásdúsabb lesz. Később az ültetésre kerülő csemetének a kiemelésnél ismételten megcsonkított gyökérzete még több új ágakat hajtó gyökérvéggel fog rendelkezni, aminek következményeként a most még tágabb növtérrel bíró csemete gazdagon elágazó gyökérzetével intenzívebben képes kihasználni talaját.

Az átiskolázás, illetőleg átültetés után kialakuló gyökérzet épen azáltal, hogy minden gyökérvégből, tehát a karógyökéréből is sokszor számos új gyökérszál indul ki, többnyire elveszíti eredeti és esetleg jellegzetes alakját, mert az új gyökérszálak közül ritkán tudja az egyik átvenni a karógyökér szerepét, úgyhogy ilyenkor többnyire szívgyökérszerű alakot kapunk.

Érdekes gyökértípusokat találunk a *dugványoknál*. Amíg a *tamariskák*-nál a dugvány végéből fakadó gyökerek, természetesen többé-kevésbé laza talajt és inkább száraz, mint nedves viszonyokat feltételezve, elsősorban lefelé irányulnak (33., 34. és 42., 43. ábra), addig a *kanadai nyár* először többnyire vízszintes talpgyökereket fejleszt (35.—37. ábra), amelyekből azután számos függőlegesen lefelé haladó gyökérág indul ki, amelyeket *függő gyökereknek* (Senkerwurzel) nevezhetünk. Az *Elaeagnus* a két típus között foglal helyet.

A vizsgált fajok közül leggyorsabban igyekszik elérni a talajvizet a *Tamarix odessana*, mely már az első évben 260 cm. (33. ábra), a második évben 483 cm. (42. ábra) mélységig jutott le. Jóval elmarad mögötte a másik, az általánosan ismert *Tamarix tetrandra* (180, illetőleg 248 cm.; 34., 43. ábra).

Ugyanitt a *kanadai nyár* nem sokkal, az *eziüfta* lényegesen kisebb mélységet ér el. — A kanadai nyárnál fel kell említenem, hogy az előző évben (1927) a csemetekert más részében szintén szedtem ki gyökérzetét, amely 210 cm. mélységig nyúlt le. Abban az évben ugyanis úgy a gyökérzet, mint a törzsrész lényegesen erőteljesebb fejlődést mutatott, mint 1928 száraz nyarán. Tehát a gyökérzet növekvésére sok minden egyéb tényező mellett a csapadékviszonyok is jelentős befolyással bírnak, aminek azután természetes következménye a törzsrész növekvésének is a klimatikus tényezőktől való közvetett függősége.

A gyökérzet alakjára s egyúttal a szomszédos csemeték hatására jellemző, hogy a 35., 37., 38. és 39. ábrán feltüntetett dugványok a tábla (parcella) széléről, a 36., 40. és 41. a táblák belsejéből kerültek ki, tehát a szomszédos csemeték közelsége már a csemetekertben lényegesen be-

folyásolja a gyökérzet kialakulását, különösen vízszintes irányú terjeszkedését.

Ha figyelemmel nézzük végig az első három tábla ábráit s becsléseket végzünk, hogy a rendszeren szokásos csemetekiemeléseknél az egész gyökérzetből mennyi marad meg, illetve a normális ültető gödrökbe (40—50 cm. felső átmérőt és mélységet véve tekintetbe) milyen terjedelmű gyökérzet fér el, a vizsgált fajokra átlagosan a következő megállapításokat tehetjük.

Kiemelésnél, illetőleg az ültetésig elvész az egy éves magági csemeténél a gyökérzetnek $\frac{1}{3}$ — $\frac{2}{3}$, a két éves magági csemeténél $\frac{1}{2}$ — $\frac{9}{10}$, a gyökereztetett dugványoknál $\frac{3}{4}$ — $\frac{9}{10}$ része.

Ezt a nagyarányú veszteséget látva, jogosan felmerül előttünk a kérdés, nem súlyosan természetellenes-e ilyen csonkított gyökérzetű csemetékkel való erdőtelepítés, illetőleg mesterséges felújítás? Nem érezteti-e ez nagy mértékben káros hatását a fa, az erdő egész életében, fejlődésében? Nem kellene-e ezek szerint minden körülmények között magról telepítenünk, különösen, ha figyelembe vesszük, hogy az ültetésnél a nem eléggé gondos vagy szakszerű munka és nehéz talajviszonyok mellett a csonka gyökérzet még természetellenes helyzetbe is kerülhet, sőt egészen eltorzulhat? *Vater* és *Wibeck* vizsgálatai megnyugtának bennünket. *Vater* szerint a fa élete folyamán gyökérzetének nagy részét ismételten kicseréli, egy-egy részét eldobja és újat fejleszt. Viszont *Wibeck* ültető vassal telepített s így elnyomorított gyökerű erdeifenyőket vizsgált s azt találta, hogy azok a rendelkezésre állott 15 éves korig még szebben fejlődtek, mint a normálisan ültetettek. (Hasonló párhuzamos kísérletek vannak folyamatban a püspökladányi kísérleti telepen is.) Ezek szerint tehát sem a gyökércsonkítás maga, sem az ültetésnél természetellenes helyzetbe került gyökérzet, legalább is az eddigi vizsgálatok alapján, általában nem járnak súlyosabb következményekkel, amire még később is visszatérünk. Viszont a magról való telepítés az Alföldön csak jobb talajon, nagy magvú fajoknál mezőgazdasági köztes használat mellett is nehézségekkel jár, mert csemetekerti gondos munkát kíván, amire alig akad vállalkozó.

Vizsgálatok a szikesfásítási kísérleteknél.

A további vizsgálati anyagot — mint azt a mellékelt táblák ábrái is mutatják — talajminőségek szerint csoportosítottam. Az egyes talajosztályokon belül előbbre vettem a fiatalabb s utánuk az idősebb csemetéket.

Az I. osztályú talajnál igen szép gyökérzeteket találunk. Azonban már itt is vehetünk észre különbségeket a csemetekertiekkel szemben. A *kocsányos tölgy* ott már az első évben eléri a 130—140 cm. mélységet, míg itt a két éves ültetés 160 cm. (44. ábra), a két éves vetés 120—140 cm.

(45. ábra) körül van. — A *kanadai nyár* ott már az első évben meghaladja az 1'5 m. mélységet, itt a második évben kb. 130 cm-t ér el (48. ábra).

Egyéb itt nem szereplő vizsgálataimat is figyelembe véve, táblázatba foglaltam (II. táblázat), hogy az összes feltárt csemete gyökérzetéből hány mélységi maximum esik az egyes talajszintekbe. Így az I. osztályú talajon feltárt 20 csemetéből 9 bocsátotta 2 m-nél mélyebbre a gyökerét, amelyek egyúttal mind el is érték az altalajvizet. 2 db. volt 151 és 200 cm. között, 6 db. 101—150 cm., 3 db. 51—100 cm. között. Az altalajvizet elért gyökereket nem tekintve, az idáig vezető úton a legtöbb, 6 db. 101 és 150 cm. között található, ami amellett bizonyít, hogy a gyökér az altalajvízig vezető útjában 100 és 150 cm., közelebből megjelölve 120—130 cm. körül időzik legtovább, amelyen, ha túl van, még hátra lévő útját a vízíg sokkal rövidebb idő alatt, rendszeren egy év alatt teszi meg. Így a három éves tölgy már többnyire lenn lesz az altalajvíznél — mint azt a 49. és 50. ábra is jelzi —, természetesen a csemetéről ültetett (50. ábra) jóval fejlettebb gyökérzettel, mint a makkról vetett (49., továbbá a 93. és 94. ábra). — Ezekkel szemben a gazdagabb gyökérzetű *amerikai kőris* ugyancsak három év*) alatt 190 cm. mélységet tudott elérni, nyilvánvaló bizonyítékát adva annak, hogy lefelé hatoló képessége, az erősen kötött rétegeket áttörő vagy átütő ereje sokkal kisebb, mint a tölgyé.

Valószínű, hogy a további ábrákon szereplő kanadai nyár (52. ábra), vénicszil (53. ábra), mezei szil (54. ábra), szofóra (55. ábra) szintén ültetésük után a harmadik évben elérhették az altalajvizet, mert a negyedik évük végén már igen erőteljesen fejlett s az altalajvízig terjedő gyökérzettel rendelkeznek.

Itt ismételtén rá kell mutatnom arra a téves véleményre, mely a karógyökérnek sérthetlenséget és túlzott jelentőséget tulajdonít. A fenti altalajvízig terjedő gyökérzetek közül egyedül csak a makkról vetett tölgynek (49. ábra) van sértetlen karógyökere. Megcsonkított a karógyökere az ültetett tölgynek (50. ábra) és a szofórának. Ezeknél mindenütt azt látjuk, hogy a vertikális gyökérzetnek, legalább is egyelőre csak egy részét teszi ki a karógyökér, illetőleg a belőle közvetlenül elágazó és lefelé irányuló gyökér, míg a többit, sokszor túlnyomó részét a vízszintes gyökerek által lebocsátott ú. n. függő gyökerek adják. — Szívgyökere van a két szilnek és a kanadai nyárnak.

Nem hagyhatjuk figyelmen kívül, hogy a nyárféléket eddig mint sekély gyökérzetű fákat ismertük s azt kell tapasztalnunk, hogy a kanadai nyár nehéz kötött agyagban, mely még egy kevéssé szikes is, négy év alatt olyan

*) Úgy a táblákon (az ábráknál), mint a táblázatokban feltüntetett kor jelzésénél az első szám az ültetés kora, a zárójelben lévő még ehhez magában foglalja a csemete ültetés előtti korát is.

erőtéljes, az altalajvízig (3'35 m.) terjedő vertikális gyökérzetet fejlesztett, amely az összes tanulmányozott fajokat gazdagságban felülmúlja.

A II₁ osztályú talajnál a két éves *kocsányos tölgy* (56. ábra) már csak 95 cm., a *cser* (57. ábra) 70 cm., míg a *celtisz* (59. ábra) 55 cm. mélységet ért el. Ugyanitt a három éves *ezüstfa* (58. ábra) 302 cm-ig hatolt le. A szintén három éves *vadkörte* (60. ábra) 95 cm., a *fehérnyár* (61. ábra) 75 cm-ig jutott. Bár az *ezüstfa* vertikális gyökérzete mögött messze elmarad a többi, mégis a *kocsányos tölgy*nél és a *vadkörte*nél, de még a *cser*-nél is a *gyökerek* növekedésének főleg lefelé irányuló tendenciája arra enged következtetni, hogy előbb-utóbb, ha valami közbe nem jön — pl. elgyomosodás —, *átküzdi magukat a még hátralévő szárazabb rétegekben, mert a legszikesebb rétegen többnyire már túl vannak.*

A II₂ osztálynál szintén az *ezüstfa* ért el legnagyobb mélységet, két éves korában 165 cm-t (64. ábra), három éves korában 288 cm-t (101. ábra). Utána közvetlenül az egy éves *Tamarix odessana* (70 cm.; 62. ábra) és *Amorpha fruticosa* (65 cm.; 63. ábra) következnek. A további sorrendet következőképpen lehetne felállítani: *Ulmus glabra* (67. ábra), *Pirus piraster* (68. ábra), *Quercus robur* (65. ábra), *Populus virginiana* (69. és 70. ábra), *Acer negundo* (66. ábra), *Populus alba*. — Ezen adatok alapján a II₂ osztályú talajon kémiai talajjavítás nélkül csak a következő fajoknak jósolhatunk jövőt: *Elaeagnus angustifolia*, *Tamarix odessana*, *Amorpha fruticosa*, *Ulmus glabra* és *Pirus piraster*.

A III₁ osztályú talajnál a *Tamarix tetrandra* gyökerének mélységi növekvése emelkedik ki a többi faj eredményei között, bár valószínű, hogy az *Elaeagnus* erősen megközelíti, mint azt a két éves *Elaeagnus* 105 cm-es eredménye (73. ábra) mutatja az ugyanilyen korú *Tamarix tetrandra* gyökerének 106 cm-es (72. ábra) mélységi növekvésével szemben. A többi faj azonban annál inkább elmarad. Három év alatt egy sem éri el az 1 m-es mélységet. Még legtöbbet ígér a két éves *Amorpha fruticosa* (60 cm.; 74. ábra), a három éves *mezei szil* (70 cm.) és a rendkívül szívós természetű *vadkörte*, melyet, ha gyökerei igen lassan haladnak is lefelé, xerofita berendezkedése megvéd az elpusztulástól. Ezen a talajminőségen a jelzettekén kívül, amelyek közül a három utóbbi (*Amorpha*, *szil* és *vadkörte*) már szintén nem nagyon biztató, más fajnak — mint az elért mélységek igazolják — egyáltalán nincs jövője. Ha az első pár évben kedvező viszonyok, gondos talajművelés mellett törzsük szép fejlődésnek indul is, amit pl. különösen az *amerikai körisnél* (82. ábra) tapasztalhatunk, ez csak addig tart, míg a gyökérzetük által behálózott réteg fejlődésükhöz és párologtatásukhoz kellő mennyiségű felvehető nedvességet tartalmaz. A csemeték fejlődésével azonban vízszükségletük is emelkedik s végül bekövetkezik az az időpont, amikor a gyökérzet teljesen kimeríti a legfelső talajréteg ned-

vességekészletét, minthogy pedig az altalajvízig terjedő vertikális gyökeik nincs, mely alulról pótolná a hiányt, megkezdődik a csemeték sínylődése, illetőleg pusztulása. A szikes talajok száraz viszonyai között a legfelső talajréteg nedvességtartalma egyébként sem volna elegendő a fatenyészet-hez s ezt is még a minimumra szállítja a felverődő fűnövényzet gyökér-konkurrenciája.

Miután végig kísértük a csemetéket a csemetekerttől a III₁ osztályú szikes agyagig, ismét visszatérünk a mély és sekély gyökérzet sokat vitatott fogalmára. A legkülönbözőbb fajokat láttuk azonos és változó viszonyok között, illetőleg más-más talajon. A csemetekert többé-kevésbé laza talajában minden fafaj hajlandó rövid idő alatt mély gyökérzetet fejleszteni. Az I. osztályú szikesen, bár lassúbb a fejlődés menete, mégis általában három év alatt lejutnak a fafajok az altalajvízig, a vizsgáltak közül csak az amerikai kőris mradt le. A II₁ osztálynál már erősebb a szelekció, három év alatt már csak a *tamariska* és az *ezüstfa* képes elérni, vagy megközelíteni az altalajvizet. Egyes fajok (tölgy, cser, szil, vadvörte, ámorfa) minden valószínűség szerint, ha addig a talaj ápolása tart, megküzdnek a felmerülő akadályokkal és ültetésüktől számított 4—5 év alatt át-törnek a veszélyes szelvényt s így további fejlődésük már biztosítva lesz. — A II₂ osztálynál, úgy látszik, a tölgyfélék is teljesen lemaradnak, a szil, vadvörte, ámorfa még tartják magukat, de legalább öt, esetleg hat év kell a lejutásig. Az ezüstfa és a tamariska három év alatt itt is megközelítik az altalajvizet. — A III₁ osztálynál a tamariskának és ezüstfának is négy év kell az altalajvízig. A többi fajnál alig van remény, még ellentállóbaknál is, hogy elérjék az altalajvizet.

A csemetekerti lazább talajnál tehát még minden fafaj képes volt mély gyökérzetet fejleszteni. A talajban fokozatosan fellépő akadályok mind több és több fafajt gátolnak meg abban, hogy gyökérzetük mélyebbre hatoljon s végül a III₁ osztálynál már csak két faj maradt, melyek még itt is dacoltak a talajrétegek keménységével, sótartalmával és szárazságával, amelyek tehát még itt is mély gyökérzetűek, míg a többi valamennyi sekély gyökérzetű.

Ezek után megállapíthatjuk, hogy minden gyökérzet, amennyiben a feltalaj nedvességtartalma nem elegendő a fa tenyészetéhez és fejlődéséhez, igyekszik elérni az altalajvizet. Ha a talaj eléggé laza, tehát csekély ellenállást fejt ki s könnyen szellőző, ha az altalajvíz nincsen túlságosan messze, akkor minden fafaj gyökere el is éri a vizet. Ha azonban közben akadályok merülnek fel (szárazabb, sósabb, keményebb, kötöttebb rétegek, O-hiány stb.), már igen eltérő vizsgálati eredményeket kapunk. A fellépő akadályokat az egyes fajok különböző erővel igyekeznek legyőzni. *A fajok gyökérzetének lefelé hatoló erejétől, a talajban felmerülő*

káros behatásokkal szemben kifejtett ellenálló és az akadályokat áttörő képességétől függ, el tudják-e érni az altalajvizet s ezzel mély gyökerzetűek tudnak-e lenni, vagy nem, mert ez a fajok mély gyökerzetű voltának lényege.

A mély gyökerzet fogalma nem feltétlenül kapcsolatos egyúttal a lehatolás gyorsabb folyamatával. Láttuk ugyanis, hogy egyes gyorsnövésű fajoknak laza talajban, kedvező viszonyok között gyökerük is gyorsabban nő lefelé, de azonnal megváltozik a helyzet, ha valami az illető fajok gyökerének ellenálló képességét és lehatoló erejét próbára tevő akadályba ütközik.

Ha valamely fajnak az altalajvízig való lejutás nem sikerül, igyekszik vízszintes gyökerzetét minél erőteljesebben kiképezni, hogy így pótolja a vízfelszívó vertikális gyökerzet hiányát s ekkor sekély gyökerzetű.

Hogy a mély gyökerzet szerepének pótlása mily mértékben sikerül, illetőleg a faj hogyan tud alkalmazkodni a többé-kevésbé kedvezőtlen viszonyokhoz, függ a fatenyészet sorsa. Ha a felső rétegek elég nedvességet tartalmaznak, egyéb kedvező viszonyokat is feltételezve, tehát amikor a fának nincs szüksége az altalajvízre, még az egyébként mély gyökerzetűnek ismert fajok sem fejlesztenek mély gyökerzetet s amellet a legszebb törzsfajlódást mutathatják, így pl. a híres spesszárti tölgyek. Viszont a kellő talajnedvesség hiányát a fafajok a legkülönbözőképpen tűrik és igyekeznek pótolni, illetőleg ellensúlyozni (a vízszintes gyökerzet terjedelme, gazdagsága, nedvességszívó képessége, a levél anatómiai szerkezete stb.).



A vízszintes gyökerzet terjedelme már nem mutat oly nagy eltéréseket talajminőségek szerint, mint a vertikális gyökerzet. Általában mégis azt a megállapítást tehetjük, hogy a vízszintes gyökerek maximális és átlagos hossza (I. táblázat) kötött szikes agyagon a talajminőség csökkenésével esik. Viszont a gyökerzet és a korona sugara, valamint a koronán kívüli (az ábrákon a korona vetületének határvonalát szaggatott vonal jelzi) gyökerek átlagos hossza és a korona sugara közötti arány ($R : r$ és $1 : r$ — I. táblázat) a talajminőség csökkenésével nő, tehát a gyengébb szikeseken a vízszintes gyökerzet terjedelme abszolút értékben ugyan nem, de relative növekszik. Ennek valószínű magyarázata, hogy a gyökerzetnek vízszintes irányban is nagyobb akadályokkal kell megküzdeni (erősebb kötöttség, gyorsabb kiszáradás, vagy túlsok nedvesség esetén a szellőzés hiánya), tehát nem fejlődhetik oly mértékben, mint jobb talajon, viszont energiájuknak nagyobb részét fordítják a vízszintes gyökerzet kiképzésére, ezért aránylag jóval kisebb földfeletti növekvést mutatnak, ami kifejezésre jut az $R : r$, illetőleg $1 : r$ értékében.

Altalában legterjedelmesebb gyökérzetük van legalább is fiatal korukban a tamariskának, kanadai nyárnak, mezei szilnek és I. oszt. talajon a szofórának.

A vízszintes gyökérzet által behálózott talajréteg vastagsága változó. Eleinte általában igen vékony, majd a korral nő s végül talajminőségek és fafajok szerint különbözőképen állandósul. A talaj javulásával vastagszik.

A vízszintes gyökérzet terjedelmére jelentős befolyással bír a hálózat, mely, minél sűrűbb, a gyökérzet terjedelme annál kisebb, viszont az is megállapítható, hogy ezzel párhuzamosan bizonyos határig a gyökérzetnek lefelé irányuló tendenciája is nő (lásd 101. ábra). A gyökérzet vízszintes terjedelmét leginkább korlátozza a megművelt terület nagysága. — Így pl. a 64 ábrán látható két éves *Elaeagnus* csemete vízszintes gyökérzete minimális, alig megy túl a gödör kerületén, de annál erőteljesebb karógyökér halad lefelé. Az ültetés töretlen szikes legelőn történt a normálisnál nagyobb, 50—60 cm. mély gödrökbe. Érdekes itt megfigyelnünk, hogy a vízszintes gyökerek tele vannak bakteriumcsomókkal, míg a teljes talajművelés mellett a terjedelmesebb és gazdagabb vízszintes gyökérzetnél vagy egyáltalán nem, vagy csak igen keveset figyeltem meg. Karógyökér szintén hiányzik, inkább szívgyökerek törnek utat maguknak lefelé.

Ugyanílyen gödörültetést jelez a 91. és 92. ábra, ahol a vízszintes gyökerek szintén alig tudnak belehatolni a művelés nélküli s a fű gyökérzetétől átszőtt keményebb és szárazabb talajba. Közben számos szívgyökér igyekszik lefelé, de nem sok sikerrel.

A 86. ábrán feltüntetett négy éves *Ulmus levis*-t az E_4 parcella mellett 1'5 m. széles szántott pásztába ültettük. Vele párhuzamosan az E_4 parcella szélén, amely még a teljes művelésű talajba esik, egy másik sor ugyancsak négy éves vénicszil sor húzódik. A törzsrész fejlődési adatait mindkét sornál az V. táblázat 10. és 11. sora tünteti fel. A pásztás szántás mellett természetesen lényegesen gyengébb a csemete. Ez visszatükröződik a gyökérzetben is, melynek szabad fejlődését erősen korlátozza a teljes művelés hiánya.

Még feltűnőbb ugyanez a 88., 89. és 90. ábránál, ahol az 1 m. széles pásztás ásózás mellett ültetett, illetőleg vetéssel telepített csemeték nem képesek gyökerüket sem vízszintes irányban kellőképpen kifejleszteni (88. ábra), sem a száraz altalajban lehatolni. A *feketefenyő* horizontális gyökérzete ugyanis beleütközik a művelés nélküli altalajba és elhajlik. A *tölgy* természeténél fogva előbb karógyökeret akar növeszteni, a száraz és többé-kevésbé szikes altalaj azonban útjába áll, melynek szárazságát és ellenállását a pásztás művelés csak oly minimálisan enyhíti, ami nem elég ah-

hoz, hogy II. osztályú talajon, az Elaeagnust és tamariskát kivéve, más faj képes legyen gyökerét az altalajvizig lebocsátani.

Így befolyásolja a talajművelés mértéke közvetve a gyökérzet kialakulását azáltal, hogy többé vagy kevésbé porhanyón tartja, átjárhatóbbá teszi a talajt és konzerválja a nedvességet.

*

Az egyes fajokra vonatkozó vizsgálataim eredményét röviden a következőkben összegezem:

Tamarix tetrandra. — Csak III₁ osztályú talajon tártuk fel mint olyan fajt, melynek jobb talajon úgysem lehet jelentősége, de a szikesebb helyeken annál inkább s ezt elsősorban gyökérzetének köszönheti. Már az első két évben olyan hatalmas vízszintes gyökérzetet fejleszt, mely hasonló viszonyok között messze felülmúlja az összes többi fajét, akár a számításba vett erőteljesebb gyökerek összhosszát (I. táblázat), akár pedig az átlagos hosszúságot, vagy a leghosszabb gyökeret vesszük tekintetbe. A további adatok azonban azt mutatják, hogy ez a rohamosan megindult fejlődés a második év után teljesen elakad. A két idősebb példánynál (79. és 83. ábra) kisebb értékeket kapunk. Ez talán arra is visszavezethető, hogy mindkettő sűrűbb állásban van, mint a két éves (72. ábra). Mindamellett megállapítható, hogy a *Tamarix tetrandra* vízszintes gyökérzete a szokásos ültetési hálózat mellett (1—1'5 m.) az első két évben záródik s hosszabb gyökereket már alig fejleszt s inkább mélységben terjeszkedik. Így az I. táblázat szerint horizontális gyökérzete két éves korában átlag 25—30 cm., három éves korában 35 cm., négy éves korában 40 cm. mélységben fekszik.

Jellemző, hogy gyökerei általában alig ágaznak el. Inkább hosszú, a legtöbb akadályon keresztül hatoló szívós, erős gyökérszálai vannak. Míg más fajok előszeretettel keresik az oszlopos szikes repedéseit, addig a *Tamarix tetrandra* gyökereinél ez egyáltalán nem tapasztalható. Ha mégis valami olyan akadályba ütköznek, melyet legyőzni nem képesek, többnyire nem kerülik meg, hanem hirtelen irányt változtatnak, oldalt, lefelé, vagy éppen vissza, hegyes szög alatt, ferdén lefelé tartva. Meglehetősen tipikus képét nyújtja a nedvességben és tápanyagban szegény talajokra jellemző hosszú nyurga, alig elágazó gyökérzetnek, mely egyúttal a talaj extenzív kihasználásának benyomását teszi.

A horizontális gyökérzet és a bokr sugarának arányát kifejező $R : r$ viszony értéke, mely egyébként meglehetősen nagy (több, mint 3), esik a korral, ami amellet bizonyít, hogy a vízszintes gyökérzet a földfeletti részhez képest hamarabb és sokkal terjedelmesebben fejlődik ki. Tehát azonos körülmények között a *Tamarix tetrandra*-nál mindenekelőtt gyökérzetének vízszintes irányú terjedelme alakul ki. Majd a horizontális gyökérzet záródása után mélységben gyarapszik. Ezzel párhuzamosan fej-

lódik úgy a földfeletti rész, mint a vertikális gyökérzet, úgy mélységben, illetőleg magasságban, mint terjedelemben.

A bokrok itt szereplő magasságai nem nyújtanak eléggé összehasonlítható adatokat, mert a hajtásokat eleinte dugványtermelés céljából levágtuk, másrészt kemény télen el is fagytak s végül mert a felvételek nem egy évből valók.

A *Tamarix tetrandra*-nak elsősorban ott van jövője, ahol fajokkal már nem boldogulunk. Itt hivatása, hogy mint előállomány készítse az utat az utána ültetendő fajok számára az altalajvízhez, hogy keresztül-kasul behálózza talaját s csatornahálózatot létesítsen a más fajok számára áthatolhatatlan, kőkemény szikes agyagban, hogy sűrű bokraival beárnyalja, lehulló pikkelyszerű lombozatával és rőzséjével javítsa az eddig minden kultúrát és gondozást nélkülöző silány talajt.

Tamarix odessana. — Csemetekerti viselkedéséből azt lehetne következtetni, hogy gyökérzete talán a mostohább viszonyok között is erőteljesebben tud lefelé hatolni, mint a közönséges tamariskáé. Az eddigi vizsgálatok azonban ezt nem igazolják. Bár horizontális gyökérzete terjedelemben még a *Tamarix tetrandra*-ét is felülmúlni látszik, vertikális gyökerei eddig egyelőre nem tudják áttörni az erősen szikes rétegeket. Mindazonáltal végleges véleményt ezidőszereint még nem alkothatunk. Egyrészt kevés a rendelkezésre álló anyag, másrészt a vele folytatott kísérletek eddig csak két évesek.

Elaeagnus angustifolia. — Ezüstfa. — Gyökérzete rendkívül gazdag, elágazó. Növőterét sűrűn hálózza, úgyhogy szomszédságát megsínyli minden más faj. Aránylag nem foglal el nagy területet, messzefutó gyökerei nincsenek, de növőterét úgy horizontális, mint vertikális irányban alaposan kihasználja. Vertikális gyökerei három év alatt keresztültörnek a II₁ és II₂ osztályú szikes minden kritikus rétegén s csaknem elérik az altalajvizet. A III₁ osztálynál is megvan erre minden valószínűség.

A IX. parcella II₂ osztályú talaján kiszedett példánynak (101. ábra) aránylag magas volta, az R : r kis értéke azzal magyarázható, hogy a feltüntetett másik két ezüstfával szemben itt a szomszédos sorok is ezüstfasorok, míg azoknál legalább az egyik oldalon mindig valami jelentéktlenebb gyökérzetű faj volt, amelytől az ezüstfa gyökérzete szabadon terjeszkedhetett. Ezért legkisebb az R, a gyökérzet sugara is a 101. ábránál (94 cm. — 116, illetve 120 cm-rel szemben. — 58. és 98. ábra).

Az ezüstfának szikes talajainkon feltétlenül megvan a maga létjogosultsága. Más fajjal vegyesen azonban nem szabad ültetni, mert azt elnyomja. Minthogy gyökérzete gazdagon behálózza talaját s a tamariskánál sűrűbb csatornahálózatot létesít a száraz szikes rétegeken keresztül az altalajvízhez, a tamariskával szemben azzal az előnnyel is bír, hogy

harmadrendű fává növe, nagyobb fatömeget szolgáltat. Így előtelepítésre, előállománynak, mely előőrsül szolgál a későbbi és tulajdonképeni fásításnak, minden körülmények között ajánlható.

Pirus piraster. — Vadkörte. — Régen elszikeseedett erdőtalajokon többnyire ott találunk egy-egy öreg vadkörtefát, mint néma tanúját és emléket a hajdani erdőnek. Ha mesterségesen telepítjük a szikes agyagon, szívósan kitart helyén s rendkívül meghálálja a talaj gondozását. Az 1928. nyári szárazságot nagyszerűen kiállotta, lombozata alig szenvedett valamit. Ezek után azt hihetnők, hogy mindegyik már az első pár évben mélyre hatoló gyökérzete képesíti, mint azt a *Tamarix tetrandra*-nál láttuk. Ezzel szemben azt kell tapasztalnunk, hogy, bár gyökérzete erősen lefelé irányuló tendenciát mutat, mégis nagyon lassan tud lejjebb hatolni. Viszont horizontális gyökérzete sem oly gazdag és terjedelmes, amely képesítené arra, hogy nagy körzetben felvehesse a rendelkezésre álló vizet, sőt egyenesen gyérnek és szegényesnek mondható, pl. a mezei szilével összehasonlítva, mégis földfeletti része magasabbra nyúlik a szikesebb talajokon. Az azonban kétségtelen, hogy ágazata és lombozata meglehetősen ritka és így bőrnemű, apró, xerofil jellegű leveleivel aránylag keveset párologtat. Valószínűleg ez az egyik tényező, mely lehetővé teszi, hogy dacoljon szikkel és szárazsággal. Vékony, drótszerű gyökereivel előbb-utóbb mégis áttöri a kritikus rétegeket s akkor a megnövekedett vízszükségletet már az altalajból pótolhatja. — Ez az egyedüli erdei fafaj, amelynek telepítését nyugodtan ajánlhatjuk a III₁ osztályú szikesen.

Ulmus glabra. — Mezei szil. — Törzsének fejlődése és csemetekerti két éves gyökérzete (19. ábra) után természetesnek találjuk az I. osztályú talajban fejlett igen szép horizontális és vertikális gyökérzetét. Vízsintes gyökerei messze nyúlnak. A vastag gyökerek elágaznak, a vékonyak alig s hosszú, nyurga fonalakat képeznek úgy itt, de még inkább a gyengébb minőségű talajon. Az R : r viszonyszám a III₁ osztálynál jóval nagyobb. Aránylag kicsi a tamariskák közötti példánynál (XIII. parc.), ami a tamariskák gyökérzetének erős konkurrenciájából magyarázható. — Annál gyengébb a III₁ osztályú talajban nőtt vertikális gyökérzet. A jóval több mint 2 m-es horizontális gyökerekkel szemben mint maximális gyökérmélységet 32—70 cm-t találunk. Az ilyen lefelé igyekvő gyökérszál is aránylag kevés. — Vízsintes gyökérzete csaknem egy síkban, közvetlenül a megmunkált réteg alatt, 20—25 cm. mélységben terül el.

Bár igen szívós faj, mégis nagyobb szárazságban, az állomány fejlődésével bekövetkező nagyobb vízszükséglet mellett nyilvánvalóan jelentkezni fog a kiszáradás veszélye, ha addig valahogy nem lesz képes áttörni a szárazabb és szikesebb talajrétegeket. Mindenesetre a lefelé hatolásnak eddigi menete igen lassúnak mondható. Ma azonban még végleges ítéletet

nem mondhatunk. Esetleg 1—2 év múlva kedvező viszonyok között (nedvesebb időjárás, gondos talajápolás) áttörheti a veszélyes szelvényt s akkor a csemete meg lesz mentve.

Ezek szerint egyelőre a mezei szílnék III₁ osztályú talajon való telepítését kémiai javítás nélkül bármilyen talajelőkészítő és ápoló munka mellett sem hozhatjuk javaslatba.

Ulmus levis. — Vénicszil. — Vízszintes gyökérzete nem oly terjedelmes, mint a mezei szilé. A gyökérfőből számtalan igen vékony gyökérszálacska indul ki, sűrűn behálózva a gyökfő közvetlen környékét. Sokszor az erőteljesebb vízszintes gyökerek is ilyen vékony szálakból álló kötegekre oszlanak. Számos ilyen vékony gyökérszál indul lefelé is, néha kötegszerűen valamelyik vízszintes gyökér egy-egy foltjáról. Egyesek belőlük lejutnak az altalajvizig (53. ábra). Vertikális gyökérzete általában a legvékonyabb gyökérszálakból áll valamennyi vizsgált faj között.

Minthogy a vénicszil eddigi tapasztalataink szerint semmi előnnyel nem bír a mezei szil felett, sőt sok tekintetben hátrányban van, alaposabb vizsgálat tárgyává nem is tettük.

Fraxinus americana. — Amerikai kőris. — Aki szikeseken pár éves telepítésnél az amerikai kőrist más fajok között látja, önkénytelenül az a gondolata támad, hogy itt ez a jövő fája. Úgy a szárazságot, mint az elöntést nagyszerűen tűri s a III₁ osztályú talajon is igen szép fejlődést mutat. Így minden okunk meg volna rá, hogy előbbi gondolatunk meggyőződéssé váljon, — ha ezt a gyökérvizsgálat is támogatná. A fa faj jövője iránt azonban aggodalmaink támadnak már az I. osztályú talajnál, ahol a két éves magági csemetével egyidőben s egymás mellett ültettünk egy éves kocsányos tölgycsemetét és vetettünk makkot. A tölgy, úgy a makkról vetett, mint az egy éves csemetéről ültetett, három év alatt már elérte a 3'25 m. mélységben lévő altalajvizet, míg ugyanekkor az amerikai kőris csak 1'9 m-ig (51. ábra) tudott lehatolni, bár földfeletti része összehasonlíthatatlanul fejlettebb, mint a tölgyé. — Az ugyanilyen korú csemete III₁ osztályú talajon (82. ábra) pedig csak 40 cm maximális mélységet ért el. Érdekes egyébként, hogy ennek horizontális gyökérzete kb. ugyanolyan terjedelmű, sőt néha még valamivel nagyobb értékeket is mutat (l. az I. táblázatot), mint az I. osztályú talajon nőtt, így: H = 21'69—20'05; h max. = 194—198; h = 155—154; R = 146—151; L = 1598—1488 cm. stb.; míg az R : r viszonyszám a talaj silányabb minőségéhez képest jóval nagyobb, 3'74 — az I. osztályú talajon nőtt amerikai kőris 2'75-ével szemben. — Hogy a III₁ osztályon nőtt két éves példány ugyanezen viszonyszáma annyival nagyobb (6'15, illetőleg 5'27), annak az a magyarázata, hogy az amerikai kőris koronája, bár valamivel hamarabb, mint a magas kőris, de aránylag mégis későn indul fejlődésnek.

Az amerikai kőris gyökérzete nem terjedelmes, inkább gazdagabb. Nincsenek messze elnyúló gyökerei, inkább elágazók, amelyek a talajrepedéseket behálózzák s belterjesen kihasználják a felső talajrétegek nedvesség- és tápanyagtartalmát. Valószínűleg ennek is köszönheti, hogy dacára sekély gyökérzetének, a szárazságot egyelőre minden nagyobb kár nélkül elviseli és az erősebben szikes talajon is még állja a versenyt a mélyebb gyökérzetű fajokkal. Hogy ez meddig tart, a későbbiek fogják eldönteni. Bizonyos, hogy hosszú életű nem lesz s a jövőben szikesen nem is lehet telepítésével más célunk, mint hogy esetleg más fajokkal vegyesen talajárnyalónak, védőállománynak használjuk. Ültetése leginkább előntésnek és hosszabb ideig tartó vízállásnak kitett többé-kevésbé szikes talajon indokolt.

Fraxinus excelsior. — Magas kőris. — Gyökérzete sok tekintetben megegyezik az amerikai kőrisével, de igényesebb, sziket, szárazságot és elöntést nem tűr oly mértékben. Vízszintes gyökérzete valamivel kevésbé terjedelmes, míg lefelé szintén nem tud menni. Így jövője csak a legjobb minőségű (I. oszt.) szikesen lehet annál is inkább, mert koronafejlődése igen lassú, csak nagyon későn záródik s minthogy lombozata akkor is laza és talaját nem árnyalja eléggé, csak jól árnyaló fajokkal vegyesen ültendő, mert egyébként a fű felverődik alatta s elszívja előle a feltataj nedvességét, mely sekély gyökérzetének egyedüli vízforrása.

Quercus robur. — Kocsányos tölgy. — I. osztályú szikesen úgy makkról, mint csemetéről a legjobb eredménnyel ültethető. Ajánlatosabb azonban erőteljes csemetéről ősszel, esetleg 1—2 biztosan csirázó makkról tavasszal telepíteni, mert a több makkból keletkező csemeték csak egymást akadályozzák a fejlődésben. A makkvetés különben azért is nehezen keresztülvihető szikesen, mert mezőgazdasági köztes használatra nem igen vállalják, máskülönben pedig tisztántartása nagyon költséges.

Először általában karógyökere, vagy az ezt pótló vertikális gyökerek fejlődnek ki. Amíg az altalajvizet el nem érték, addig úgy a földfeletti rész, mint a horizontális gyökérzet fejlődése meglehetősen korlátolt. Úgy a törzsrész, mint a vízszintes gyökérzet az altalajvíz elérése után rohamos fejlődésnek indul. — A talaj minőségének gyengülésével erősen csökken a vertikális gyökerek által elért mélység. Két éves tölgyültetésnél a maximális gyökérmélységet II₁ osztályú talajon 95 (56. ábra), II₂ osztályú talajon 55 cm-nek (65. ábra) találtuk. Valószínű, hogy II₁ osztályú talajon 1—2 éven belül eléri az altalajvizet, míg a II₂ osztályú talajnál ez kétséges. — Így tehát a kocsányos tölgynek a II₁ osztályú szikesek fásításánál megfelelő talajápolás mellett még feltétlenül szerep biztosítandó, II₂ osztályúnál már csak kémiai talajjavítással várhatunk eredményt.

Populus virginiana. — Kanadai nyár. — A csemetekerti ábrák után nem nehéz felismernünk a kanadai nyár tipikus gyökérzetét az I. osztályú

szikesen sem, bár itt a nehéz kötött agyagban lefelé hatolása lassúbb. Ott az első évben több mint 1'5 m. mélységet ér el, itt csak a második évben jut le 130 cm-ig (48. ábra), de már a legnagyobb nehézségeken túl van. A következő évben, ha még nem is érné el, de lényegesen megközelíti az altalajvizet, míg a negyedik évben már egész gyökérkötegek fognak lenyúlni a vízig. Ezzel párhuzamosan vízszintes gyökerei is messze nyúlnak. Két éves korában leghosszabb gyökere 3'57 m, míg az átlagérték 1'86 m. A záródó gyökérzet azonban gátolja a többiekhez képest túlhosszú gyökerek további növekedését s így a négy éves példány (52. ábra) leghosszabb gyökere 4'24 m., tehát csak 67 cm-rel hosszabb, mint az előbbi, az átlagérték ellenben 1'11 m-rel emelkedett (2'97). — A talaj nedvesség- és tápanyagkészletének kihasználására a vízszintes gyökérzet mélységben is gyarapodott, amennyiben átlagos mélysége 30 cm-ről 40 cm-re szállt le. — A gyökérzet átmérője, illetőleg sugara több mint $2\frac{1}{4}$ -szerese a korona átmérőjének, illetőleg sugarának. — A talajminőség romlásával mind feljebb és feljebb szorul az egész vízszintes gyökérzet. Míg az I. osztálynál az átlagos mélységet 30, ill. 40 cm-nek, a II₂ osztálynál 25, ill. 29 cm-nek, a III₁ osztálynál 18 cm-nek találjuk. Még feltűnőbb a talajminőség hatása a maximális gyökérmélységeknél. A két éves csemete I. osztályú talajon — mint láttuk — 130 cm mélységre hatolt le s már áttörte a kritikusabb rétegeket, míg a III₁ osztályú talajnál a 20 cm mélységben fekvő horizontális gyökér (77, 96. és 99. ábra) adja egyúttal a legnagyobb gyökérmélység értékét is és eddig a vertikális gyökérzet alakulásának nyomát sem tapasztaljuk s a jövőben sincs rá remény. — Az I. osztályú talajon a négy éves példánynak nagyon szépen fejlett s az altalajvizig terjedő vertikális gyökérzete van, ezzel szemben a II₂ oszt. talaj négy éves kanadai nyárja csak 70 cm. maximális mélységet tudott elérni. Érdekes megfigyelni e két fa évenkénti magassági fejlődését.

	1925.	1926.	1927.	1928.	összesen
I. oszt.-nál évi hajtás	1'08 m.	1'77 m.	0'60 m.	1'15 m.	4'60 m.
II ₂ oszt.-nál évi hajtás	0'80 m.	1'30 m.	0'45 m.	0'39 m.	2'94 m.

A II₂ osztályú talajon nőtt példány első három évi hajtása — amint látjuk — mindig arányosan kisebb, mint az I. osztályú talajon nőtté, tehát addig az időpontig, amíg ez utóbbi el nem érte az altalajvizet, mire az új hajtás az 1928. évi nagy nyári szárazság dacára messze felülmúlja s majdnem kétszerese a múlt évi hajtásnak, míg a II₂ oszt. talajon a szárazság annál súlyosabban éreztette hatását. A sekély gyökérzetű csemeték ugyanis természetesen kizárólag a legfelső talajrétegek víztartalmára vannak utalva, amely nagy szárazságban részint a rajta élő fiatalos vízelvonása, részint a nehezen záródó fiatalostól gyengén védett talaj párolgása következtében

hamar kimerül. A fenti példánál ugyanis az I. táblázatból azt olvashatjuk ki, hogy amíg az I. osztályú talaj négy éves kanadai nyárjának koronasugara 114 cm., addig a II₂ osztályú talajon csak 67 cm. Viszont az R : r viszonszám az I. osztálynál 2'28, míg a II₂ osztálynál 3'18, tehát itt is a gyökérzetnek a koronához viszonyított terjedelme jóval nagyobb, mint az I. osztályú talajnál, ami szintén amellett bizonyít, hogy a gyengébb talajon a fának aránylag nagyobb növértérre van szükségük. — A III₁ osztályú szikes kanadai nyárjainak ugyanezen viszonszámai szintén nagyobbak, mint az I. osztálynál, de kisebbek, mint a II₂ osztálynál. Ennek valószínű oka a sűrűbb hálózat.

A kanadai nyár I. osztályú szikesen, különösen ha az laposabb fekvésű, feltétlenül alkalmazandó, mert, miután 3—4 év alatt eléri az altalajvizet, hatalmasan nő, nagy tömegű és értékes fát szolgáltat. II. osztályú szikesen, ha talajjavítással és intenzív műveléssel lehetővé tesszük a vertikális gyökérzet kialakulását és lejutását az altalajvízhez, jövője biztosítható. Talajművelés és gondozás javítás nélkül nem látszik elegendőnek. Bár évekig élél kedvező időjárás és talajápolás mellett, azonban hosszú életű sohasem lesz, sem megfelelő fejlődést nem mutat.

Populus alba. — Fehér nyár. — A szikes agyagon még kényesebb, mint a kanadai nyár, tekintettel arra, hogy meglehetősen sekély gyökérzetű s ez sem hálózza be sűrűn talaját, úgyhogy ennek kihasználása még extenzívebb, mint a kanadai nyárnál. Lefelé irányuló gyökerei II₁ osztályú talajon három éves korában 70 cm., II₂ osztályú talajon 42 cm. mélységet értek el, ami igen gyenge teljesítmény. Ez egyúttal azt is igazolja, mennyire érzékeny a talaj szikességével és szárazságával szemben. Csak mérsékelt szikes laposokon ültethető.

Sophora japonica. — Szofóra. — I. osztályú talajon, ha az vízösszefutásnak nincs kitéve, többnyire kiheveri az átültetést, amikor az gondosan kiszedett s nem túlságosan megcsonkított csemetével történik. A kiemelt gyökérzet ugyanis sokszor nem áll egyébből, mint az erősen megsebzett vastag karógyöker csonkjából. A szofóra csemetéket tehát nagy gonddal és mélyen kell kiemelni s ugyancsak mély gödörben elültetni, ahol kultiválni akarjuk. Erdészeti jelentősége azonban nincs, különösen szikes agyagon. Az I. osztályú szikesen ugyan kitűnően megy. Gyökérzete hatalmasan fejlett, H = 37'44 m., ami felülmúlja az összes többi faj hasonló értékét. Talaját azonban nem használja ki eléggé. Ugyanitt inkább értékesebb és talaját jobban védő fajokat kultiválunk. A gyengébb minőségű talajokon teljesen csődöt mond. Úgy a vertikális, mint a horizontális gyökérzete egyformán gyenge.

Acer negundo. — Zöldjuhar. — I. és II. osztályú talajon kedvező viszonyok között gyors fejlődésnek indul s hiú reményeket kelt, mert az

első szárazság leperzseli. Ez könnyen érthetővé válik, ha ismerjük gyökérzetét. Sekély, horizontálisan elterülő gyökérzete aránylag erőteljesen fejlett, rojtosan, gazdagon elágazó, minden kis rést vagy talajrepedést felkeres és sűrűn behálóz. Legyezőszerűen szerteágazó, finom szövevényű vízszintes gyökérzete így a legkisebb csapadékot és tápanyagot is képes kihasználni. Viszont vertikális gyökerei nem tudnak egyenesen lefelé haladni, hanem minduntalan megtörve a talajrepedések és törések között keresik lefelé az utat, meglehetősen sikertelenül. Így tehát a csemete teljesen a talaj legfelső rétegének nedvességére szorul, mely ha kifogy, az épen nem xerofita természetű zöldjuhar is elpusztul, vagy sínylődik.

Gyökérkonkurrencia.

Az erdő, a fa életét számtalan külső és belső tényező befolyásolja. Fejlődése végeredményben ahhoz igazodik, ami az optimális állapottól a legtávolabb áll. Így pl. ha csak a külső tényezőket vesszük figyelembe s talajunk fizikai és biokémiai tekintetben optimális állapotban van, a fa tenyésztését a légköri viszonyok, mint a meleg, a levegő páratartalma stb., de elsősorban a fény fogja befolyásolni. Ilyen körülmények között a fák lombzatát érő fény mennyiség és minőség (szórt és direkt) befolyásolása lesz döntő hatással az egyedek, illetőleg az erdő fejlődésére. Viszont ott, ahol a talaj tényezői, mint pl. a nedvesség, tápanyag, vannak minimumban, az egyes fák részére rendelkezésre álló nedvesség és tápanyagszükséglet szabályozásának kell képeznie az erdőápolási tevékenység alapját. Itt kapcsolódik be a gyökérkonkurrencia kérdése az erdőművelés alapvető kérdéseibe.

Eddig minden erdőművelési ténykedést főleg a fény szabályozása uralt. Az egyes fafajok viselkedését létért folytatott harcban rendesen fényigényességük alapján igyekeztek megmagyarázni, ami elsősorban *Pfeil* befolyására vezethető vissza. A fénynek tulajdonított döntő szerepre vall a német terminológia „Lichtung” stb. kifejezése. Kétségtelenül rendkívül fontos tényező, de a számtalan tényezőre visszavezethető biológiai és növény-szociológiai jelenségek, mint a természetes felujulás, vagy az egyes fafajok és egyedek elnyomása, illetőleg uralomra jutása, ennyire egyoldalúan mégsem magyarázhatók. A természetes felujulások tanulmányozásánál hangsúlyozta *Cotta*, majd *Ramann*, *Fricke*, *Borggreve* és egész sor orosz kutató, hogy az anyaállomány nemcsak árnyalja, hanem terjedelmes gyökérzete a talajnedvesség elvonása által károsan befolyásolhatja a felujulást, amit *Fricke* kísérleti úton számadatokkal is igazolt.

Tehát a természetes felujulásnál merült fel először a gyökérkonkurrencia gondolata s az irodalomban található példák és vizsgálatok mind az idősebb állománynak a fiatalabbra kifejtett hatására vonatkoznak.

Mínthogy sokan a gyökérkonkurrencia komoly jelentőségét még ma is kétségbe vonják, ezúttal kétségtelen bizonyítékokkal igyekszünk szolgálni azonos korú, különböző és ugyanazon fajú ültetéseknél megnyilvánuló gyökérkonkurrenciára.

Különösen alkalmas ilyen vizsgálatokra az erősebben szikes talaj, amelynek fiziológiai mélysége a legtöbb fafajra nézve meglehetősen korlátozott. Mínthogy a sekély gyökérzet a könnyen kiszáradó feltalaj nedvességére van utalva, a nagy szárazságot, mint 1928 nyarán, súlyosan megérzi. Ilyen helyen és ilyenkor érvényesül igazán és válik szembeötlővé a gyökerek konkurrenciája. Ennek kiváló példáit hozzák a XVIII. tábla ábrái, illetőleg a 100. ábra, továbbá a IV. és V. táblázat.

Az 1928 nyarán fellépett szárazságban a XI. kísérleti parcellán feltűnt, hogy egyes *kanadai nyár*-sorok csaknem egész lombozatukat elhullatták és sok csemete teljesen el is száradt, míg más sorokat, amelyek az előbbieket között húzódtak, összehasonlíthatatlanul kevésbé érintett a szárazság. Hamarosan rájöttem a kérdés megoldására.

A szorosan egymás mellett és párhuzamosan futó bakhátakon 3—3 sor két év előtt ültetett csemete sorakozott, középen mindig *kanadai nyár* (100. ábra P), míg két oldalt felváltva az érvik bakháton *ezüstfa* (E), a másikon *szofóra* (S),

A IV. táblázat adatai szerint az ezüstfasorok között a *kanadai nyár*-fák elveszítették lombozatuknak 96%-át, míg a *szofórák* között csak 68%-át.

Ezután vizsgálat tárgyává tettem a fenti sorok fejlődési viszonyait. Így az V. táblázat szerint (5. és 6. sor) különösen az 1928. évi hajtásnál mutatható ki nagy különbség a *szofórák* közti sorok javára. Kétségtelen tehát, hogy az ezüstfák közötti *kanadai nyársorok* úgy a lombzat elhullatásában, mint az évi hajtás fejlődésében sokkal súlyosabban szenvedtek a szárazságtól.*)

Ha valamely fafaj elnyomta a másikat, általában fényelvonással, beárnyalással magyarázták. Lássuk, ez itt lehetséges-e? A 100. ábra 7. és 9. sora csakugyan valamivel magasabb, mint a közbeeső *kanadai nyársor*, de ez minimális, különösen, ha figyelembe vesszük, hogy a sorok észak-déli irányúak. Viszont a 2. sor magasabb, mint a két szomszédos *ezüstfa*-sor. (A sorba bele esik egy kisebb lapos, ahol az *ezüstfa* gyengébb, mert nem tűri az elöntést, míg ugyanitt a *kanadai nyár* jobb.) Tehát beárnyalásról nem beszélhetünk annál kevésbé, mert először épen a legfelső levelek hullottak le s a legfelső hajtásrészek száradtak el, míg az alsó ágak levelei, melyek elsősorban lehettek volna kitéve a szomszédos csemetek és

*) Az itt feltüntetett hatás megnyilvánulása 1929 tavaszán még fokozódott, amennyiben a *szofórák* közötti *kanadai nyárakból* megfakadt az eredeti dugványozásnak 44,7%-a, míg az *ezüstfák* között csak 6,6%-a, a többi elszáradt.

a saját árnyalásának, de a fényvisszaverődésnek is, sokszor teljes épségben megmaradtak (még jellemzőbben mutatkozik ugyanez hasonló esetben a mezei szílnél). — Egyébként a sorok még nem is záródtak.

Ezek után gyökérvizsgálatokat végeztem. A XVIII. tábla ábrái most már kezünkbe adják a megfejtést. Itt látjuk, hogy a szofóra (a 100. ábra 11. és 13. sorából kiemelve) jelentéktelen gyökerei mellett a kanadai nyár (12. sorból — 96. ábra) messzeterjedő hatalmas gyökérzetet fejlesztett, míg az ezüstfák (98. ábra a 100. ábra 7. sorából kiemelt példánnyal képviselve) közötti kanadai nyár (8. sorból — 99. ábra) az előbbihez képest jóval fejletlenebb gyökérzettel bír, mert az ezüstfa gazdagon elágazó gyökerei sűrűn behálózzák talajukat, sőt alája kúsznak a kanadai nyárnak, hogy minden rendelkezésre álló talajnedvességet felvehessenek s így a talajt minél intenzívebben kihasználják. Természetes tehát, hogy szárazságra hajló viszonyok között a kanadai nyár extenzív, lazán hálózó gyökérzete nem veheti fel a harcot küzdőképesebb, erőteljesebb, gazdagabb és mélyebb gyökérzetű fajjal, mint az ezüstfa. Itt előáll az az eset, amikor az egyébként magasabb és gyorsabb növéssű fajt (kanadai nyár) elnyomja egy alacsonyabb és lassúbb növéssű faj (*Elaeagnus*), ami egyedül a gyökérkonkurrenciára vezethető vissza.

Ez igen feltűnő példa mellett kerestem kevésbé szembeötlőt, ami szintén csak a gyökérkonkurrenciával bizonyítható, illetőleg magyarázható. Ismét visszatérve a múlt évi szárazságra, amint láttuk, a kanadai nyár a szofórák között elveszítette lombozatának 68%-át, ugyanekkor a kanadai nyár és szofórasorok közötti kanadai nyársorok lombozatuk 80%-át, kanadai nyár és mezei szil között 86%-át, míg tisztán *Elaeagnus*-ok között 96%-át. Tehát a kanadai nyár gyökérzetére a legkedvezőbb, ha szofórák között van, szenved a mezei szil gyökérzetétől, de leginkább az *Elaeagnus*-étől. Ugyancsak az *Elaeagnus*-gyökerek erőteljes vízelvonó hatására vezethető vissza a mezei szil lombozatának nagyobb mérvű lehullása a IV. táblázat 5., illetőleg 6. sorának tanúsága szerint. Az V. táblázat 1. és 2. sora viszont bizonyítékot szolgáltatnak a mezei szil gyökérzetének a *Maclura aurantiaca* fejlődésére, illetőleg gyökérzetére gyakorolt káros befolyása mellett. Amíg a *Maclura* és szofóra közötti *Maclura*-sor átlagos magassága 122, egy évi hajtása 76 cm., addig a mezei szil melletti sor magassága 97, évi hajtása 50 cm. Ennek magyarázatát itt is csak a gyökér elnyomásában találhatjuk meg, mert a sorok észak-déli irányúak és a záródás még nem következett be.

Az V. táblázat 12. és 13. sora szerint az ültetés utáni első évben még alig mutatható ki a gyökérkonkurrencia, mert a földfeletti törzsrész, illetőleg lombozat párologtatása még csekély, másrészt a gyökerek sem fejlettek annyira, hogy egymásra nézve nagyobb mértékben károsakká lehetnének.

Addig, amíg elegendő növőtér, talán helyesebben elegendő talajnedvesség és tápanyag áll a gyökérzet rendelkezésére, gyökérzetelnyomást nem tapasztalhatunk. Ez csak akkor éreztetetheti hatását, ha valamiben hiány lép fel s ekkor az erősebb, küzdőképesebb (esetleg igénytelenebb), vagy amelyiknek pl. egy-egy gyökere a szomszédos gyökerek között rést találva szabad folthoz jutott, amelyet sikerült hamarabb kihasználni s ezzel is megerősödni (lásd ennek jellemző példáját a 20. ábrán), vagy amelyik már eleve nagyobb növőtérrel bír, vagy bármilyen oknál fogva ab ovo erőteljesebben fejlődött, már bizonyos előnnyel megy a küzdelembe s igyekszik a szomszédok rovására terjeszkedni, illetőleg tápanyag- és nedvességszükségletét beszerezni s ezzel a másikat elnyomni. Így a szemünk előtt lejátszódó földfeletti elnyomatást már rendesen megelőzte a gyökérelnyomás, úgyhogy ilyenkor az előbbi következménye az utóbbinak. Hiszen tudjuk, hogy a gyökérzet és a korona kialakulása és fejlődése szoros összefüggésben állanak egymással. Általában amilyen irányban erőteljesebben fejlődik a gyökérzet, ugyanabban az irányban nő erőteljesebben a korona is, amire számos adatot találhatunk a mellékelt ábrák között.

A gyökérkonkurrencia érdekes esetét mutatja az 50. ábra, ahol az amerikai kőris erőteljes vízszintes gyökérzete arra kényszerítette a kocsányos tölgy vízszintes gyökérzetét, hogy az más irányban keresse fejlődési lehetőségét, ami sikerült is, mert a másik oldalon makkvetéses sor van. A makkvetésből kelő tölgycsemete pedig először főleg csak vertikális gyökérzetét fejleszti ki. A jelen 49., 50., 93. és 94. ábrák abból a kísérletből valók, melynek célja feleletet adni arra a kérdésre, képes-e behozni a makkvetésből keletkező fiatalos az egyidejűleg s vele párhuzamosan és vegyesen ültetett egy éves csemetek korelőnyét azáltal, hogy a makkvetésnek természetesen kialakuló gyökérzete a létért folytatandó küzdelemben felülmúlhatja a megcsonkított karógyökérrel bíró csemeteket. Az volt ugyanis a feltevés, hogy a makkvetéses fiatalos karógyökere esetleg hamarabb eléri az altalajvizet s utána horizontális gyökerei erőteljesebben fejlődnek, mint az ültetett csemete, mely erősen megsínyli a karógyökér megcsonkítását s a mellékgyökereknek az ültetésnél történt esetleges természetellenes helyzetbe kerülését, illetőleg a gyökérzet eltorzítását. Ezzel szemben tény az, hogy az ültetett csemete a kétségtelenül megállapítható gyökértorzítás dacára akár a vízszintes, akár a lefelé irányuló gyökérzetet, vagy a törzs-részt vesszük figyelembe, minden tekintetben jóval fejlettebb. Sőt a legsebbebb csemetek épen mind erős gyökértorzulást szenvedtek. Természetesen ebből nem következik feltétlenül, mintha a torzítás serkentőleg hatna a fejlődésre. A jelen esetben talán inkább valószínű az, hogy a teljesen gyakorlatlan munkások egyes, a normálisnál sokkal erőteljesebb gyökérzetet beleerősztáltak átlagos ültető gödrökbe s így azt természetellenes

helyzetbe hozták, viszont ez nem volt káros hatással a további fejlődésre, sőt a több tartalék tápanyaggal felszerelt csemete felülmúlta a többieket.

De volt a makkvetésre nézve hátrányos eredmény kialakulásának más okozója is. Egy-egy fészekbe ugyanis 3—6 makkot vetettünk biztonság kedvéért, úgyhogy egy csomóban sokszor 5—6 csemete indult fejlődésnek, ahol természetesen hamar fellépett a gyökérkonkurrencia. A harc néha korán eldőlt annak javára, amelyiknek sikerült karógyökerét gyorsabban lebocsátani az altalajvízig (pl. 93. ábra, balról 2. csemete). Eddigi megfigyeléseink arra engednek következtetni, hogy a tölgy akkor kezdi horizontális gyökérzetét és törzsét fejleszteni, ha vertikális gyökérzete elérte a vizet, vagy pedig valamilyen oknál fogva fejlődésében megakadt. Ilyenkor a vízszintes gyökerek közül igyekszik néhány lefelé haladni, vagy pedig függő gyökereket lebocsátani. Hasonló esetet látunk a 94. ábrán jobbról a 3. csemeténél. Az erőteljesebb törzsről azt következtethetnénk, hogy a későbbiek folyamán elnyomta volna a többit. A gyökérvizsgálat azonban ezt megcáfolja s a harc kimenetelét minden valószínűség szerint jobbról az 1. és 4. csemete további fejlődése döntötte volna el, melyeknek karógyökere már lenn van az altalajvíznél s vízszintes gyökérzetüket és törzsüket ezután kezdték volna intenzívebben fejleszteni.

Végeredményben minden valószínűség szerint a csemetéről ültetett tölgyek, amelyeknek vertikális gyökerei általában hamarabb érték el céljukat s horizontális gyökerei is erőteljesebbek, a gyökérzet záródása után el fogja nyomni a makkról vetett sorokat, sőt a gyengébb vertikális gyökérzettel bíró amerikai körist is, mely pedig, egyelőre úgy látszik, mintha lényegesen fölényben volna.

Összefoglalás.

1. Kedvező viszonyok között többé-kevésbé laza (csemetekerti) talajban minden faj mély gyökérzetet fejleszt, míg erősen szikes (III₁) agyagon még az általában mély gyökérzetűnek ismert tölgy vertikális gyökere sem tud behatolni. Itt már csak a *Tamarix tetrandra* és az *Elaeagnus angustifolia* képesek megbirkózni a felmerülő akadályokkal. — A mély gyökérzet kialakulása tehát elsősorban a talajtól s csak másodsorban függ a fajtától.

2. A mély gyökérzetűség lényege a felmerülő káros befolyásokkal és akadályokkal szembeni küzdő és ellenálló képességben rejlik. A kifejezetten mély gyökérzetű fajok nem azért tudnak elviselni minden káros hatást (a talaj szárazságát, sótartalmát stb.), mert mély gyökérzetűek, hanem azért mély gyökérzetűek, mert gyökereik ellentállóbbak és küzdőképesebbek. — A fajok ezirányú képessége nagyon változó s a vizsgált

fajokat figyelembe véve, ideiglenesen a következő fokozatokat állapíthatjuk meg:

- a) *Tamarix tetrandra*, *Elaeagnus angustifolia*.
- b) *Tamarix odessana*, *Pirus piraster*, *Amorpha fruticosa*.
- c) *Ulmus glabra*, *Ulmus levis*, *Quercus robur*, *Sophora japonica*.
- d) *Fraxinus americana*, *Fr. excelsior*, *Populus virginiana*, *Pop. alba*, *Acer negundo*.

3. Szárazságra hajló viszonyok között a létért folytatott küzdelem első-sorban a talajban játszódik le s ebben a küzdelemben a győzelemre lényeges befolyással bír a vízszintes gyökérzet erőteljesebb kialakulása, de a döntő mégis az, hogy a vertikális gyökérzet el tudja-e érni az altalajvizet vagy nem.

4. Ezzel a szikesfásítás kérdése gyökérkérdéssé vált, amikor azt a kérdést, hogy valamely szikes területet be tudunk-e eredményesen fásítani, úgy kell átalakítanunk, tudunk-e az illető talajra olyan fafajt hozni, melynek vertikális gyökérzete képes lesz áttörni a kritikus rétegeket, illetőleg tudjuk-e talaját ennek bekövetkezéséig gondozni és művelni, ami fafajok és talajminőségek szerint különböző ideig fog tartani.

5. I. osztályú talajnál 3, II. osztályúnál 4, III. osztályúnál 4—5 évi talajápolásra van szükség, hogy az ott ajánlható fajok elérhessék az altalajvizet.

Irodalom.

1. *Aaltonen*: Ueber die räumliche Ordnung der Pflanzen auf dem Felde und im Walde. — Acta forestalia fennica. 1923.
2. *Bernbeck*: Beiträge zur Physiologie des Bodens. Forstw. Centralblatt, 1914.
3. *Borggreve*: Die Holzzucht. Berlin, 1891.
4. *Büsgen*: Bau und Leben unserer Waldbäume. III. Aufl. Jena, 1927.
5. *Fricke*: Licht- und Schattenholzarten, ein wissenschaftlich nicht begründetes Dogma. Centralblatt für das gesamte Forstwesen, 1904.
6. *Hilf*: Wurzelstudien an Waldbäumen. Hannover, 1927.
7. *Magyar Pál*: Adatok a Hortobágy növényzociológiai viszonyaihoz. Erd. Kís., 1928.
8. *Magyar Pál*: Szikesfásítási kísérletek. Erdészeti Kísérletek, 1929.
9. *Pfeil*: Kritische Blätter, Bd. 25.
10. *Ramann*: Wassergehalt diluvialer Waldböden. Zeitschr. f. Forst- und Jagdw., 1906.
11. *Vater*: Die Bewurzelung der Kiefer, Fichte und Buche. Tharandter Jahrb., 1927.
12. *Wi Beck*: Ueber Missbildungen des Wurzelsystems der Kiefer bei der Pflanzung mit dem Stieleisen. Mitt. d. forstl. Vers. Schwedens, 20. Heft.
13. *Wiedemann*: Der Wurzelbau älterer Waldbäume. Forstarchiv, 1927. 229.

I. táblázat.

I. Tabelle.

Adatok a különböző fajok gyökérzeti viszonyaihoz.
Angaben über die Wurzelbildung verschiedener Holzarten.

Kísérleti parcella Versuchsparzel	Abrszám — Abblidungsnummer	Fafaj Holzart	Talamínosság Bonität	Kor — Alter	Magasság m — Höhe m	A horizontális gyökerek Angaben der horizontalen Bewurzelung										A koronán kívüli horizontális gyökerek — Horizontalwurzeln ausserhalb der Krone									
						száma — Anzahl	összhossza — Gesamtlänge (H) m	legnagyobb hossza — Grösste Länge (h max) cm	átlagos hossza — Durch- schnittslänge (h) cm	átl.mélység Durchschn. Tiefe cm	Az elért legnagyobb talajmélység — Die erreichte grösste Tiefe cm	A gyökérzet sugara — Halbmesser der Bewurzelung (R) cm	Koronasugara — Halbm. der Krone (r) cm	R : r	száma — Anzahl	összhossza — Gesamtlänge (L) cm	legnagyobb hossza — grösste Länge cm	átlagos hossza — Durch- schnittslänge (l) cm	viszonya a korona sugarához Verhältnis zum Halbm. der Krone						
																			L : r	l : r					
III.	66	Acer negundo	II ₂	2(3)	0,92	12	10,94	150	91	12	40	83	19	4,37	12	842	128	70	44,32	3,68					
XVII.	58	Elaeagnus ang.	II ₁	3(4)	1,75	10	11,80	186	118	33	302	116	65	1,78	10	502	112	50	7,72	0,77					
IX.	101		II ₂	3(4)	1,90	11	10,66	160	97	30	288	94	60	1,60	10	413	116	41	6,88	0,69					
XI.	98		III ₁	2(3)	1,34	12	15,38	168	128	28	75	120	60	2,00	12	758	109	63	12,63	1,05					
E ₄	51	Fraxinus amer.	I	3(5)	2,69	13	20,05	198	154	25	190	151	55	2,75	12	1488	172	115	27,05	2,09					
IX.	82		III ₁	2(4)	1,45	12	10,08	114	84	19	30	80	13	6,15	12	848	101	71	65,23	5,46					
IX.	78		III ₁	3(5)	1,90	14	21,69	194	155	21	40	146	39	3,74	14	1598	165	114	40,97	2,92					
IX.	76	Fraxinus excel.	III ₁	2(4)	1,20	9	10,74	164	119	20	35	116	22	5,27	9	891	130	99	40,50	4,50					
IX.	81		III ₁	2(3)	1,10	7	7,14	128	102	20	35	92	10	9,20	7	620	113	89	62,00	8,90					
XVII.	60	Pirus piraster	III ₁	3(4)	1,50	13	13,78	145	106	22	35	100	30	3,33	13	929	104	71	30,97	2,37					
VII.	68		II ₁	3(4)	1,47	8	5,96	102	74	45	95	71	40	1,78	7	263	57	38	6,57	0,95					
II.	80		III ₁	3(4)	1,30	9	10,87	180	121	35	70	114	54	2,11	9	536	110	60	9,93	1,11					
II.	85		III ₁	3(4)	1,50	10	10,49	174	105	30	50	92	60	1,53	8	270	70	34	4,50	0,57					
II.	84		III ₁	4(6)	1,85	8	11,32	170	142	30	80	132	70	1,89	8	539	90	67	7,70	0,96					
XVII.	48	Populus alba	II ₂	4(6)	2,02	8	10,72	167	134	30	90	124	67	1,85	8	410	112	51	6,12	0,76					
D. k.	52	Populus virg.	I	3(4)	1,50	6	6,35	182	106	20	42	95	43	2,21	6	410	126	68	9,53	1,58					
E ₅	69		I	2(2)	1,90	9	16,79	357	186	30	130	169	72	2,35	9	990	292	110	13,75	1,53					
E ₅	70		II ₂	4(5)	4,60	10	29,70	424	297	40	335	267	117	2,28	10	1833	328	183	15,67	1,57					
XI.	96		II ₂	3(4)	2,12	8	18,77	350	235	25	55	213	72	3,44	8	1428	266	178	23,03	2,87					
XI.	99		III ₁	2(5)	2,94	6	13,24	281	221	29	70	213	67	3,18	6	940	214	157	14,03	2,34					
XI.	77		III ₁	2(2)	1,40	9	15,31	242	170	18	20	149	54	2,76	9	982	202	109	18,18	2,02					
E ₄	49	Quercus robur	III ₁	2(2)	1,23	14	25,58	210	111	18	20	106	45	2,36	14	876	158	63	19,47	1,40					
E ₄	50		III ₁	2(3)	1,70	9	14,16	210	157	18	20	146	56	2,61	9	940	162	104	16,79	1,86					
XVII.	56		I	3(3)	0,92	9	8,88	108	99	25	325	97	28	3,46	9	656	92	73	23,43	2,61					
XVII.	65		I	3(4)	1,95	10	15,55	252	156	23	325	150	51	2,94	10	1062	192	106	20,78	2,08					
E ₁	55	Sophora jap.	II ₂	2(3)	0,47	7	5,25	113	75	—	95	74	21	3,55	7	396	94	57	18,86	2,71					
XI.	97		I	2(3)	0,45	9	8,18	124	91	20	55	88	22	4,00	9	658	108	73	29,91	3,32					
XIII.	72	Tamarix tetr.	III ₁	4(6)	2,64	14	37,44	436	267	55	330	264	70	3,77	14	2781	366	199	39,73	2,84					
III.	79		III ₁	2(3)	0,80	9	5,02	120	56	22	35	53	34	1,56	6	190	88	32	5,59	0,94					
II.	83		III ₁	2(3)	1,10	14	26,01	310	186	28	106	158	43	3,67	14	2003	260	143	46,58	3,33					
E ₁	54	Ulmus glabra	III ₁	3(4)	1,20	13	23,36	315	180	35	130	167	55	3,04	13	1560	245	120	28,36	2,18					
VII.	67		III ₁	4(5)	1,45	13	23,80	263	183	40	390	158	60	2,63	13	1537	198	121	25,60	2,02					
XI.	75		I	4(6)	2,13	10	22,35	293	224	33	330	211	81	2,60	10	1382	216	138	17,62	1,76					
IX.	86		II ₂	3(5)	1,70	11	21,61	270	196	33	115	190	60	3,17	11	1205	190	110	20,08	1,83					
XI.	53	Ulmus levis	III ₁	2(4)	1,22	8	7,98	153	100	22	45	90	33	2,73	8	511	108	64	15,48	1,94					
IX.			III ₁	2(4)	1,23	10	16,02	220	160	20	40	156	46	3,39	10	1144	174	114	24,87	2,49					
E ₁			III ₁	2(4)	1,14	9	14,36	240	160	20	32	150	48	3,13	9	875	185	97	18,23	2,02					
			III ₁	3(5)	1,44	11	17,78	218	162	22	70	155	55	2,82	11	1147	199	107	20,85	1,95					
			I	4(6)	2,15	12	21,44	250	179	30	330	176	66	2,67	12	12,77	190	106	19,35	1,61					
	86		I	4(6)	1,90	10	15,24	194	152	12	322	147	70	2,10	10	7,92	120	79	11,31	1,13					

II. táblázat.

II. Tabelle.

**A fajok maximális gyökérmélységei kor és talajminőség szerint.
Maximale Wurzeltiefe der Holzarten nach Alter und Bodenbonität.**

Faj Holzart	Kor az ültetéstől – Alter von der Aus- pflanzung gerechnet	Maximális gyökérmélységek cm-ekben az egyes talajminőségi osztályoknál — Maximale Wurzel- tiefe in cm bei den verschiedenen Bonitäten			
		I	II ₁	II ₂	III ₁
Acer negundo	2	—	—	40	30
	3	—	—	—	30
Amorpha frut.	1	—	—	65	—
	2	—	—	—	60
Celtis australis	2	—	55	—	—
Elaeagnus ang.	1	—	—	—	50
	2	—	—	165	105
	3	—	302	288	—
Fraxinus am.	2	—	—	—	30
	3	190	—	—	40
Fraxinus exc.	2	—	—	—	35
	3	—	—	—	35
Pirus piraster	2	—	—	65	—
	3	—	95	70	50
	4	—	—	—	85
Populus alba	2	—	65	—	—
	3	—	75	42	—
Populus virg.	2	130	85	—	22
	3	—	—	55	—
	4	330	—	70	—
Quercus cerris	2	—	70	—	—
Quercus robur	2	161	95	55	—
	3	325	—	—	—
Quercus sessil.	2	140	—	—	—
Sophora jap.	2	—	80	—	40
	4	330	—	—	—
Tamarix odess.	1	—	—	70	50
Tamarix tetr.	2	—	—	—	106
	3	—	—	—	130
	4	—	—	—	392
Ulmus glabra	2	—	—	—	45
	3	—	—	115	70
	4	330	—	—	—
Ulmus levis	4	330	—	—	—

III. táblázat.

III. Tabelle.

A maximális gyökérmélységek talajszintek szerinti eloszlása.
Die Verteilung der Maximalen Wurzelntiefen nach Bodenschichten.

Talajminőség Bonitát	A vizsgált anyagból az egyes talajszintekbe eső maximális gyökérmélységek száma — Die Anzahl der Wurzelntiefen nach Bodenschichten					Összesen Zusammen
	0-50 cm db	51-100 cm db	101-150 cm db	151-200 cm db	201 cm-től le db	
I	—	3	6 ¹⁾	2	9	20
II ₁	—	8 ²⁾	—	—	1	9
III ₂	1	7 ³⁾	1	1	1	11
III ₁	13 ⁴⁾	3	3	—	1	20
Összesen	14	21	10	3	12	60

¹⁾ Átlag Durchschnitt 127 cm — ²⁾ Átlag Durchschnitt 80 cm — ³⁾ Átlag Durchschnitt 65 cm — ⁴⁾ Átlag Durchschnitt 35 cm.

IV. táblázat.

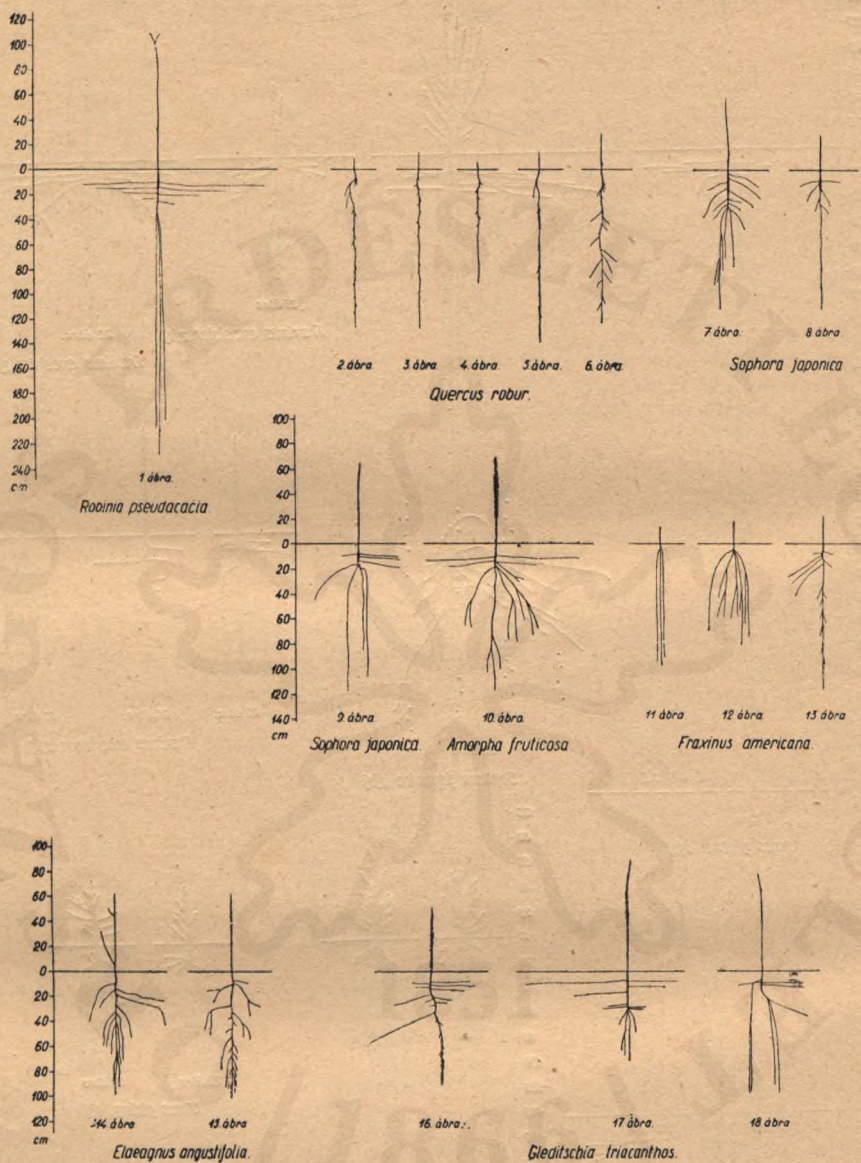
IV. Tabelle.

Az 1928. évi szárazság hatása a lombozatra.
Die Wirkung der Trockenheit vom Jahre 1928 auf die Belaubung.

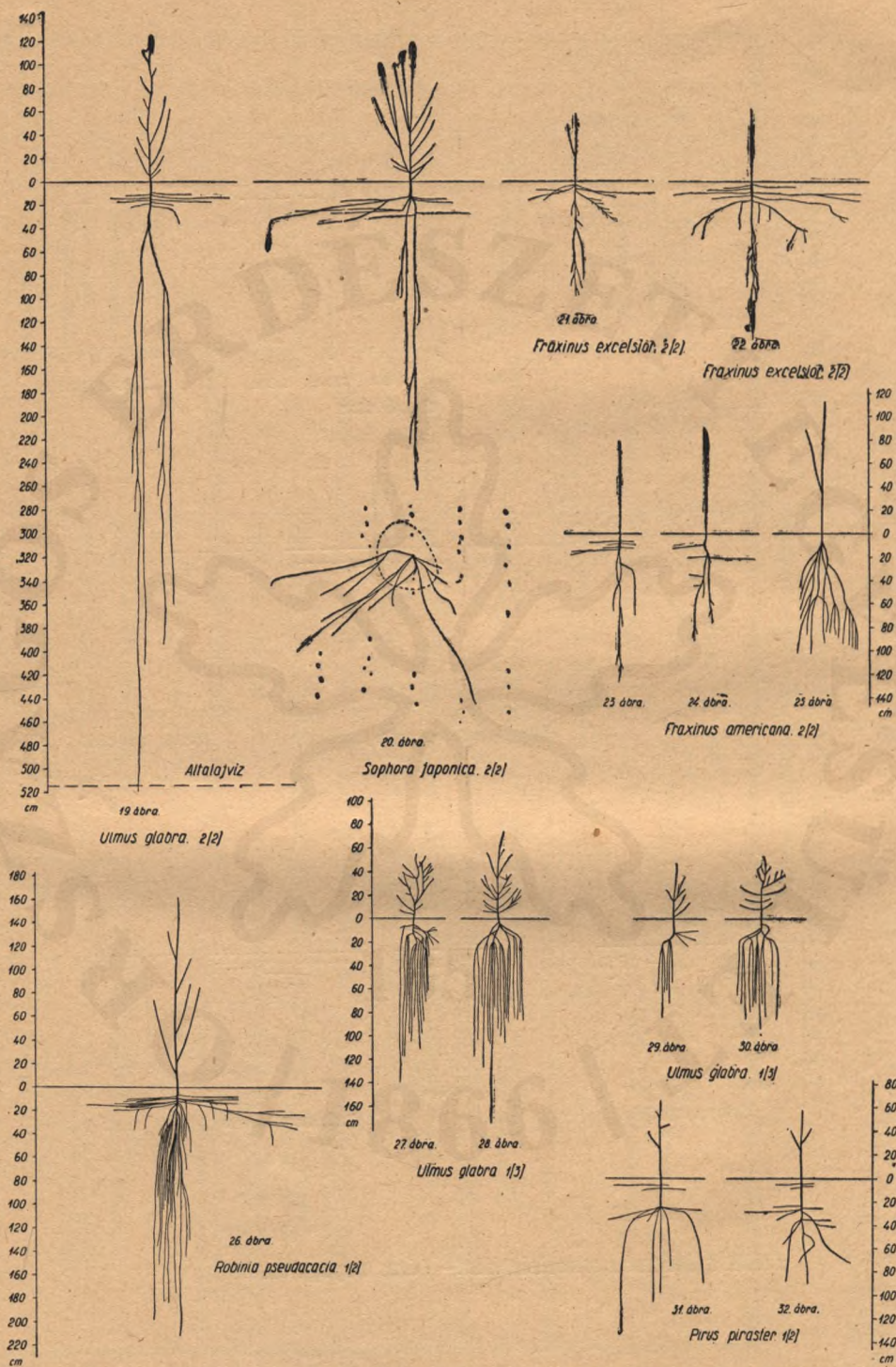
Sorszám Laufende Zahl	Kísérleti parcella száma Versuchsparcelle	Talajminőség Bonitát	A telepítési eljárás megjelölése Pflanzverfahren	Fafaj Holzart	A fafaj kora (év) Alter	A hervadás (lombhullás) foka az összes lombkoronának %-ában kifejezve — Grad des Laubfalles in % der Gesamtkronen				A hervadás (lombhullás) %-os aráyszáma — % Verhältniszahl des Laubabfalles	Megjegyzés Bemerkung
						I.	II.	III.	IV.		
1	XI.	III ₁	Bakhátas műv. Rabattenpflanz.	<i>Populus virg.</i>	2(2)	—	19	70	11	68	<i>Sophora</i> -k között Zwischen <i>Sophora</i>
2	"	"	"	" "	2(2)	—	6	61	33	80	<i>Sophora</i> -sor mellett Bei <i>Sophora</i> -Reihe
3	"	"	"	" "	2(2)	—	2	52	46	86	<i>Ulmus glabra</i> -sor mellett Bei <i>Ulmus glabra</i> -Reihe
4	"	"	"	" "	2(2)	—	—	25	75	94	<i>Elaeagnus</i> -ok között Zwischen <i>Elaeagnus</i>
5	"	"	"	<i>Ulmus glabra</i>	2(3)	2	40	57	1	54	<i>Sophora</i> -k között Zwischen <i>Sophora</i>
6	"	"	"	" "	2(3)	1	28	67	4	61	<i>Elaeagnus</i> -ok között Zwischen <i>Elaeagnus</i>

Törzsrész fejlődési adatai.
Angaben über die Schaftbildung.

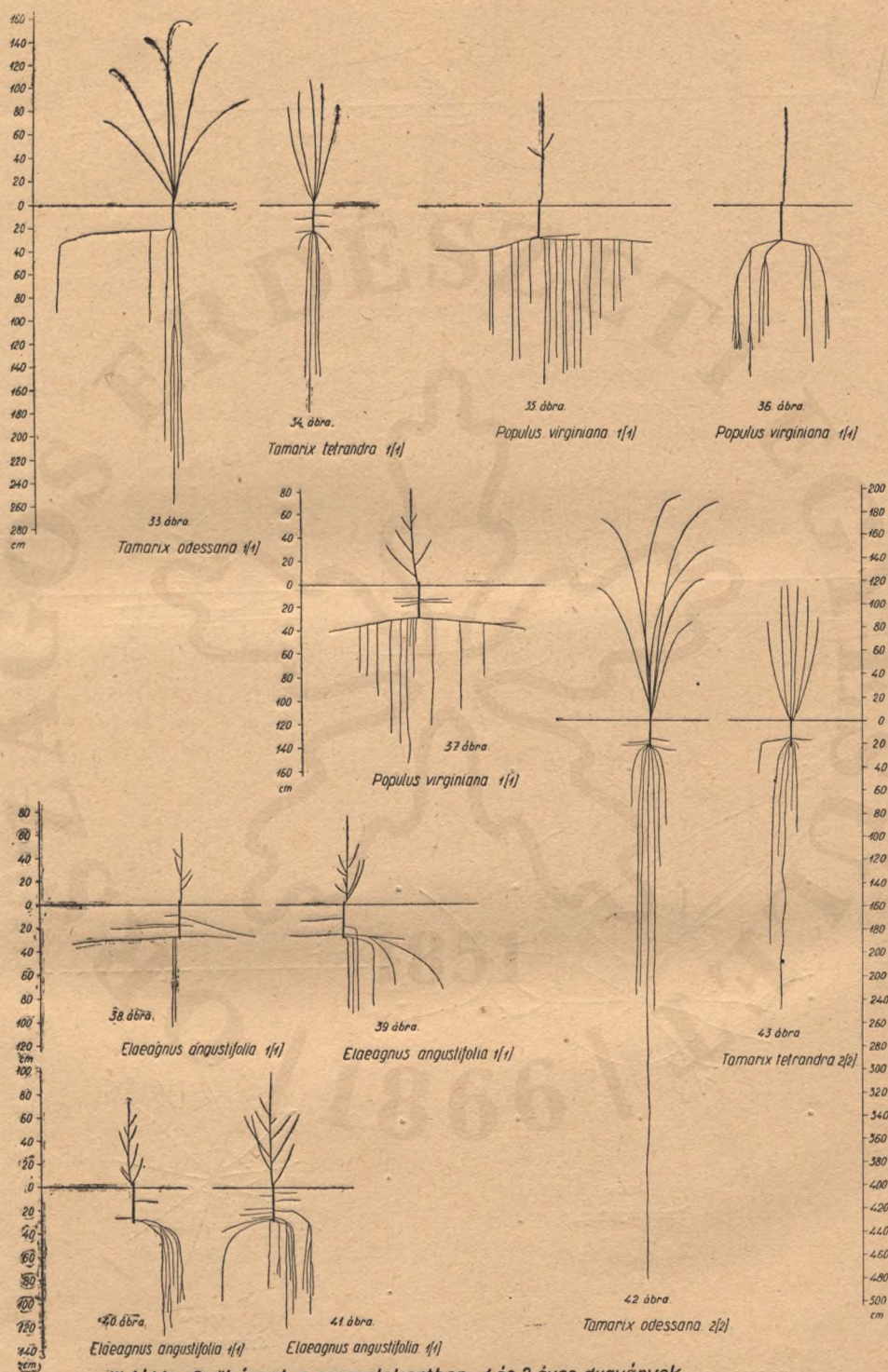
Sorszám Lauf. Zahl	Kísérleti parcella Versuchparzelle	Telejművelés Bonität	A telepítési eljárás megjelölése Pflanzverfahren	Fafaj Holzart	A fafaj kora Alter	Magasság Höhe			1928. évi hajtás Jahrestrieb			Korona át- mérője Kronen- durchmesser			Megjegyzés Bemerkung
						max.	min.	közép mittel	max.	min.	közép mittel	max.	min.	közép mittel	
1	E ₁	I-II ₁	Teljes művelés Volle Bearbeitung	Maclura aur.	3(4)	135	43	97	78	18	50	100	10	71	Ulmus glabra-sor mellett Bei Ulmus glabra-Reihe
2	"	"	" "	" "	3(4)	187	40	122	151	11	76	150	30	93	Az 1-es sor és Sophora-sor között Zwischen der 1. und einer Sophorareihe
3	XI.	III ₁	Bakhátas művelés Rabattenpflanzung	Ulmus glabra	2(4)	162	50	102	76	26	53	135	25	78	Elaeagnus-ok között Zwischen Elaeagnus
4	"	"	"	" "	2(4)	167	62	104	101	28	62	125	50	90	Sophora-k között Zwischen Sophora
5	"	"	"	Populus virg.	2(2)	146	57	117	86	32	55	130	25	62	Elaeagnus-ok között, 100. ábra Zwischen Elaeagnus, Abb. 100.
6	"	"	"	" "	2(2)	196	96	121	111	54	67	125	50	92	Sophora-k között, 100. ábra Zwischen Sophora, Abb. 100.
7	"	"	"	" "	2(2)	150	114	132	—	—	—	—	—	—	A 2-ik sor egy szakaszán, 100. ábra In einem Abschnitt der 2. Reihe, Abb. 100.
8	"	"	"	Elaeagnus ang.	2(3)	159	70	126	—	—	—	—	—	—	A 3-ik sor egy szakaszán, 100. ábra In einem Abschnitt der 3. Reihe, Abb. 100.
9	"	"	"	" "	2(3)	145	77	117	—	—	—	—	—	—	Az első sor egy szakaszán, 100. ábra In einem Abschnitt der 1. Reihe, Abb. 100.
10	E ₄	I	Teljes művelés Volle Bearbeitung	Ulmus levis	4(6)	312	205	257	125	56	78	230	115	188	E ₄ parcella szélén Am Rande der Parzelle E ₄
11	"	I	Páasztás szántás Streifenbeackerung	" "	4(6)	227	152	193	78	46	63	190	95	143	Az E ₄ parcellán kívül, de mellette Ausserhalb, doch neben Parzelle E ₄
12	XXXII.	II ₂	Teljes művelés Volle Bearbeitung	Tamarix tetr.	1(2)	144	33	96	144	33	96	140	15	74	Elaeagnus-ok között Zwischen Elaeagnus
13	"	"	" "	" "	1(2)	144	48	99	144	48	99	140	20	74	Fraxinus am. között Zwischen Fraxinus am.



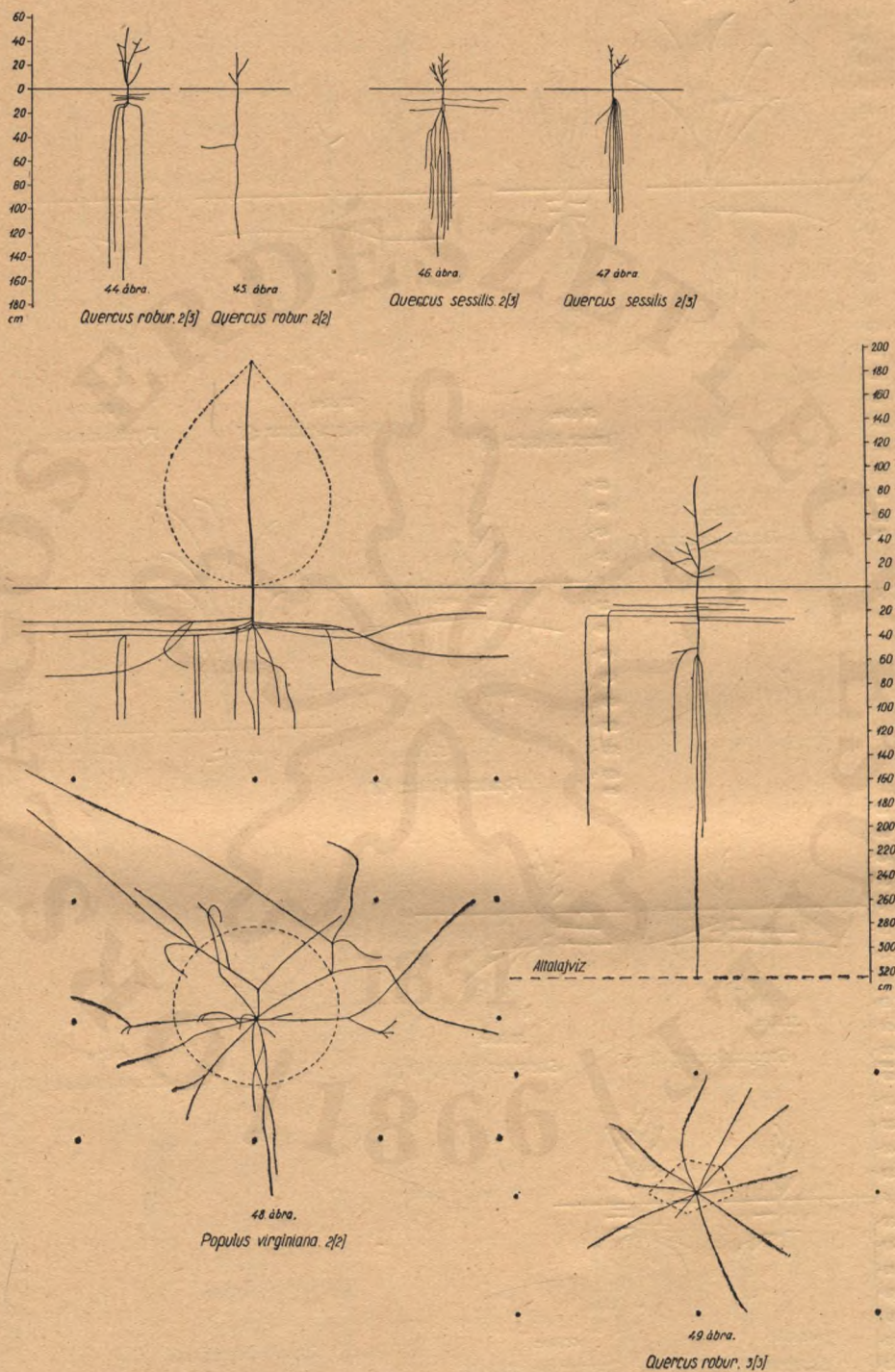
I. tábla. Gyökérzet a csemetekertben. – 1 éves magágyi csemeték.



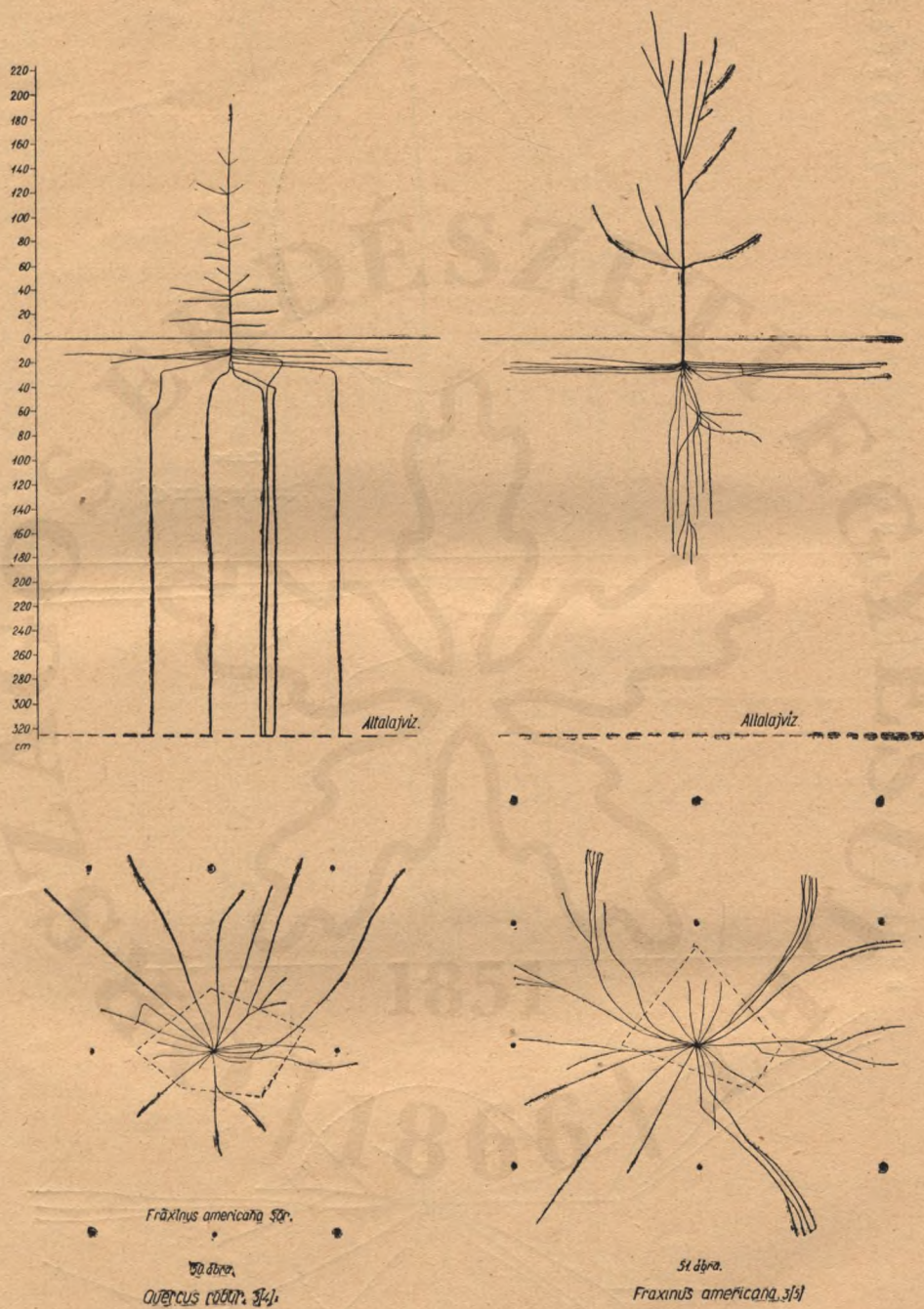
II. tábla. Gyökérzet a csemetekertben. 2 éves magágyi [19.-25.á] és iskolázott csemeték [26.-32.á].



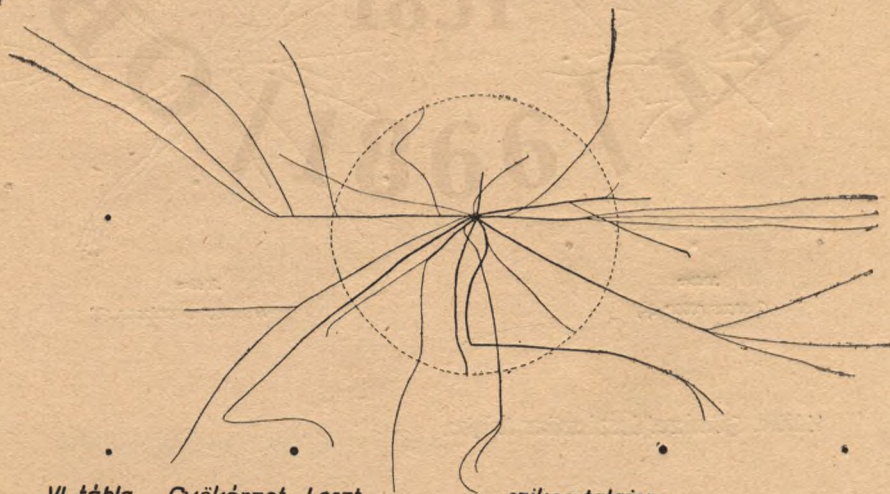
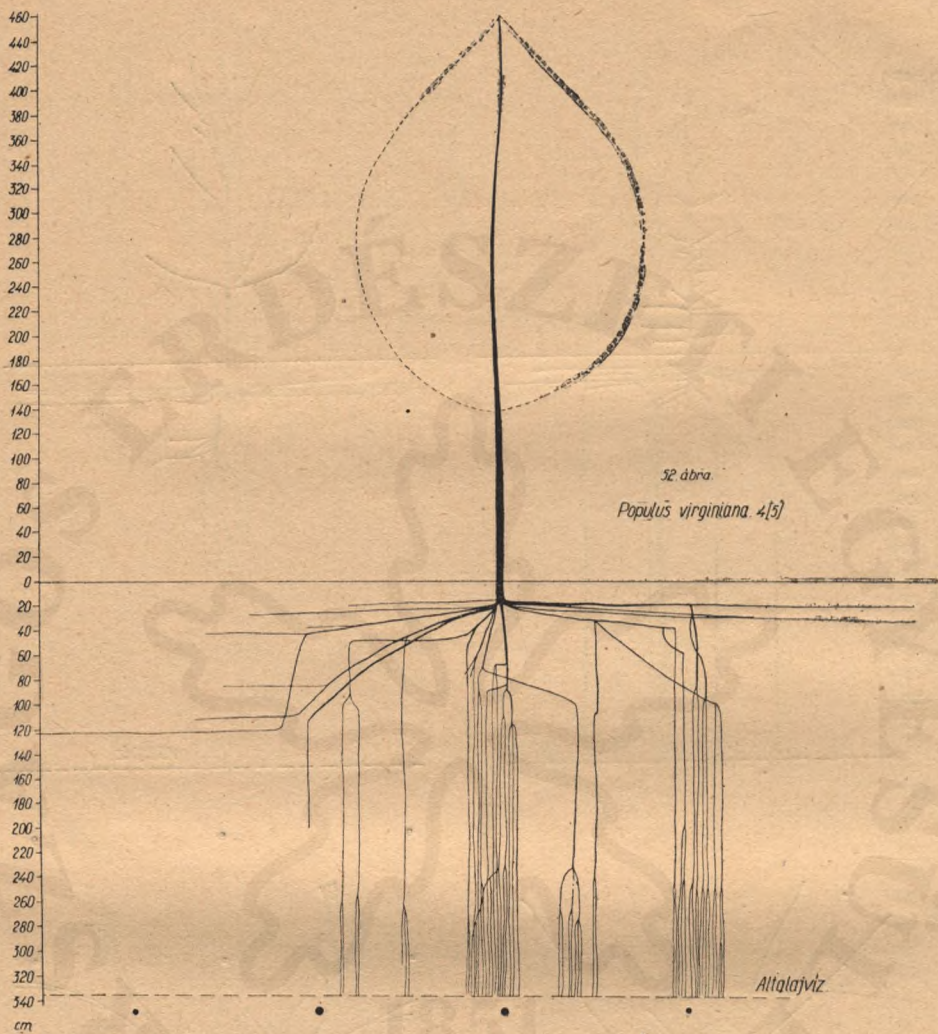
III. tábla. Gyökérzet a csemetekertben. 1 és 2 éves dugványok.



IV. tábla. Gyökérzet I. oszt. szikes talajon.

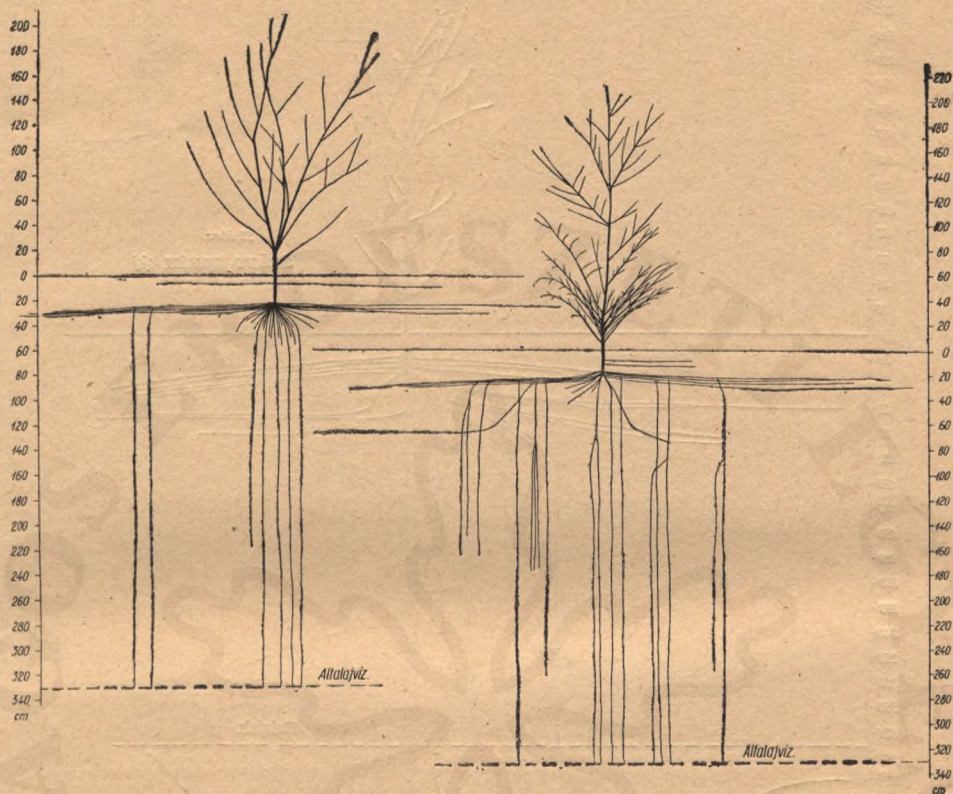


V. tábla. Gyökérzet I. oszt. szikes talajon.



VI. tábla. Gyökérzet I. oszt.

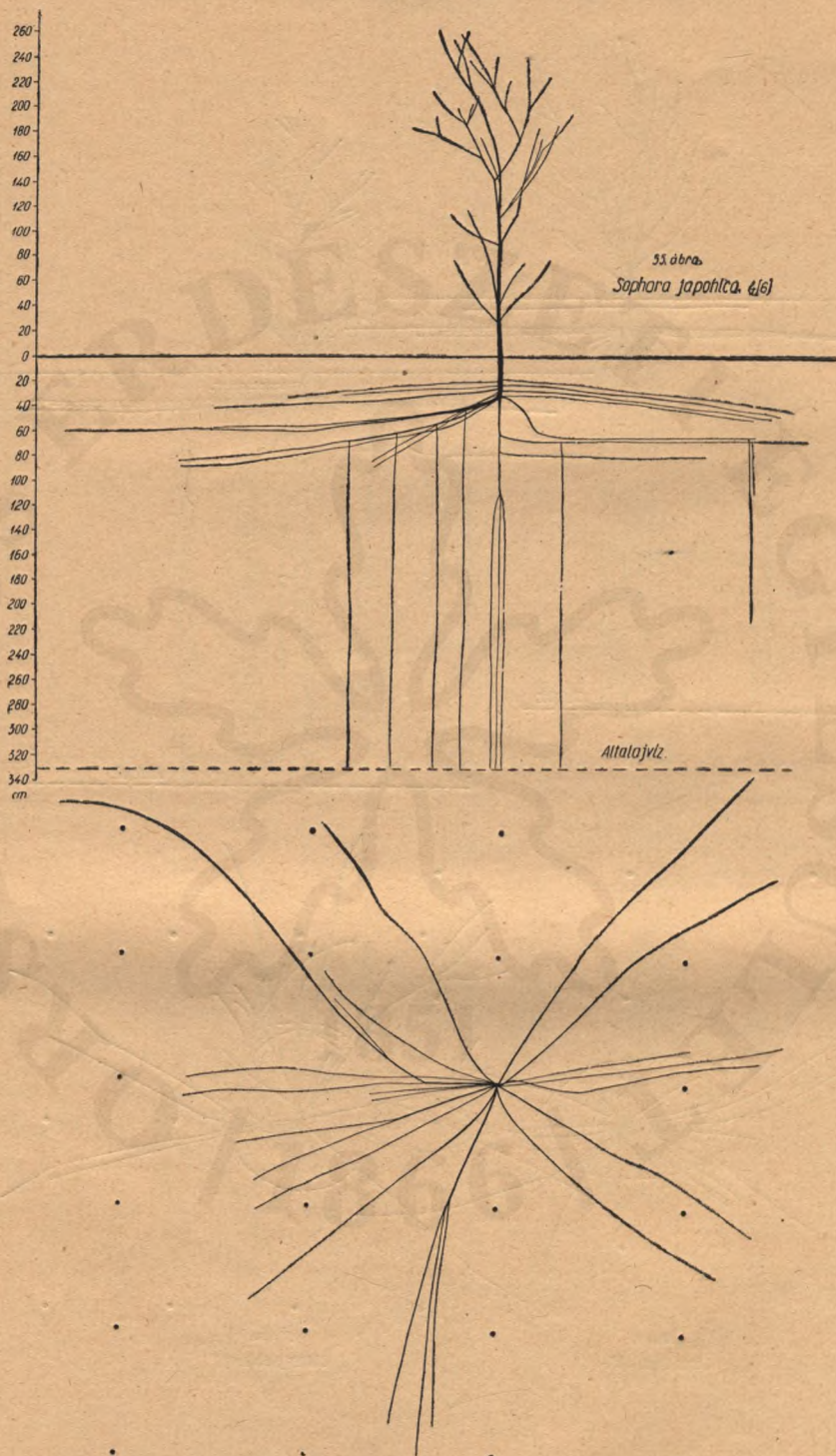
szikes talajon.



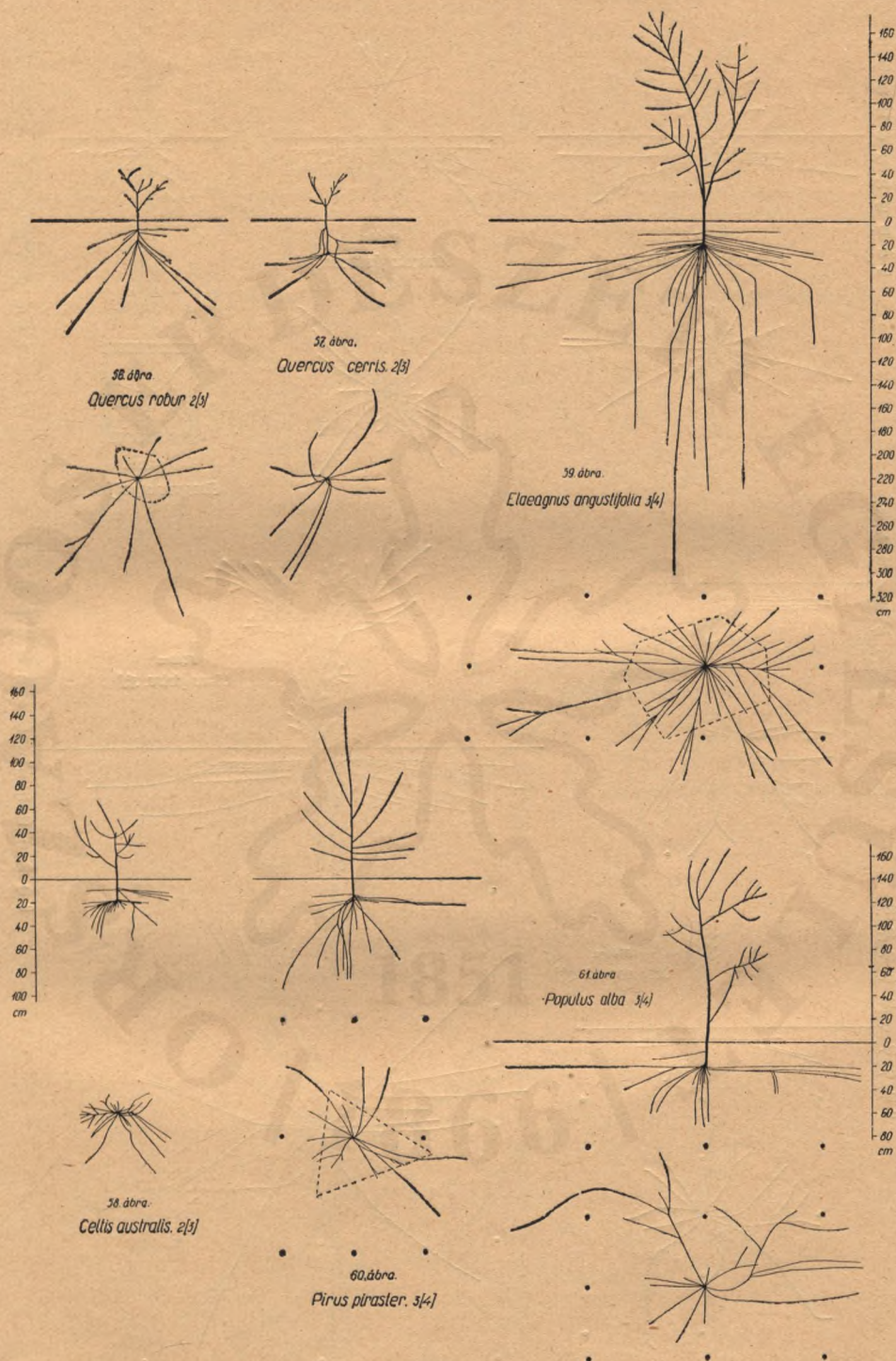
53 abra.
Ulmus levis. 4/6j

54 abra.
Ulmus glabra. 4/6j

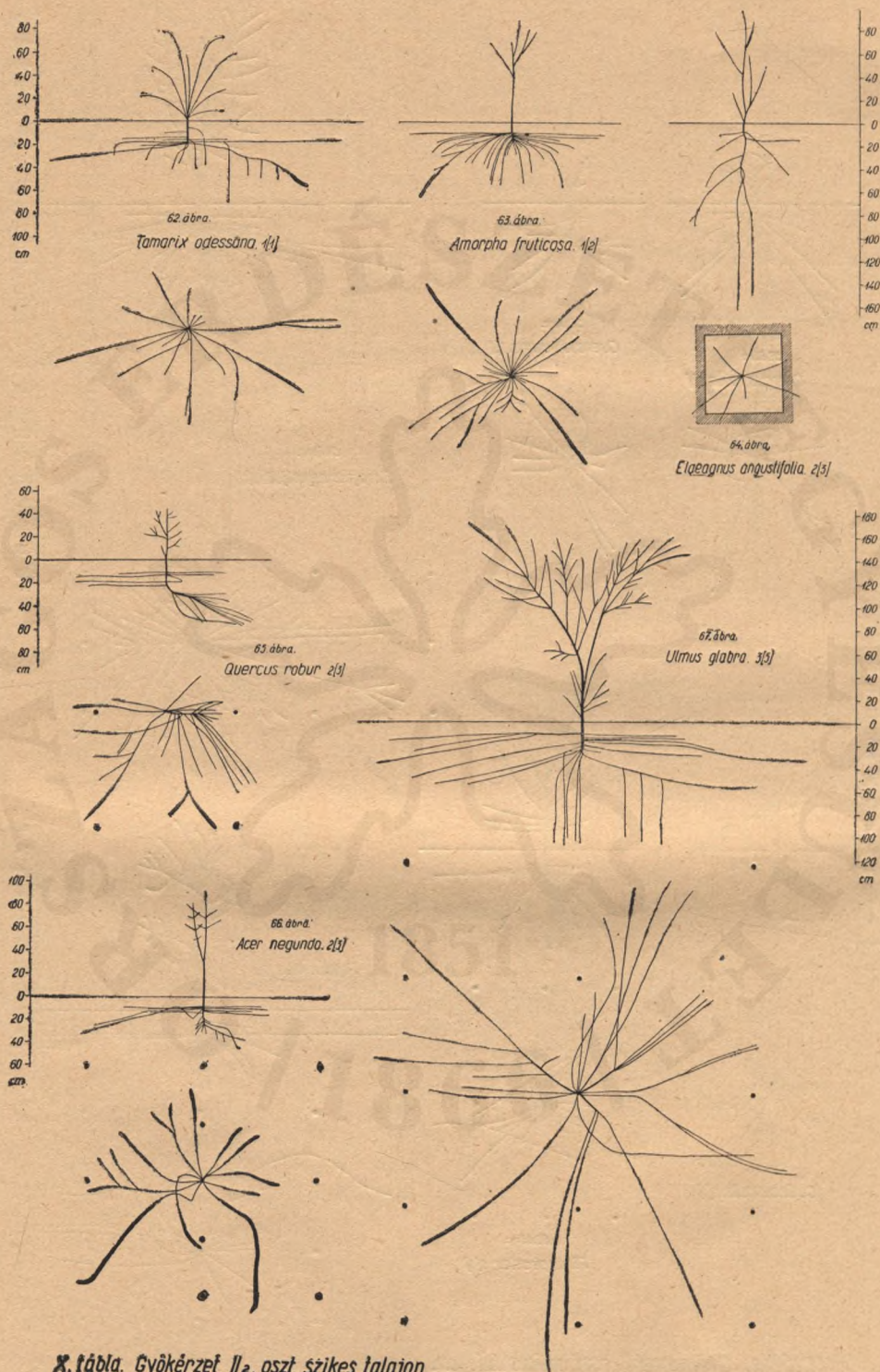
VII. tábla. Gyökérzet I. oszt. szikes talajon.



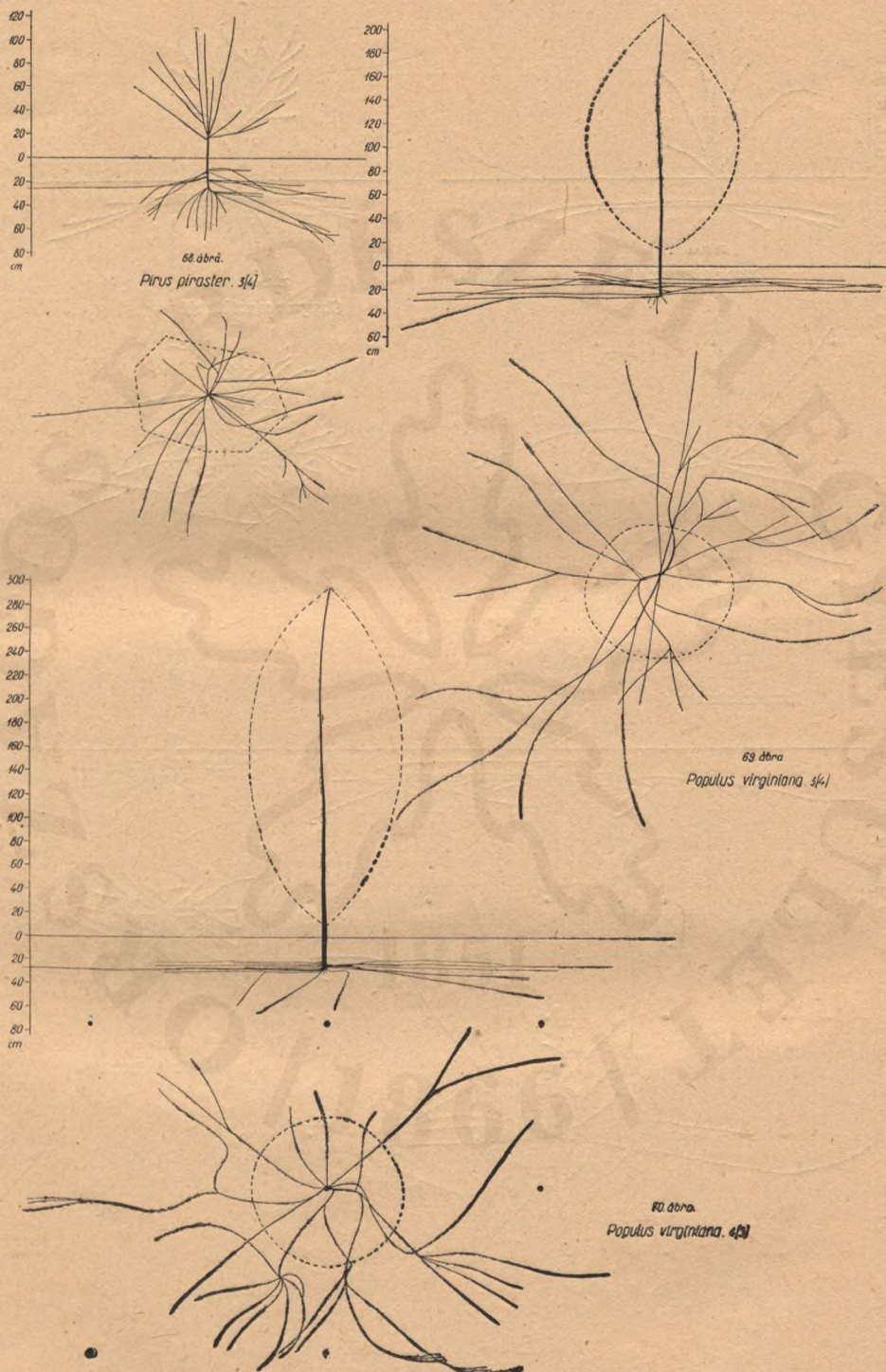
VIII. tábla: Gyökérzet 1. oszt. szikes talajon.



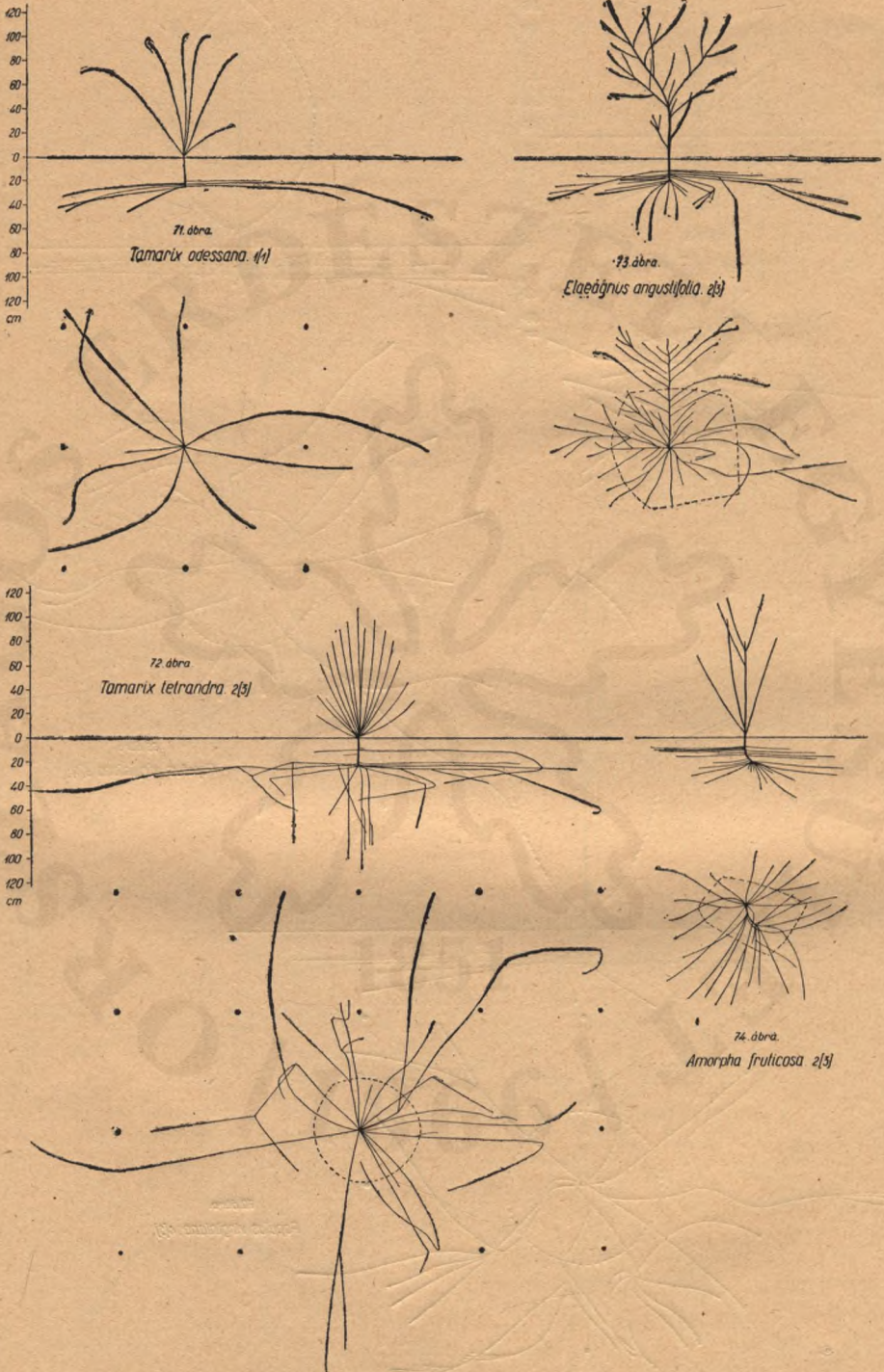
IX. tábla. Gyökérzet II. oszt. szikes talajon.



X. tábla. Gyökérzet II. oszt. szikes talajon.



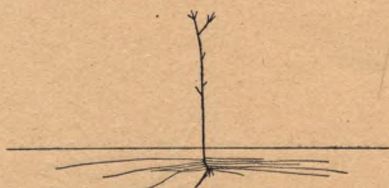
XI. tábla. Gyökérzet II. oszt. szikes talajon.



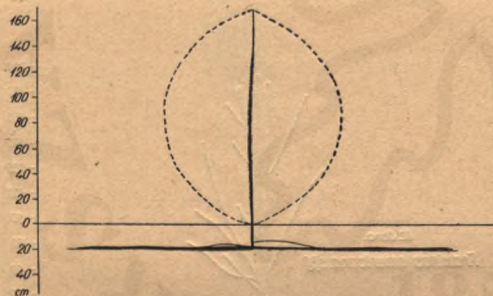
XII. tábla. Gyökérzet III. oszt. szikes talajon.



75. ábra
Ulmus glabra 2[4]



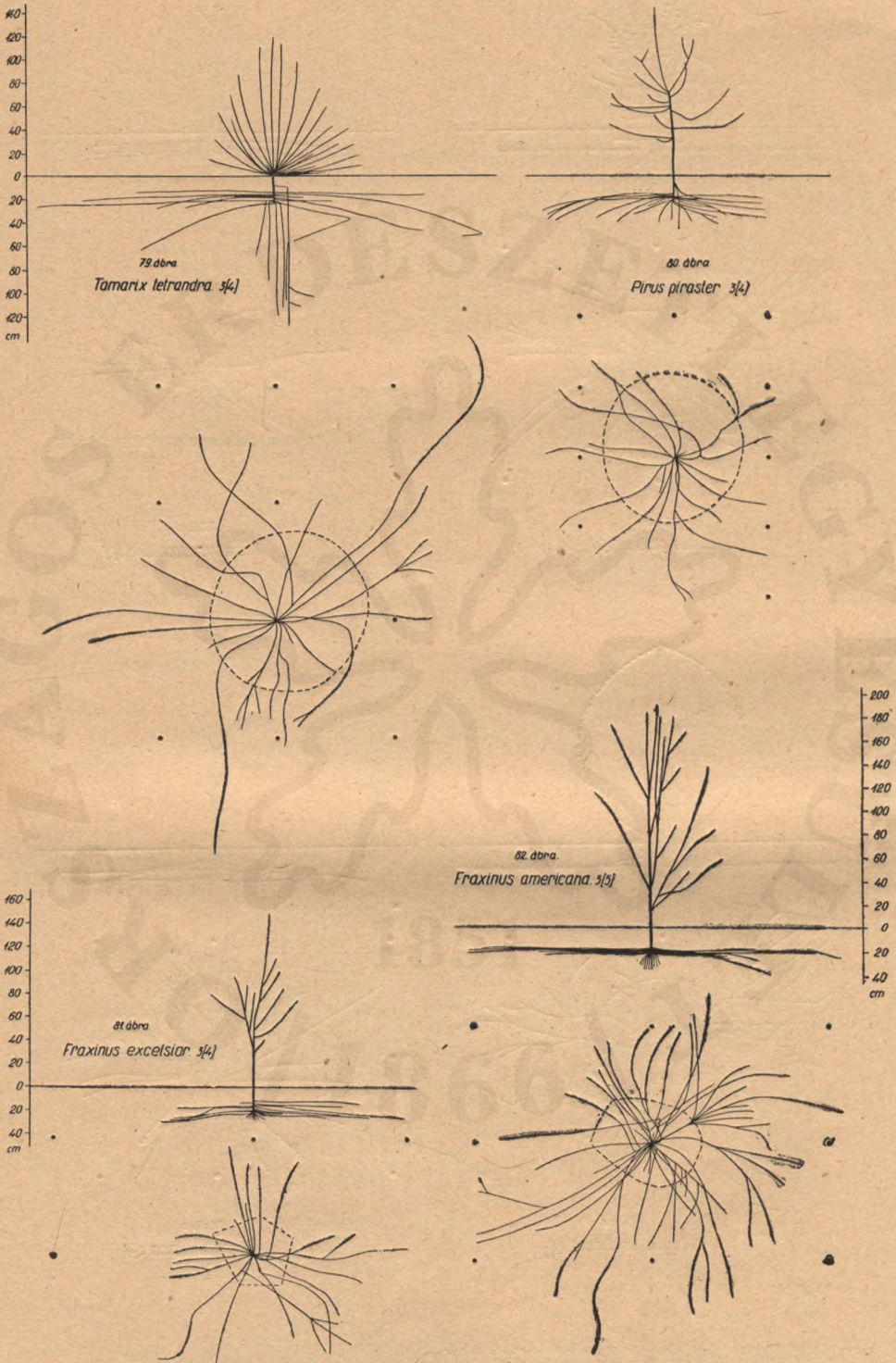
76. ábra
Fraxinus excelsior 2[3]



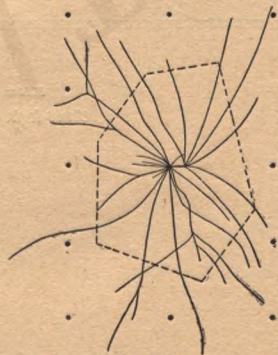
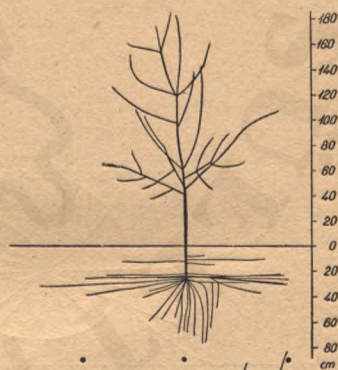
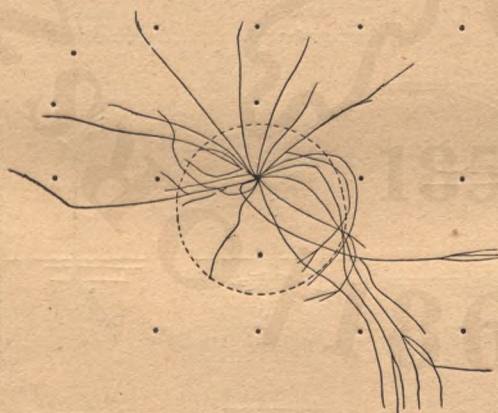
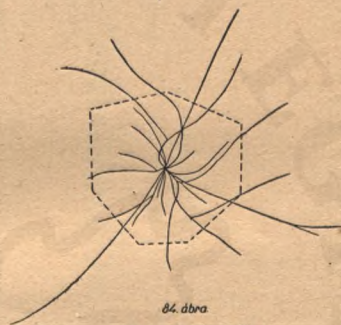
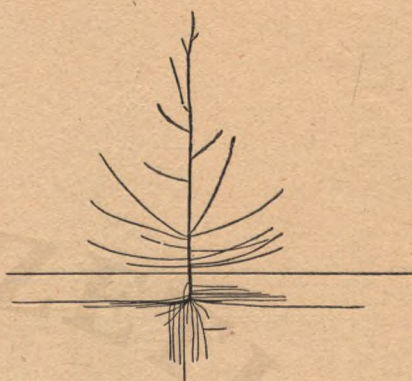
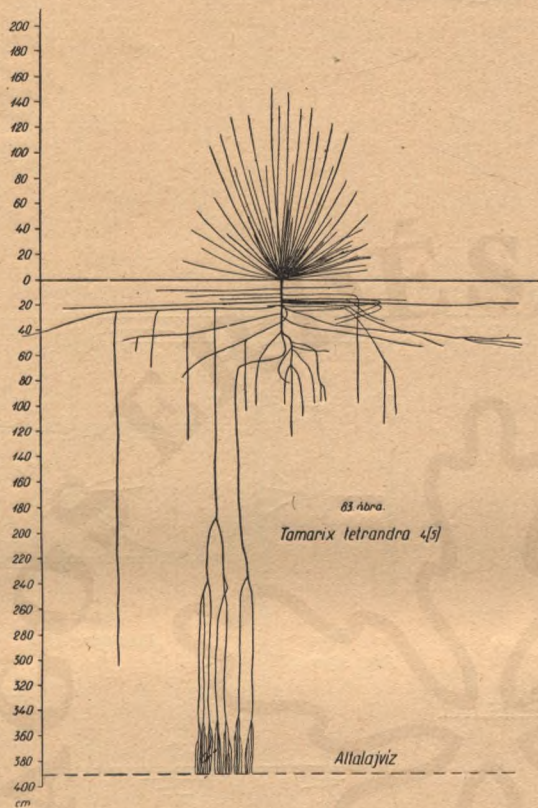
77. ábra
Populus virginiana 2[3]



78. ábra
Fraxinus americana 2[4]

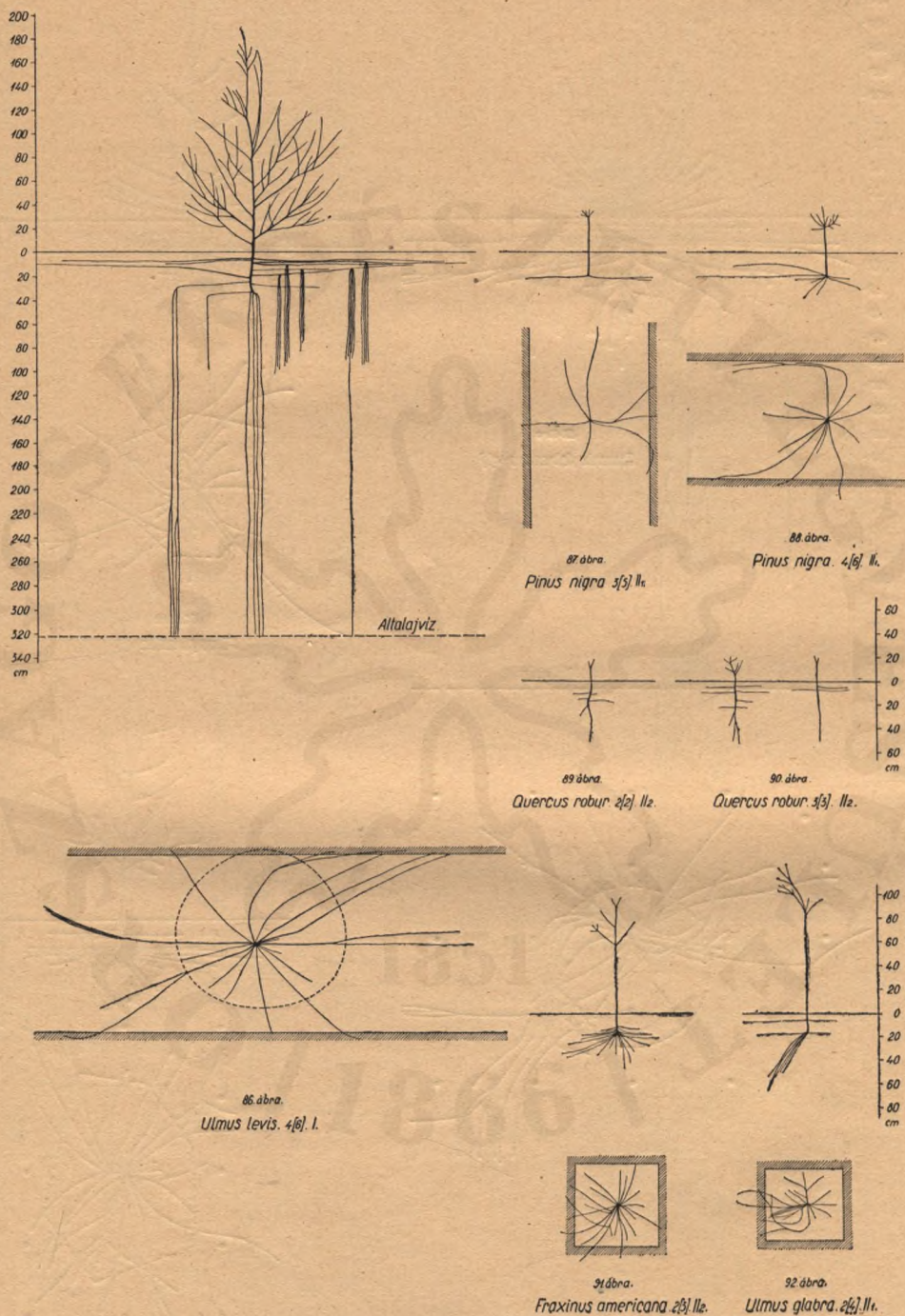


XIV. tábla. Gyökérzet III. oszt. szikes talajon.

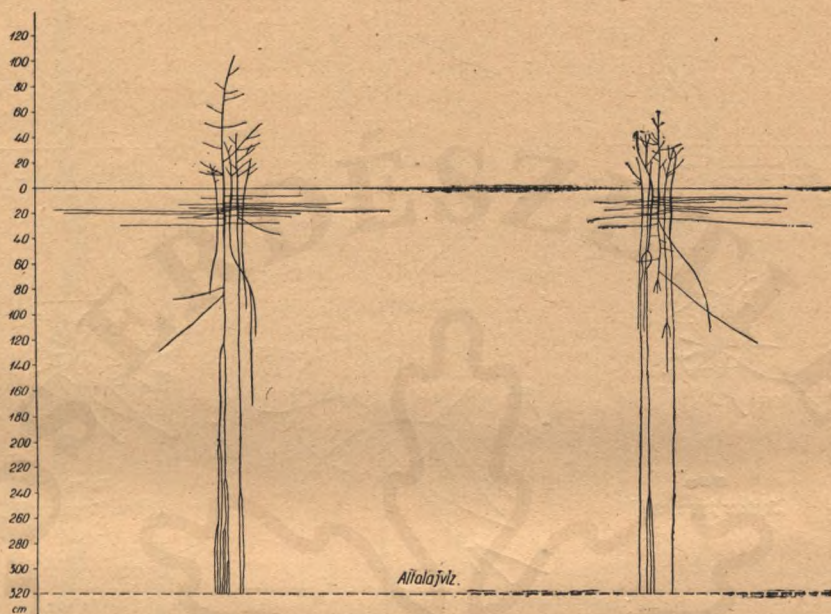


XV. tábla. Gyökérzet III. oszt. szikes talajon.

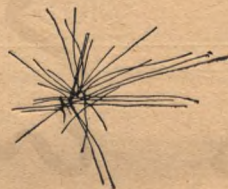
85. ábra.
Pirus piraster 4[s]



XVI. tábla. A művelés mértékének harása a gyökérzetre.

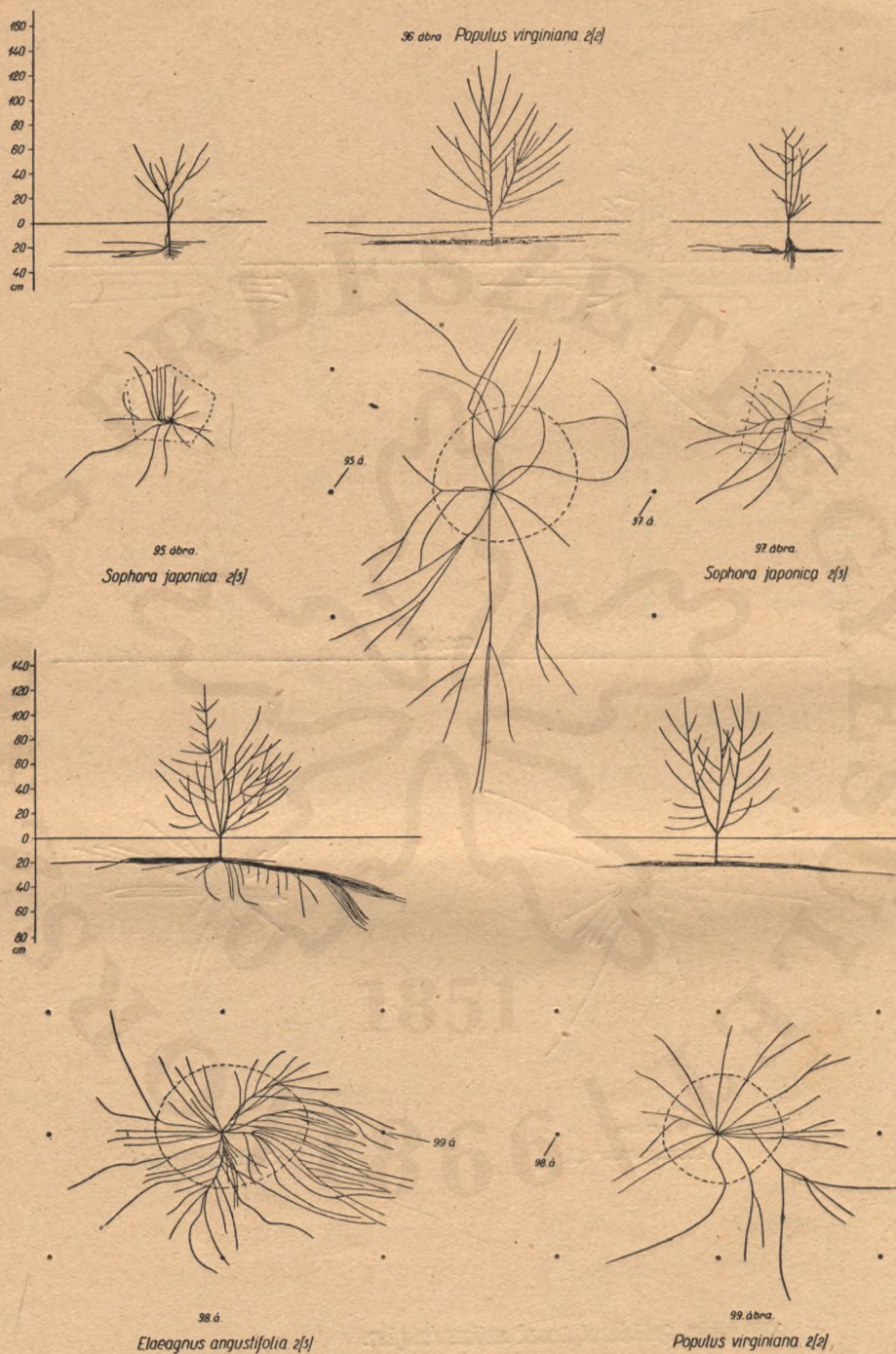


93 dcm
Quercus robur 3[s]

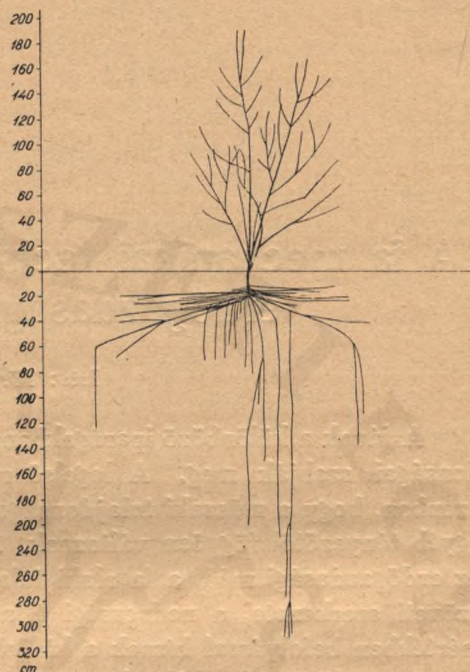


94 dcm
Quercus robur 3[s]

XVII. tábla. Gyökérvizet 1. oszt. szikes talajon.



XVIII. tábla. Gyökérzet III. oszt. szikes talajon.



101. ábra.
Elaeagnus angustifolia 3/4-11.

A fa mechanikai technológiai vizsgálatának erdőgazdasági jelentősége.

Irta: Török Béla.

A fának a különböző iparágakban való használhatóságát műszaki tulajdonságai szabják meg. A legelső rendszeres anyagvizsgálatok igazolták azonban, hogy a műszaki tulajdonságok az egyes fafajokon belül is számos egyéb tényezőtől függően változnak. Így a származási hely, a termőhely, az erdőgazdasági mód, a fa alaki tulajdonságai, a kor, a döntési idő, a fa szöveti szerkezete, a nedvességi állapot stb., mind kisebb vagy nagyobb mértékben befolyással bírnak a különböző műszaki tulajdonságokra.

Az említett tényezőknek a műszaki tulajdonságokra gyakorolt különböző mérvű befolyása az oka annak, hogy az ide vonatkozó vizsgálatok eredményei oly annyira eltérőek egymástól. Ennek megvilágítására álljon itt néhány fafaj egyes fontosabb műszaki tulajdonságaira vonatkozó határérték.¹⁾

Fafaj	Fajsúly	Összenyomó szilárdság 15% víztartalom mellett kg/cm ²	Hajlító szilárdság kg/cm ²
Tölgy	0.69—1.03	258—511	453—1292
Bükk	0.66—0.83	386—612	651—1113
Erdei fenyő . . .	0.31—0.74	302—444	327— 562
Lúcfenyő	0.35—0.60	296—448	425— 990
Vörösfenyő . . .	0.44—0.80	320—625	351— 883

¹⁾ Az alább közölt határértékek *Dr. Paul Kraus*: „Gewerbliche Materialkunde” című könyvében találhatók meg, amelyeket *Nördlinger, Barlow Ebbels, Tredgold, Mikolaschek, Merin* és *Lange* vizsgálati eredményeinek alapján állított össze.

A fenti táblázat néhány adatából is látható, hogy milyen meglehetősen tág határok között változnak az egyes fafajok műszaki tulajdonságai. A tudományos kutatások eredményeinek eme óriási kilengése — eltekintve egyes vizsgálat-technikai és egyéb okoktól — nagyrészen az erdőgazdasági tényezőknek a fa műszaki tulajdonságaira gyakorolt különböző mérvű befolyásában leli magyarázatát. Tekintettel arra, hogy az erdőgazdaságban a jövedelem fokozása érdekében a mennyiségileg való több termelés mellett, a minőségileg jobb s így kereskedelmileg értékesebb áru előállítására is törekszünk, igen nagy horderejű volna az említett tényezőknek a fa műszaki tulajdonságaira gyakorolt mikénti befolyásának ismerete. Sajnos, azonban az eddig rendelkezésre álló kísérleti eredmények nem elegendők arra, hogy ezekből az említett dolgokat illetőleg kifogástalan következtetéseket vonhassunk le. Ez a körülmény két okban leli magyarázatát. Az egyik az, hogy az anyagvizsgálók nemzetközi szövetségének 1906-ban hozott és a favizsgálatok mikénti végrehajtását szabályozó határozmányai megjelenése előtti időből származó vizsgálatok nélkülözik azt az egységességet, amire az összehasonlításnál támaszkodhatnánk. A másik ok pedig az, hogy az 1906 utáni időből származó vizsgálatok is igen sok esetben kényszerűségi okokból mellőzik az erdőgazdasági tényezőknek a megadását, aminek ismerete nélkül viszont következtetéseinket nem vonhatjuk le.

Ennek az erdőgazdaságot igen közelről érintő fontos kérdésnek a megoldása csak úgy volna lehetséges, ha a vizsgálatokat a legkülönbözőbb viszonyok között nevelt faállományokra kiterjesztenénk, továbbá a végrehajtásnál a legnagyobb egységesség elérésére törekednénk és végül a vizsgálatot végző intézet a gyakorlati erdőgazdasággal a legszorosabb együttműködésben dolgozna. A favizsgálatok eredményeiből csak akkor vonhatunk le az erdőgazdálkodásra következtetéseket, ha ezek csak mint az erdőgazdasági tényezők függvényei szerepelnek. Ennek a nehéz feladatnak az elérése érdekében azonban az egyéb, tehát nem szoros értelemben vett erdőgazdasági tényezőt, legalább a lehetőség határain belül állandósítanunk kell, amit csakis az egységes eljárással érhetünk el. Természetesen maguk az egyes műszaki tulajdonságokra befolyással bíró erdőgazdasági tényezők is különbözők, következésképpen a nyert eredmények még így is több változó függvényei lennének. Az egyes vizsgálatok alá vont próbákat tehát úgy kell megválasztanunk, hogy azok egy-egy tényező kivételével, a többi erdőgazdasági faktort illetőleg azonos származásúak legyenek. Az ilyen elgondolással végrehajtott vizsgálatok eredményei már alkalmasak lesznek azután az összehasonlításra és ennek következtében számtalan eredményből már következtetéseket is vonhatunk az egyes erdőgazdasági tényezőknek a műszaki tulajdonságokra gyakorolt mikénti befolyására.

Ahhoz azonban, hogy a vizsgálatok eredményeiből levonható következtetéseink, legalább a gyakorlati életet kielégítő mértékig kifogástalanok legyenek, több fontos körülményre kell ezeknek végrehajtásánál tekintettel lennünk. Így elsősorban a próbadarabok célszerű és helyes megválasztása, az erdőgazdasági tényezőknek tökéletes felvétele és annak a kérdésnek az eldöntése, hogy mennyiben alkalmasak az egyes vizsgálati eljárások által nyert eredmények céljainkra, azok a fontosabb körülmények, amelyeket megfontolás tárgyává kell tennünk.

A próbadarabok megválasztásánál arra kell törekednünk, hogy azok olyan egészséges törzsekből kerüljenek ki, amelyek a vizsgálat alá vont erdőrészlet szerfatermelés szempontjából szóba jövő faállományának átlagát képviselik. Természetesen ezt a célt annál könnyebben elérjük és a nyert eredmények annál megfelelőbbek lesznek, minél több átlag törzset veszünk vizsgálat alá. A próbadarabok mikénti megválasztását illetőleg különben az anyagvizsgálók nemzetközi szövetségének 1906-ban hozott határozatai részletes előírásokat tartalmaznak. Az átlag törzsek helyes kijelölését illetőleg pedig az erdőbecslés nyújt kiváló útmutatást. Mindezek dacára itt egy részletkérdésre mégis ki kell terjeszkednem, mert ebben — úgy látom — a nemzetközi szövetség határozmányai nem fedik tökéletesen azokat a követelményeket, amelyeket a vizsgálatok eredményeinek az erdőgazdaság céljaira való felhasználása érdekében fel kell állítanunk. Az említett előírások szerint a próbadaraboknak a már kiválasztott átlagtörzsekből való kivágásánál úgy kell eljárunk, hogy utóbbiak ugyanolyan magasságban fekvő törzsrészekből kerüljenek ki. A törzsrészek magassági fekvését az előírások pontosan meghatározzák, még pedig kerek egész számú méterekben. Ha azonban megfontolás tárgyává tesszük azt a körülményt, hogy a famagasságra azonos kor és fafaj feltételezése mellett is nagy befolyással vannak az egyéb erdőgazdasági tényezők, akkor azt hiszem leghelyesebb volna a próbadarabok fekvését a famagasság százalékaiban megadni. Ebben az esetben ugyanis az összes próbák relatív értelemben azonos famagasságból származnának s így utóbbinak a műszaki tulajdonságokra való befolyásától eltekinthetünk. A próbadaraboknak a már kiválasztott törzsrészekből való mikénti kivágását és kialakítását illetőleg mindig a vizsgálat célját kell szem előtt tartanunk. A nemzetközi előírások ezeket is részletesen szabályozzák és éppen ezért az összehasonlíthatás végetti egységesség kedvéért fontos dolog ezeknek a betartása. Ezzel nem akarom azt mondani, hogy mindig és minden tekintetben ragaszkodjunk a többé-kevésbé elavult előírásokhoz, csupán azt kívánom aláhúzottan hangsúlyozni, miszerint összehasonlításokat csak egységes alapon végrehajtott vizsgálatok eredményeivel végezhetünk. Éppen ezért eltéréseket csak abban az esetben tehetünk, ha ennél is meg van az elméleti alap

és gyakorlati jelentőség mellett az összehasonlíthatás lehetősége. Nemkülönben fontos dolog az összehasonlítás szempontjából, hogy a vizsgálat alá vett próbadarabok víztartalmai a lehetőség határain belül azonosak legyenek.

Az erdőgazdasági tényezőknek tökéletes felvétele csak abban az esetben lehetséges, ha a vizsgálatot végző intézet a gyakorlati erdőgazdaság szakembereivel szoros kapcsolatban dolgozik. Természetszerűleg azoknál a vizsgálatoknál, amelyek az ipar részére végeztetnek, ez a lehetőség nem igen forog fenn, amennyiben az intézetek sokszor még a származási helyet illetően is tájékozatlanok s így akarva sem állana módjukban az egyéb erdőgazdasági tényezőknek a felvétele. — Épen ez az oka annak, hogy meglehetősen kevés azoknak a kísérleti eredményeknek a száma, amelyekre az erdőgazdaság céljait szolgáló összehasonlításoknál támaszkodhatunk.

Ami az egyes vizsgálati eljárásoknak az említett célra való alkalmaságát illeti, kétségtelenül megállapítható, hogy e téren is még igen sok a tennivaló. Épen ezért, ha a fa műszaki tulajdonságaira vonatkozó eredményeket az erdőgazdaság szolgálatába akarjuk állítani, akkor az ezek megállapítására szolgáló egyes vizsgálatoknál meglehetősen óvatossággal és megfontolással kell eljárunk. A tudományos kutatások eredményeinek kilengése — amint már említettem — sokszor vizsgálat-technikai okokra vezethető vissza s így ezeknek figyelmen kívül hagyása téves következtetésekre vezethetne. Nézzük tehát, melyek azok a fontosabb körülmények, amelyeket az egyes vizsgálatok által nyert eredmények megítélésénél szem előtt kell tartanunk. Vegyük ebből a szempontból a fa fontosabb műszaki tulajdonságainak megállapítására szolgáló eljárásokat egyenként tárgyalás alá. Ezek volnának: a fajsúly, a keménység, a hygroskoposság, a szilárdsági állandók, a technológiai tulajdonságok és a tartósság meghatározására szolgáló vizsgálatok.

A fajsúly megállapítására szolgáló eljárások jelentősége — eltekintve attól, hogy sokszor biztosítja a fának aránylag kis fajsúlya egyes célokra való használhatóságát — nem csekély, amennyiben a fajsúly, a keménység és a szilárdság között bizonyos összefüggés van s így alkalmas arra, hogy belőle az utóbb említett két igen fontos műszaki tulajdonságra következtessünk. Kétségtelen, hogy a fajsúly, továbbá keménység és szilárdság között fennálló függvénykapcsolat változik aszerint, amint a műszaki tulajdonságokra befolyással bíró tényezők különbözők. Ha az erdőgazdasági tényezőknek a fajsúlyra gyakorolt befolyására akarunk következtetni, akkor szükséges, hogy az egyéb tényezők meglehetősen azonosak legyenek. Mindenesetre a legfontosabb kérdés a vizsgálat alá vont próba víztartalma. Tekintettel arra, hogy a légszáradt fa fogalma meglehetősen

relatív, az egységesség kedvéért legcélszerűbb az abszolút száraz fa fajsúlyára vonatkozó adatoknak egymással való szembe állítása. A második fontos dolog, hogy csak azokat az adatokat állítsuk egymással szembe, amelyek a törzsben azonos helyzetű próbadarabok vizsgálatából származnak. A fajsúly megállapítására szolgáló eljárások egyszerűsége, a nyert eredmények pontossága meglehetősen alkalmassá teszik ezen vizsgálatok alapján nyert adatokat az erdőgazdasági tényezők mikénti befolyásának megítélésére.

A fának keménysége — bár a kereskedelmi életben egyik legfontosabb műszaki tulajdonságok egyike — az erdőgazdasági tényezők mikénti befolyásának megítélésére csak bizonyos korlátok között alkalmas. Ennek az oka két körülményben leli magyarázatát és pedig először abban, hogy a keménység meghatározására ma sincsen még egységesen elfogadott eljárás, ami az eredményeknek az említett szempontból való megítélését meglehetősen megnehezíti, másodszor pedig a vizsgálati eljárások nem tekinthetők olyan kifogástalanoknak, amelyek az összehasonlítást általános értelemben lehetővé teszik. A fa keménységének meghatározására szolgáló eljárások közül ma már úgyszólván csak kettőt alkalmaznak, nevezetesen a Garry-féle homokfuvó próbát és a favizsgálatok céljaira Janka által módosított Brinell-féle próbát. Előbbi meglehetősen költséges és körülményes, ezért utóbbi örvend a legnagyobb elterjedésnek. Ezt az eljárást egyes államokban a fa keménységének megállapítására szolgáló vizsgálatként elő is írták, azonban az anyagvizsgálók nemzetközi szövetsége által hozott határozatok közé nem vették fel. Legújabban a berlin-dahlemi állami anyagvizsgáló intézetben Prof. Johs. Stahmer végzett kísérleteket²⁾ annak megállapítására, hogy az említett vizsgálatból nyert eredmények mennyire tekinthetők kifogástalanoknak. Eme kísérletei alapján arra a következtetésre jutott, hogy a keménységi szám — amely tudvalevőleg nem egyéb, mint a golyó benyomásához alkalmazott erő és a keletkezett benyomási felület hányadosa — úgy látszik bizonyos fafajoknál (valószínűleg az összes tűlevelűeknél) csak önkényes érték, mert ezeknél a keménységi szám a benyomási mélység függvénye, viszont más fafajoknál (valószínűleg az összes lombfáknál) a két mennyiség egymástól független. Az a körülmény különben, hogy a keménységi szám értéke, állandó nagyságú erőhatás mellett is változik a benyomás mélysége szerint, már Janka előtt is ismeretes volt, amennyiben — mint Stahmer közleményében említi — azt találta, hogy a fának az ellenállása kisebb lesz, ha $t > \frac{1}{4} R$ (t = a benyomás mélysége, R = a golyó sugara). Éppen ezért a kb. 286 fafajjal végzett számtalan kísérleteit úgy hajtotta végre, hogy $t = R$.³⁾ A vizsgálatok végrehajtásának eme feltéte-

²⁾ Maschinenbau der Betrieb. Band VIII., Heft 7. Seite 215.

³⁾ Janka: Die Härte der Hölzer.

lével természetesen ki volna küszöbölve a benyomás mélységének a keménységi szám értékére való befolyása, ha az említett két mennyiség közötti függvénykapcsolat az összes fafajoknál azonos volna. Prof. *Johs. Stahmer* kísérletei azonban azt igazolják, hogy míg egyes fafajoknál (valószínűleg tűlevelűek) a keménységi szám a $\frac{t}{R}$ viszonzyszám növekedésével csökken, addig más fafajoknál (valószínűleg az összes lomblevelűeknél) állandó marad. Mindezeknek következtében a *Janka* által módosított *Brinell*-próbát az erdőgazdasági tényezőknek a fa műszaki minőségére gyakorolt befolyásának megítélésére csak bizonyos korlátok között célszerű alkalmazni. Nevezetesen csak egy és ugyanazon, vagy legalább is egymáshoz igen közel rokonfajoknál nyert vizsgálati eredményeket állítsunk egymással szembe, továbbá a keménységi számot ugyanannak a próbának több helyén célszerű megállapítani s ebből nyert átlagokkal dolgozni, végül nem elégedhetünk meg tisztán ennek a vizsgálatnak eredményeivel, hanem szükséges ezek s egyéb vizsgálatok adatai között való párhuzamvonás. Ez utóbbi annál könnyebb, amennyiben — mint *Janka* kimutatta — a fa keménysége és összenyomó szilárdsága között bizonyos kapcsolat áll fenn.

A fának a higroszkoposságára szintén befolyással vannak egyes erdőgazdasági tényezők, mint pl. a vágatási kor, döntési idő stb., továbbá a feldolgozási mód. Eme vizsgálatok, bár meglehetősen időt és óvatos végrehajtást igényelnek, egyszerűségüknél fogva mégis igen alkalmasak arra, hogy a nyert eredmények szembeállításával az említett befolyást megíthessük. Mint minden egyéb vizsgálatnál, itt is a lehetőségig való egységesítésre kell törekednünk az összehasonlíthatás végett. A vizsgálat természeténél fogva tökéletesen mindegy, hogy milyen méretű próbákat veszünk vizsgálat alá, mégis célszerűbb minél kisebb testeket kialakítani, mert így a méretek megállapítására pontosabb műszereket alkalmazhatunk és az esetleg fellépő repedések kisebbek lévén, kevésbé befolyásolják az eredményeket. Nagyon fontos, hogy ezeknél a vizsgálat egyes fázisait óvatos lépésekben vigyük előre, mert ellenkező esetben a fellépő nagyobb repedések már befolyásolnák az eredményeket, már pedig ezeknek visszamérése igen körülményes feladat volna.

A fa szilárdsági állandóinak meghatározására az anyagvizsgálók nemzetközi szövetsége az összenyomó-, húzó-, hajlító- és nyírószilárdsági vizsgálatokat írja elő. Ezeknél a vizsgálatoknál határt kell vonnunk azok között, amelyeknek a rendeltetése az egyes fafajok szilárdsági állandóinak meghatározása a technikai gyakorlat számára, továbbá azok között, amelyeknek rendeltetése az egyes erdőterületeken különböző erdőgazdasági viszonyok között termelt fa mechanikai tulajdonságainak megállapítása abból

a célból, hogy a nyert eredményekből a különböző erdőgazdasági tényezőknek a fa műszaki minőségére gyakorolt befolyására következtessünk. Ugyanis a fának mechanikai vizsgálata ennek szövevényes szöveti szerkezete miatt nem könnyű feladat és ennek következtében a nyert eredmények megítélése meglehetősen megfontolást igényel.

Az első technikai nehézség, amivel a fa mechanikai tulajdonságainak vizsgálatánál találkozunk, hogy az anyagvizsgálógépek befogó szerkezetei nem mindig alkalmasak a terhelésnek a vizsgálat alá vont próbadarabbal való olyan közvetítésére, miszerint azok egyidőben csak egy egyszerű igénybevételnek legyenek kitéve. Ennek következtében azután a próbákban egyes szilárdsági vizsgálatoknál a nem kívánt igénybevételekből származó feszültségek is fellépnek, amelyek az eredményeket befolyásolják. Tekintettel arra, hogy ezeknek a fellépő mellékfeszültségeknek az eredményekre gyakorolt befolyása változó, az összehasonlítás nélkülöznie az egységes alapot. — Így pl. a húzószilárdsági vizsgálatoknál csaknem lehetetlen a húzóerőnek a próbadarabbal való olyan közvetítése, hogy a támadási helyen nyírófeszültségek ne lépjenek fel. Tekintettel arra, hogy a legtöbb fafaj nyírószilárdsága lényegesen kisebb, mint a húzószilárdsága, igen természetes, hogy a fellépő nyírófeszültségek következtében, még jóval a törés előtt repedések keletkeznek, amelyek a vizsgálat eredményeit befolyásolják. Ez a vizsgálat tehát kifogástalanoknak tekinthető eredményeket csak akkor ad, ha a nyírószilárdság igen nagy, mint pl. az Eucalyptusoknál. A nyírószilárdsági vizsgálatoknál, bármilyen körülménnyel is hajtjuk végre a kísérleteket, alig kerülhető el a hajlításból származó feszültségek fellépése. A hajlítófeszültség okozta repedések aránylag kis nyírófeszültségek mellett fellépnek s így nem kis mértékben befolyásolják az eredményeket.

A második nehézség, amivel a fa mechanikai tulajdonságainak meghatározásánál találkozunk, hogy az isotrop anyagokra vonatkozó szilárdsági képletek, amelyeket a nyert vizsgálati adatok kiszámításánál alkalmaznunk kell, csak megközelítő eredményeket adnak. Az ennek következtében fellépő hiba nagysága változik a fa szöveti szerkezetének különbözősége szerint, minek folytán az egységes alapú összehasonlítás igen nehéz. Így pl. a hajlítószilárdsági vizsgálat útján nyert adatok feldolgozásánál ki kell számítanunk a hajlítófeszültséget az általánosan ismert Nawier-féle forma szerint, vagyis

$$\sigma_h = \frac{M_{\max}}{W}$$

ahol σ_h = a hajlítófeszültség kg/cm²

$M_{\max}$ = a maximális hajlítónyomaték kg/cm.

W = az ellenállónyomaték cm³.

A nemzetközi előírások szerint a hajlítoszilárdsági vizsgálatokat négyzetes keresztmetszetű próbákön kell végrehajtani, még pedig úgy, hogy a két végén alátámasztott próbadarabokra a terhelő erő a középén hasson. Ennek következtében tehát

$$\sigma_h = \frac{P \cdot l}{4 W}.$$

P = a terhelő erő kg-ban.

l = az alátámasztási köz cm-ben.

A fánál azonban a *Hooke*-féle törvény csak igen szűk határok között érvényes és így az ú. n. arányossági határ nem élesen megállapítható, továbbá a húzószilárdság csaknem általánosan mindig nagyobb, mint a nyomószilárdság. Ennek következtében a fenti képlettel kiszámított σ_h egy olyan elméleti kerületi feszültséget eredményez, amely a ténylegessel nem egyezik, hanem a hajlított próbadarab nyomott, illetőleg húzott oldalain fellépő szélső feszültségek értékei között fekszik. Több javaslatot tettek a fában keletkező hajlítófeszültség pontosabb meghatározására, azonban ezek közül eddig általános elfogadást egyik sem nyert. Mindezek dacára a hajlítoszilárdsági vizsgálatok mégis fontos eredményeket adnak a fa műszaki minőségének megítéléséhez. Itt azonban a fősúlyt inkább a rugalmas alakváltozás nagyságának megállapítására kell fordítanunk s az így nyert eredményeket állítani szembe egymással. Az összehasonlítás végett fontos, mint mindenütt, az egységesség s ebből a célból különös tekintettel kell lennünk arra, hogy csak u. a. feszültségek, támaszköz, keresztmetszeti magasság és terhelési irányra vonatkozó adatok kerüljenek egymással szembe.

Az erdőgazdasági tényezőknek a fa műszaki minőségére gyakorolt befolyásának megítélésénél igen fontosak azok az eredmények, amelyeket a nyomószilárdsági vizsgálatok szolgáltatnak. Ezeknek az eredményeknek az egymással való szembeállíthatása végett különös gondot kell fordítanunk az egységes végrehajtásra. Itt elsősorban az anyagvizsgálók nemzetközi szövetségének határozataiban foglalt általános előírások, mint pl. a próbadarab víztartalma, a befogás módja, a terhelés növelésének sebessége stb., betartása mellett különös tekintettel kell lennünk a próbadarabok alakjára, az ággöcsök kérdésére és a terhelés irányára. — A próbadarabok alakját illetőleg az anyagvizsgálók nemzetközi szövetsége a nyomószilárdság meghatározására a kockát, míg az ezzel a kísérlettel megállapítható egyéb szilárdsági tulajdonságok vizsgálatánál a négyzetes hasábot írja elő, mely utóbbinál $b : h = 1 : 3$ (b = a keresztmetszvény szélessége, h = a próbadarab magassága). Dacára ennek, ebben a kérdésben meglehetősen eltérők a vélemények, amennyiben

Bauschinger $b : h = 1 : 1.5$

Schüle és Janka $b : h = 2 : 1$

Lang $b:h = 1:2^4)$

arányt tartják a leghelyesebbnek. Az e téren lefolytatott kísérletek eddigi eredményei azt igazolják, hogy a h/b viszonyszám bizonyos korlátok közötti növekedésével a nyomószilárdság értéke csökken, ami természetes is, mert hiszen minél karcsúbb a próba, annál inkább kell számolnunk a visszaható szilárdság befolyásával. Annak a kérdésnek az eldöntésére, hogy az erdőgazdasági tényezőknek a fa műszaki minőségére gyakorolt befolyásának megítélésére melyik volna a legkedvezőbb szélesség-magassági arány, sajnos, elég kevés kísérleti adat áll rendelkezésre. Valószínűnek látszik azonban, hogy az eredmények a megítélhetés szempontjából annál kedvezőbbek, minél kisebb a h és b értékek közötti különbség, aminek különben az elméleti alapja is meg volna, ha a kihajlás kétségtelen befolyására gondolunk.

A második megfontolást érdemlő körülmény volna, hogy vajjon az említett célra szolgáló vizsgálatoknál tisztán ággöcsmentes próbadarabokat, vagy pedig olyanokat alkalmazzunk, amelyek az előbbieken körvonalazott elvek szerint megválasztott törzsrészekből épen kikerülnek. Kétségtelen tény, hogy az ággöcsök a vizsgálatok eredményeit nem kis mértékben befolyásolják. *Lang*⁵⁾ egyik vizsgálatánál azt találta, hogy a bükk nyomó szilárdsága ággöcsmentes próbánál 752 at. a bükk nyomó szilárdsága ággöcsöt tartalmazó próbánál 523 at. a lúcfenyő nyomó szilárdsága ággöcsmentes próbánál 370 ~ 527 t. a lúcfenyő nyomó szilárdsága ággöcsöt tartalmazó próbánál 257 ~ 484 at. Az említett próbadarabok víztartalma 11—12,3% közötti volt. Ebből a kiragadott néhány adatból is látható az ággöcsöknek a nyomó szilárdság nagyságára való nagymértvű befolyása. Ha mindezekhez még meggondoljuk, hogy az ággöcsök száma, ezeknek elhelyeződése, az egyes ággöcsök nagysága a feszültségek megoszlására mind befolyással bírnak, akkor kétségtelen, hogy a mi céljainkra csak göcsmentes próbadarabokat alkalmazhatunk az összehasonlítások megkönnyítése végett.

Tekintettel arra, hogy a fa szövetvényes szöveti szerkezete miatt a különböző irányokban fellépő feszültségek igen eltérőek egymástól, természetes, hogy csak az azonos terhelési irány mellett nyert adatok állíthatók egymással szembe. Ezért rendkívül fontos arra ügyelnünk a próbadarabok kialakításánál, hogy ezeknek geometriai tengelye a rostokkal párhuzamos helyzetű legyen. Eme kérdés fontosságának kiemelése végett megemlítem *Föpl* adatait, amely szerint

$$\text{Lúcfenyőnél } \sigma' = \frac{1}{10} \sim \frac{1}{11} \sigma$$

^{4), 5)} *Lang*: Das Holz als Baustoff.

$$\text{Tölgynél} \quad \sigma' = \frac{1}{3} \sigma$$

ahol $\sigma' =$ a nyomó szilárdság a rostokra merőleges irányban,

$\sigma =$ a nyomó szilárdság a rostokkal párhuzamos irányban.

A rostok és az ezekre merőleges irány között fekvő számtalan irányban a fellépő feszültségek tehát igen különbözők a kérdéses iránynak a rostokkal bezárt szögétől függően. Ennek következtében, ha a vizsgálat alá vett próbadaraboknál a rostok a geometriai tengellyel nem fekszenek párhuzamosan, akkor a nyert eredmények más irányra vonatkozóan már nem állíthatók egymással szembe.

A fa technológiai tulajdonságainak megállapítására szolgáló, nemzetközileg előírt vizsgálatként egyedül a hasítási próba tekinthető. Ennek a végrehajtásánál a méretek legmesszebbmenő pontosságig való betartására kell törekednünk, amennyiben a hasíthatóság csak azzal az erővel fejezhető ki, amelynél a próbadarab elhasad. Ennek következtében a különböző eredményeket csak akkor állíthatjuk egymással szembe, ha azok pontosan ugyanúgy kialakított próbákra vonatkoznak. Természetesen igen fontos volna, ha az erdőgazdasági tényezőknek a fa egyéb technológiai tulajdonságaira, mint pl. fűrészelhetőségre, gyalulhatóságra, marhatóságra, esztergályozhatóságra stb. gyakorolt befolyását is megállapíthatnánk. Eme tulajdonságok meghatározásának legbiztosabb módja volna a géppel való megmunkálás esetén a feldolgozás alatt elfogyasztott energiának a mérése s ebből, valamint az egyidejűleg feljegyzett idő és méret adatokból kiszámítani azt az ellenállást, amit a fa különböző famegmunkáló szerszámokkal szemben kifejt. Ezeknek a vizsgálatoknak meglehetősen költséges és időrabló mivolta miatt eme tulajdonságokat illetőleg jóformán csak a gyakorlati életből szerzett adatokra vagyunk utalva, amelyekből csak az egyes fafajoknak a különböző megmunkálásokkal szemben való viselkedését ítéldhetjük meg, arra azonban kevésbé alkalmasak, hogy belőlük az egyes fafajokon belül a különböző erdőgazdasági tényezőknek a technológiai tulajdonságokra gyakorolt befolyására következtetéseket vonhassunk.

Nem kevésbé fontosak volnának a fa tartóságára vonatkozó vizsgálatok, azonban dacára az ez irányban történt lépéseknek, az eddig rendelkezésre álló kísérleti eredmények nem elégségesek ahhoz, hogy egy nemzetközileg elfogadott egységes eljárás felállítható legyen. A fának eme tulajdonságánál tehát inkább a tapasztalatra vagyunk utalva.

Mindezekből összefoglalásképpen megállapítható, hogy bár a fa mechanikai-technológiai vizsgálatainak terén még igen sok a tennivaló, mégis egyes eljárások célszerű végrehajtás esetén és bizonyos megfontolások mellett alkalmasak arra, hogy eredményeikből az erdőgazdasági tényezőknek a fa műszaki minőségére gyakorolt befolyását megítélhessük. Ezen célnak

elérése érdekében azonban csak olyan vizsgálati eredményekből szabad következtetést vonni, amelyeknél legalább is a gyakorlat igényeit kielégítő mértékig keresztül vihető a nyert adatoknak a nem erdőgazdasági tényezőktől való függetlenítése. Nemkülönben fontos volna a vizsgálati eljárások további tökéletesítése, valamint az egységesség még messzebbmenő kiépítése. Mindezeknek feltételezése esetén céljainkra kifogástalan eredményeket is csak abban az esetben nyerhetünk, ha a vizsgálatokat a legkülönbözőbb erdőgazdasági viszonyok között lévő faállományokra kiterjesztjük és ezek végrehajtását a gyakorlati erdőgazdasággal való legszorosabb együttműködésben eszközöljük, hogy mindazok az említett szempontok juszanak érvényre, amelyek az erdőgazdaságot legközelebből érdeklik.

Az ilyen elgondolással végrehajtott vizsgálatok eredményei olyanok lesznek, amelyek elsősorban kitűnő irányt nyújtanak a fának a tulajdonosai által adott legmegfelelőbb felhasználására, de másrészt fontos útmutatással szolgálnak az erdőművelés terén való tennivalókra akkor, ha célunk a minőségileg minél jobb s így kereskedelmileg minél értékesebb áru termelése. Összeredményében tehát ezeknek a vizsgálatoknak eredményeiből olyan következtetések vonhatók le, amelyek a nagyobb erdőgazdasági jövedelem elérését célzó törekvéseinket illetően megbecsülhetetlen irányelveket nyújtanak.

Irodalom — Literatur.

Lang: Das Holz als Baustoff.

Krais: Gewerbliche Materialkunde. I. Band.

Wawrziniok: Handbuch des Materialprüfungswesens.

Janka: Die Härte der Hölzer.

Rudeloff: Aufstellungen einheitlicher Verfahren für die Prüfung von Holz. „Mitteilungen“, 1907. I. S. 52.

Janka: Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Oesterreichs in Mariabrunn.

Prof. Stahmer: Die Kugeldruck-Härteprüfung von Holz. Maschinenbau der Betrieb. Band VIII., Heft 7.

Kettősen tájékozott sokszögvonalak kiegyenlítése vektor-analitikus számításokkal.

Dr. Ing. *Ulbrich K.* (Wien) és *Sébor J.* (Sopron).

1. Bevezetés.

A matematika legújabb ága a vektoranalitika. Érdekes megjegyezni, hogy a vektoranalitika, a legutóbbi években megindult erős fejlődését nem annyira az elméleti matematikusoknak, mint inkább az elmélettel foglalkozó mérnököknek és fizikusoknak köszöni. Még az úgynevezett affinor- és tenzoranalitika is, amely pedig a vektoranalitikának teljesen elméleti továbbfejlesztése, szintén a matematikai fizikában érte el használatát és továbbfejlesztését.

Egy időszerű példa ezen érdekes tényre az, hogy *A. Einstein* relativitáselméletének matematikai levezetése, a matematika ezen modern ága a vektoranalitikának segítségével nélkül alig végezhető el.

A vektor egy definíció szerint nem más, mint a térnek egy függvénye, amely szerint a tér minden egyes pontjához egy skaláris érték és egy irányérték tartozik.

Úgy a felső-, mint az alsógeodéziában háromszög- és poligonoldalakkal dolgozunk, melyeknek hosszát vagy számítással, vagy közvetlen hossz-méréssel határozzuk meg, irányértékét pedig vagy azimutszögekkel, vagy pedig valamely tetszőlegesen felvett tengelyrendszerre vonatkozó csapásszögekkel mérjük.

Itt különösen az alsógeodéziában és bányaméréseknél előforduló sokszögvonalakra leszünk figyelemmel. Minden sokszögoldalnak határozott hossza (tehát skalárérték) és határozott iránya van, tehát mint vektor fogható fel. Nem lehet csodálkozni tehát azon, hogy a sokszögvonalak kiegyenlítésénél a *C. F. Gauss* és *Legendre* által levezetett klasszikus kiegyenlítési számítás mellett, a vektoriális kiegyenlítés is helyet kér.

A vektoriális kiegyenlítés mostanáig két, egymástól teljesen különböző módszer szerint fejlődött.

Az időrendszerben első, régebbi módszert *K. Friedrich*¹⁾ vezette le. Az ő módszere a komplex számokon nyugszik, amelyek tudvalevőleg a komplex számsíkban, mint vektorok, az úgynevezett *Gauss*-féle vektorok foghatók fel.

A második módszert *R. Schumann*²⁾ fejlesztette ki. Az ő eddig megjelent közleményeiben, egy — a modern vektorszámítás módszereit felhasználó — kiegyenlítési számítást vezetett le.

A múlt évben *F. Baeschlin*³⁾ tárgyalta ezen két módszert igen kimerítően, amely alkalommal arra is rámutatott, hogy ő hogyan képzelte el ezen módszerek tökéletesbbitését.

Ki kell emelni a *R. Schumann*-féle vektoriális kiegyenlítési eljárás azon különös előnyét, hogy minden felállított vektoriális összefüggés invariáns a tengelyrendszertől. Vagyis a tengelyrendszer bármilyen eltolása vagy elforgatása után a végeredmények mindig ugyanazok maradnak. A vektorműveletek invariáns voltából származó ezen előny a *Gauss*-féle vektorok alkalmazásánál, a műveletek második fokán már elvész.

Végül még meg kell említeni *A. Basch*⁴⁾ egyik közleményét, amelyben reámutat arra, hogy egy megfigyelési hibákkal terhelt vektor hibás volta, egy tensor, az úgynevezett hibatensor által felismerhető és geometriailag az úgynevezett közép hibahyperellipsoid által körülírható. Jelen közleményt különösen érintve, hozza *A. Basch*, egy megfigyelési hibákkal terhelt pontok által meghatározott sokszögvonal közép területhibájának vektoriális levezetését. Ezen vizsgálatok még nincsenek befejezve, azonban már most előre látható, hogy ezek teljesen új és érdekes eredményeket fognak adni.

2. Elméleti levezetés.

Ebben a fejezetben tárgyaljuk a sokszögvonalaknak vektoranalitikus kiegyenlítését *R. Schumann* módszere szerint, ezen módszer bizonyos mó-

¹⁾ *K. Friedrich*: Neue Grundlagen und Anwendungen der Vektorrechnung. München und Berlin, 1921.

²⁾ *R. Schumann*: a) Deutsche Zeitschrift für Vermessungswesen. 1926. Heft 20, 21, 23. Vektor-analytischer Ausgleich geschlossener geodätischer Figuren in der Ebene.

b) Deutsche Zeitschrift für Vermessungswesen. 1929. Heft 7. Ueber Gewichtsbestimmung und Fehler-Quadratsumme bei gemischten Messungen.

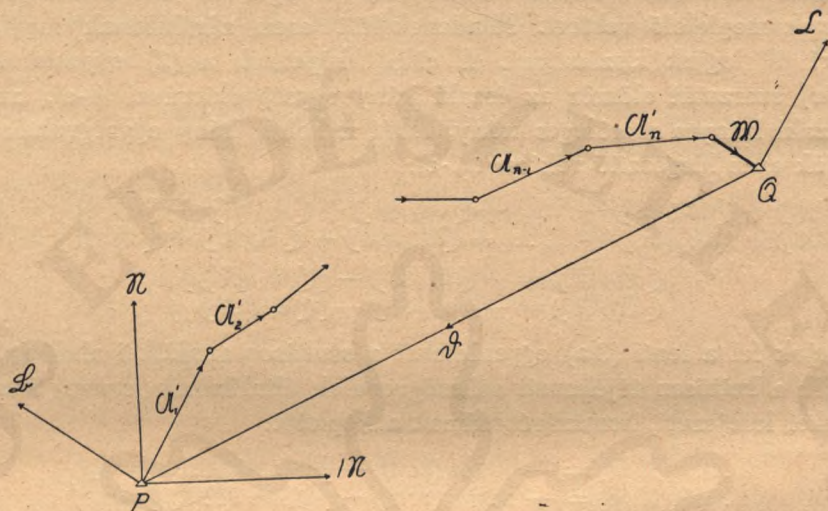
c) Mitteilungen aus dem Markscheidewesen. 1927. Beitrag zum vektorischen Ausgleich ebener geodätischer Netze bei Verschiedenheit der Gewichte für Strecken und Richtungen.

d) Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathem. naturw. Klasse, Abteilung II. a. 136. Band, Heft 7. 1927. Ueber vektorischen Ausgleich geschlossener geodätischer Figuren in der Ebene im Falle beliebiger Gewichte für Strecken und Richtungen.

³⁾ *Baeschlin*: Schweizer. Z. f. Vermessungswesen und Kulturtechnik. 1918. Heft 6—9. Einführung in die Vektorrechnung und die vektorische Ausgleichung.

⁴⁾ *A. Basch*: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathem. naturw. Klasse. Abt. II. a. 137. Band, Heft 8. 1928. Die Fehlertensoren und das Fehlerübertragungsgesetz, der vektoralgebraischen Elementaroperationen.

dosításával. A módosításoknak célja az, hogy egyrészt a számítás menete leegyszerűsödjék, másrészt, hogy a közönséges sokszögvonalak kiegyenlítésénél általánosan használt módszer számításához lehetőleg hozzásimuljon.



1 ábra

Vegyünk egy P és Q háromszögelési pontok között fekvő n oldalú sokszögvonalat, amely a P pontban a B háromszögelési ponthoz, a Q pontban pedig a C háromszögelési ponthoz van kapcsolva. Ha méréseinket matematikai pontossággal tudnánk elvégezni, úgy a következő feltételi egyenlet állana fent:

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n + D = 0 \quad (1)^*$$

A mérésnél előforduló elkerülhetetlen megfigyelési hibák következtében azonban úgy szögzárlati, mint hosszará hibánk lesz. R. Schumann eljárása szerint a szögzárlati hibát tekintet nélkül a hosszakra kiegyenlítjük, tehát szögzárlatot létesítünk. Ugyanígy járunk el tudvalevőleg a közönséges gyakorlati kiegyenlítésnél. Ezután következik a záródás teljes helyreállítása a vektoriális eljárással, miközben — és ez igen lényeges ezen eljárásnál — a szögek megegyeszer kiigazíttatnak. Mivel méréseink elkerülhetetlen megfigyelési hibákkal vannak terhelve, az 1. ábra szerint a következő egyenlet áll fent:

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n + D + B = 0 \quad (2)$$

*) A vektorértékeket gót betűkkel, a skalárértékeket latin betűkkel fogjuk jelölni.

A mért, tehát hibás értékek felül vonással vannak megjelölve, a javított értékek vonás nélkül.

A belső (skalár) szorzatot jelöljük Schumann után $\odot$ jellel.

[] jelenti Gauss után az egyes szorzatok összegét.

Ezen egyenletben $\mathcal{U}_i$ jelenti a mért oldálnak megfelelő vektort. $\mathcal{D}$ a QP háromszögelési pontok által megadott vektor, amelyet nem kell kiigazítanunk, mivel egy magasabbrendű mérésnek az eredménye lévén, ezen számításoknál hibamentesnek vétetik fel; és végül $\mathcal{W}$ jelenti a záróhibavonálnak megfelelő vektort. Mindenekelőtt ezen záróhibának megfelelő vektort $\mathcal{W}$ fogjuk kiszámítani. E célból képezzük a (2) egyenlet belső (skalár) szorzatát először az északi irány egységvektorával $\mathcal{N}$ -el, azután az északi irányra merőleges irány, tehát a keleti irány egységvektorával. Jelöljük ezen kiegészítő vektort $\mathcal{N}$ -el:

$$\left. \begin{aligned} (\mathcal{U}_1, \mathcal{N}) + (\mathcal{U}_2, \mathcal{N}) + \dots + (\mathcal{U}_n, \mathcal{N}) + (\mathcal{D}, \mathcal{N}) + (\mathcal{W}, \mathcal{N}) &= 0 \\ (\mathcal{U}_1, \mathcal{N}) + (\mathcal{U}_2, \mathcal{N}) + \dots + (\mathcal{U}_n, \mathcal{N}) + (\mathcal{D}, \mathcal{N}) + (\mathcal{W}, \mathcal{N}) &= 0 \end{aligned} \right\} (3)$$

$$\begin{aligned} (\mathcal{W}, \mathcal{N}) &= -(\mathcal{D}, \mathcal{N}) - [(\mathcal{U}_i, \mathcal{N})] \\ (\mathcal{W}, \mathcal{N}) &= -(\mathcal{D}, \mathcal{N}) - [(\mathcal{U}_i, \mathcal{N})] \end{aligned} \quad (3a)$$

Írjuk fel a fenti (3a) egyenleteket a szokásos analitikai alakban, úgy nyerjük a kettősen tájékozott sokszögvonalak általánosan ismert, összrendezőikkel kifejezett, hossz-záróhibáinak a képletét:

$$\begin{aligned} W \cdot \cos(\mathcal{N} \mathcal{W}) &= -D \cdot \cos(\mathcal{N} \mathcal{D}) - [A_i \cos(\mathcal{N} \mathcal{U}_i)] = f_x \\ W \cdot \sin(\mathcal{N} \mathcal{W}) &= -D \cdot \sin(\mathcal{N} \mathcal{D}) - [A_i \sin(\mathcal{N} \mathcal{U}_i)] = f_y \end{aligned} \quad \text{I.}$$

Ha az I. alatti egyenleteket osztjuk egymással, úgy nyerjük a záróhiba vektorának irányát tangensfüggvénnyel kifejezve, tehát az irányértékét; és ha a két egyenlet négyzeteinek összegéből gyököt vonunk, nyerjük a záróhiba hosszát számértékben (skaláris) kifejezve, amit az alsógeodéziában általában lineáris záróhibának nevezünk:

$$\text{tg}(\mathcal{N} \mathcal{W}) = \frac{f_y}{f_x} \quad \text{II.}$$

$$W = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \quad \text{III.}$$

Fenti II. és III. egyenletekkel a záróhiba vektora számértékekkel adva van és most már elvégezhető ezen értékeknek a mért értékekre való elosztása.

Átterhetünk tehát a sokszögvonal vektoriális kiegyenlítésére. Amint a klasszikus kiegyenlítési eljárásnál az az elsörendű főkövetelmény, hogy a javítások négyzeteinek összege egy minimum legyen, úgy a vektoriális kiegyenlítésnél ez a követelmény szintén fent kell hogy álljon. Itt a belső (skaláris) négyzetösszegnek kell minimumnak lennie. A külső (vektoriális) négyzetösszeg, amint tudjuk, egyenlő nullával, mert a közbezárt szög egyenlő nullával, tehát a parallel vektorok külső (vektoriális) szorzata egyenlő nullával.

A kiegyenlített vagy javított vektor egyenlő: a mért vektor, hozzáadva egy kis javítási értéket, amely javítási érték, egyenlő súlyokat feltételezve, egy bizonyos hányada a záróhibavektornak:

A hosszváltozás és irányváltozás súlyára g_i^2 és p_i^2 -re nézve a következőket kell megjegyeznünk. A sokszögvonalak oldalhosszmérésének középhibáját írhatjuk a következő alakban $m_A = c\sqrt{A}$. A g_i^2 súly tehát fordítottan aránylik az A értékéhez.

Egy sokszögvonal szögméréseinek középhibáit minden további nélkül egyenlőknek vehetjük. Jelöljük m_ω -val. Az irányváltozás ívértéke tehát lineárisan nő az A_i oldalhosszal. A súlya p_i^2 tehát fordítottan aránylik az A_i^2 értékhez. A g_i^2 és p_i^2 közötti összefüggést könnyen felállíthatjuk, ha a fenti eredményeket összefoglaljuk. Tehát g_i^2 törve p_i^2 -el egyenesen arányos az A_i értékkel. Ugyanezt az eredményt kapjuk akkor, ha mi az alábbi R . Schumann (lásd (2b) alatt) által levezetett képletbe m_ω és m_s értékeit behelyettesítjük:

$$\frac{g_i^2}{p_i^2} = \frac{A_i^2 \cdot m_\omega^2}{m_s^2} \quad (9)$$

A javítási vektorok belső (skaláris) négyzetösszege tehát végérvényesen a következő lesz:

$$[(g_i \cdot dA'_i \cdot \overline{W}'_i + p_i \cdot a'_i \cdot |W'_i, g_i \cdot dA'_i \cdot \overline{W}'_i + p_i \cdot a'_i \cdot |W'_i)] = \text{Min.} \quad (10)$$

Amint látjuk, egy feltételes minimummal van dolgunk, ugyanis a javításoknak az (5) alatti feltételi egyenletet ki kell elégíteniök és a javítások négyzetei összegének, a (10) egyenlet szerint egy minimumnak kell lennie. Ezután épen úgy, mint a klasszikus eljárásnál felállítjuk a továbbfejlesztett minimum feltételt. Ez vektoriális alakban a következő lesz:

$$[(g_i \cdot dA'_i \cdot \overline{W}'_i + p_i \cdot a'_i \cdot |W'_i, g_i \cdot dA'_i \cdot \overline{W}'_i + p_i \cdot a'_i \cdot |W'_i)] - 2([dW'_i] - \mathfrak{B}, \mathfrak{Z}) = \text{Min.} \quad (11)$$

Ezen képletben $\mathfrak{Z}$ a korrelátavektort jelenti.

Mivel dA'_i , a'_i és $\mathfrak{Z}$, tehát összesen $2n + 1$ ismeretlenünk van, a $2n + 1$ normálegyenlet általános alakját a következőképpen írhatjuk fel:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\delta \text{Min}}{\delta dA'_i} &= 0 & n \text{ egyenlet} \\ \frac{\delta \text{Min}}{\delta a'_i} &= 0 & n \text{ egyenlet} \\ \frac{\delta \text{Min}}{\delta \mathfrak{Z}} &= 0 & 1 \text{ egyenlet} \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Ha az itt kijelölt differenciálásokat elvégezzük, úgy kapjuk a következő $2n + 1$ normálegyenletet:

Differenciálva dA'_i szerint lesz:

$$[(g_i \cdot \overline{W}'_i, g_i \cdot dA'_i \cdot \overline{W}'_i + p_i \cdot a'_i \cdot |W'_i)] - ([\overline{W}', \mathfrak{Z}]) = 0 \quad (13)$$

Differenciálva $a'_i = A'_i \cdot |d\overline{\mathcal{W}}_i|$ szerint lesz:

$$(\langle p_i \cdot \mathcal{W}'_i, g_i \cdot dA'_i \cdot \overline{\mathcal{W}}_i + p_i \cdot a'_i \cdot \mathcal{W}_i \rangle - \langle \mathcal{W}_i, \mathcal{L} \rangle) = 0 \quad (14)$$

Differenciálva $\mathcal{L}$ szerint lesz:

$$[d\mathcal{W}_i] - \mathcal{W} = [dA'_i \cdot \overline{\mathcal{W}}_i + a'_i \cdot \mathcal{W}_i] - \mathcal{W} = 0 \quad (15)$$

A (13) és (14) egyenleteket a rendes analitikai alakra hozva, lesz:

$$\left. \begin{aligned} dA'_i &= \frac{1}{g_i^2} L \cdot \cos(\mathcal{W}'_i \mathcal{L}) \\ a'_i &= \frac{1}{p_i^2} L \cdot \sin(\mathcal{W}'_i \mathcal{L}) \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Ha a fenti értékeket a (15) egyenletbe behelyettesítjük, lesz:

$$\left[\frac{1}{g_i^2} L \cdot \cos(\mathcal{W}'_i \mathcal{L}) \overline{\mathcal{W}}_i + \frac{1}{p_i^2} L \cdot \sin(\mathcal{W}'_i \mathcal{L}) \cdot \mathcal{W}_i \right] - W \cdot \overline{\mathcal{W}} = 0 \quad (17)$$

Képezzük ezen egyenlet belső (skaláris) szorzatát:

a) $|\mathcal{W}$ -vel

b) $\overline{\mathcal{W}}$ -vel úgy lesz:

$$\begin{aligned} \text{ad a)} \quad & \left[\frac{1}{g_i^2} L \cdot \cos(\mathcal{W}'_i \mathcal{L}) \langle \mathcal{W}_i, |\mathcal{W} \rangle + \frac{1}{p_i^2} L \cdot \sin(\mathcal{W}'_i \mathcal{L}) \cdot \right. \\ & \left. \cdot \langle \mathcal{W}_i, |\mathcal{W} \rangle \rangle - W \langle \overline{\mathcal{W}}, |\mathcal{W} \rangle \right] = 0 \end{aligned} \quad (18)$$

$$\left[-\frac{1}{g_i^2} L \cdot \cos(\mathcal{W}'_i \mathcal{L}) \sin(\mathcal{W}'_i \mathcal{W}) + \frac{1}{p_i^2} L \cdot \sin(\mathcal{W}'_i \mathcal{L}) \cos(\mathcal{W}'_i \mathcal{W}) \right] = 0 \quad (19)$$

$$\nabla(\mathcal{W}'_i \mathcal{L}) = \nabla(\mathcal{W}'_i \mathcal{W}) + \nabla(\mathcal{W} \mathcal{L}) \quad (20)$$

$\nabla(\mathcal{W} \mathcal{L})$ állandó érték minden vektornál.

$$\begin{aligned} & \left[-\frac{1}{g_i^2} L \left\{ \cos(\mathcal{W}'_i \mathcal{W}) \cdot \cos(\mathcal{W} \mathcal{L}) - \sin(\mathcal{W}'_i \mathcal{W}) \cdot \sin(\mathcal{W} \mathcal{L}) \right\} \cdot \sin(\mathcal{W}'_i \mathcal{W}) + \right. \\ & \left. + \frac{1}{p_i^2} L \left\{ \sin(\mathcal{W}'_i \mathcal{W}) \cdot \cos(\mathcal{W} \mathcal{L}) + \cos(\mathcal{W}'_i \mathcal{W}) \cdot \sin(\mathcal{W} \mathcal{L}) \right\} \cdot \cos(\mathcal{W}'_i \mathcal{W}) \right] = 0 \end{aligned} \quad (21)$$

$$\begin{aligned} & -L \left[\frac{\sin(\mathcal{W}'_i \mathcal{W}) \cdot \cos(\mathcal{W}'_i \mathcal{W})}{g_i^2} \right] \cdot \cos(\mathcal{W} \mathcal{L}) + L \left[\frac{\sin^2(\mathcal{W}'_i \mathcal{W})}{g_i^2} \right] \sin(\mathcal{W} \mathcal{L}) + \\ & + L \left[\frac{\sin(\mathcal{W}'_i \mathcal{W}) \cdot \cos(\mathcal{W}'_i \mathcal{W})}{p_i^2} \right] \cdot \cos(\mathcal{W} \mathcal{L}) + L \left[\frac{\cos^2(\mathcal{W}'_i \mathcal{W})}{p_i^2} \right] \sin(\mathcal{W} \mathcal{L}) = 0 \end{aligned} \quad (22)$$

$$\begin{aligned} & \sin(\mathcal{W} \mathcal{L}) \left[\frac{1}{p_i^2} + \left(\frac{1}{g_i^2} - \frac{1}{p_i^2} \right) \sin^2(\mathcal{W}'_i \mathcal{W}) \right] - \cos(\mathcal{W} \mathcal{L}) \left[\left(\frac{1}{g_i^2} - \frac{1}{p_i^2} \right) \cdot \right. \\ & \left. \cdot \sin(\mathcal{W}'_i \mathcal{W}) \cos(\mathcal{W}'_i \mathcal{W}) \right] = 0 \end{aligned} \quad (23)$$

$$\operatorname{tg}(\mathfrak{B}\mathfrak{L}) = \frac{\left[\left(\frac{1}{g_i^2} - \frac{1}{p_i^2}\right) \sin(\mathfrak{U}'_i \mathfrak{B}) \cdot \cos(\mathfrak{U}'_i \mathfrak{B})\right]}{\left[\frac{1}{p_i^2} + \left(\frac{1}{g_i^2} - \frac{1}{p_i^2}\right) \sin^2(\mathfrak{U}'_i \mathfrak{B})\right]} \quad \text{IV.}$$

Tegyük fel, hogy $g_i^2 = p_i^2 = 1$, vagyis, hogy az összes súlyok egyenlőek, akkor a IV. egyenletből lesz:

$$[1]_i \cdot \operatorname{tg}(\mathfrak{B}\mathfrak{L}) = 0 \quad (24)$$

$$\nrightarrow (\mathfrak{B}\mathfrak{L}) = 0^\circ \quad (25)$$

Ebben az esetben tehát a hibavektor és a korrelatavektor egymással paralelek:

$$\text{ad b) } \left[\frac{1}{g_i^2} L \cdot \cos(\mathfrak{U}'_i \mathfrak{L}) (\overline{\mathfrak{U}'_i}, \overline{\mathfrak{B}}) + \frac{1}{p_i^2} L \sin(\mathfrak{U}'_i \mathfrak{L}) (\overline{\mathfrak{U}'_i}, \overline{\mathfrak{B}}) \right] - W (\overline{\mathfrak{B}}, \overline{\mathfrak{B}}) = 0 \quad (26)$$

$$\left[\frac{1}{g_i^2} L \cdot \cos(\mathfrak{U}'_i \mathfrak{L}) \cos(\mathfrak{U}'_i \mathfrak{B}) + \frac{1}{p_i^2} L \sin(\mathfrak{U}'_i \mathfrak{L}) \sin(\mathfrak{U}'_i \mathfrak{B}) \right] - W = 0 \quad (27)$$

$$\left[\frac{1}{g_i^2} L \left\{ \cos(\mathfrak{U}'_i \mathfrak{B}) \cdot \cos(\mathfrak{B}\mathfrak{L}) - \sin(\mathfrak{U}'_i \mathfrak{B}) \sin(\mathfrak{B}\mathfrak{L}) \right\} \cos(\mathfrak{U}'_i \mathfrak{B}) + \right. \\ \left. + \frac{1}{p_i^2} L \left\{ \sin(\mathfrak{U}'_i \mathfrak{B}) \cdot \cos(\mathfrak{B}\mathfrak{L}) + \cos(\mathfrak{U}'_i \mathfrak{B}) \sin(\mathfrak{B}\mathfrak{L}) \right\} \sin(\mathfrak{U}'_i \mathfrak{B}) \right] = W \quad (28)$$

$$L \cdot \left[\frac{\cos^2(\mathfrak{U}'_i \mathfrak{B})}{g_i^2} \right] \cdot \cos(\mathfrak{B}\mathfrak{L}) - L \left[\frac{\sin(\mathfrak{U}'_i \mathfrak{B}) \cdot \cos(\mathfrak{U}'_i \mathfrak{B})}{g_i^2} \right] \sin(\mathfrak{B}\mathfrak{L}) + \\ + L \left[\frac{\sin^2(\mathfrak{U}'_i \mathfrak{B})}{p_i^2} \right] \cdot \cos(\mathfrak{B}\mathfrak{L}) + L \left[\frac{\sin(\mathfrak{U}'_i \mathfrak{B}) \cdot \cos(\mathfrak{U}'_i \mathfrak{B})}{p_i^2} \right] \cdot \sin(\mathfrak{B}\mathfrak{L}) = W \quad (29)$$

$$L =$$

$$W$$

$$\left[\frac{1}{p_i^2} + \left(\frac{1}{g_i^2} - \frac{1}{p_i^2} \right) \cdot \cos^2(\mathfrak{U}'_i \mathfrak{B}) \right] \cdot \cos(\mathfrak{B}\mathfrak{L}) - \left[\left(\frac{1}{g_i^2} - \frac{1}{p_i^2} \right) \cdot \sin(\mathfrak{U}'_i \mathfrak{B}) \cdot \cos(\mathfrak{U}'_i \mathfrak{B}) \right] \cdot \sin(\mathfrak{B}\mathfrak{L}).$$

V.

Vegyük fel itt is, hogy $g_i^2 = p_i^2 = 1$, akkor az V. egyenlet a következő alakra egyszerűsödik:

$$L = \frac{W}{[1] \cos(\mathfrak{B}\mathfrak{L})} \quad (30)$$

$$L = \frac{W}{n} \quad (31)$$

Amint látjuk, ebben az érdekes esetben a hibavektor egyenlő mértékben osztatik fel a sokszögoldalakra. Ebből is látjuk azt, hogy mennyire indokolt az, amire minden tankönyv tanít, tudniillik, hogy arra kell törekednünk, hogy amennyire lehetséges a sokszögvonalakban az oldalak lehetőleg egyenlő hosszúak legyenek. Ebben az esetben, a gyakorlatban leg-

inkább követett közelítő eljárással nyert eredmények, a szigorú eljárás eredményeivel majdnem megegyeznek.

Ha már most a korrelatavektornak $\mathfrak{L}$ -nek hossz- és irányértéke ismeretes, a (16) képlet segítségével számítható minden egyes oldal hosszváltozása (tehát hosszjavítási értéke) a dA'_i és az irányváltozása (tehát az irányjavítás értéke) $|d\mathfrak{A}'_i|$ ívmértékben.

$$dA'_i = \frac{1}{g_i^2} L \cdot \cos(\mathfrak{A}'_i \mathfrak{L}) \quad \text{VI.}$$

$$|d\mathfrak{A}'_i| = \frac{1}{p_i^2} \cdot \frac{L \cdot \sin(\mathfrak{A}'_i \mathfrak{L})}{A'_i} \quad \text{VII.}$$

Ezzel a tulajdonképeni vektoranalitikus kiegyenlítés be is fejeződött.

Az f_x , f_y és $\mathfrak{L}$ nyert értékeire nézve a számítás menetének ellenőrzéséül képezzük a (17) egyenletnek belső (skaláris) szorzatát:

- a) $|\mathfrak{N}| \text{ el}$
- b) $\mathfrak{N} \cdot \text{el}$

Hasonló átalakításokat végezve, mint a korrelatavektor számításánál, az alábbi eredményeket nyerjük:

ad a)

$$\left[\frac{1}{g_i^2} L \cos(\mathfrak{A}'_i \mathfrak{L}) \langle |\mathfrak{N}, \overline{\mathfrak{A}'_i} \rangle + \frac{1}{p_i^2} L \sin(\mathfrak{A}'_i \mathfrak{L}) \langle |\mathfrak{N}, |\mathfrak{A}'_i| \rangle \right] - W \langle |\mathfrak{N}, \overline{\mathfrak{A}} \rangle = 0 \quad (32)$$

$$\left[\frac{1}{g_i^2} L \cos(\mathfrak{A}'_i \mathfrak{L}) \sin(\mathfrak{N} \mathfrak{A}'_i) + \frac{1}{p_i^2} L \sin(\mathfrak{A}'_i \mathfrak{L}) \cdot \cos(\mathfrak{N} \mathfrak{A}'_i) \right] - \underbrace{W \sin(\mathfrak{N} \mathfrak{A})}_{= f_y} = 0 \quad (33)$$

$$\begin{aligned} & L \left[\left(\frac{1}{g_i^2} - \frac{1}{p_i^2} \right) \sin(\mathfrak{N} \mathfrak{A}'_i) \cdot \cos(\mathfrak{N} \mathfrak{A}'_i) \right] \cdot \cos(\mathfrak{N} \mathfrak{L}) + \\ & + L \left[\frac{1}{p_i^2} + \left(\frac{1}{g_i^2} - \frac{1}{p_i^2} \right) \cdot \sin^2(\mathfrak{N} \mathfrak{A}'_i) \right] \sin(\mathfrak{N} \mathfrak{L}) = f_y \end{aligned} \quad \text{VIII.}$$

ad b)

$$\left[\frac{1}{g_i^2} L \cos(\mathfrak{A}'_i \mathfrak{L}) \langle \mathfrak{N}, \overline{\mathfrak{A}'_i} \rangle + \frac{1}{p_i^2} L \sin(\mathfrak{A}'_i \mathfrak{L}) \langle \mathfrak{N}, |\mathfrak{A}'_i| \rangle \right] - W \langle \mathfrak{N}, \overline{\mathfrak{A}} \rangle = 0 \quad (34)$$

$$\left[\frac{1}{g_i^2} L \cos(\mathfrak{A}'_i \mathfrak{L}) \cdot \cos(\mathfrak{N} \mathfrak{A}'_i) + \frac{1}{p_i^2} L \sin(\mathfrak{A}'_i \mathfrak{L}) \sin(\mathfrak{N} \mathfrak{A}'_i) \right] - \underbrace{W \cdot \cos(\mathfrak{N} \mathfrak{A})}_{= f_x} = 0 \quad (35)$$

$$\begin{aligned} & L \left[\left(\frac{1}{g_i^2} + \frac{1}{p_i^2} \right) \cdot \sin(\mathfrak{N} \mathfrak{A}'_i) \cos(\mathfrak{N} \mathfrak{A}'_i) \right] \cdot \sin(\mathfrak{N} \mathfrak{L}) + \\ & + L \left[-\frac{1}{p_i^2} + \left(\frac{1}{g_i^2} + \frac{1}{p_i^2} \right) \cos^2(\mathfrak{N} \mathfrak{A}'_i) \right] \cdot \cos(\mathfrak{N} \mathfrak{L}) = f_x \end{aligned} \quad \text{IX.}$$

Egy igen szép és az egész számításra kiterjedő ellenőrzést kapunk, ha a (13) egyenletet $dA'_1, dA'_2, \dots$ és a (14) egyenletet $a'_1, a'_2, \dots$ -el megszorozzuk és az így nyert egyenleteket összegezzük:

$$[g_1^2 (dA'_1)^2] - ([dA'_1 \mathfrak{A}'_1], \mathfrak{L}) = 0 \quad (36)$$

$$[p_1^2 (a'_1)^2] - ([a'_1, \mathfrak{A}'_1], \mathfrak{L}) = 0 \quad (37)$$

$$[g_1^2 (dA'_1)^2 + p_1^2 (a'_1)^2] = ([\mathfrak{B}, \mathfrak{L}]) \quad X.$$

3. Közelítő számítás vektoranalitikus módszerrel.

Érdekes lesz összehasonlítani a sokszögvonalaknak a gyakorlatban szokásos közelítő kiigazítását a vektoranalitikus eljárással.

A gyakorlati kiigazítási eljárásnál a g_1^2 és p_1^2 súlyokra nézve általánosságban a következő feltételt vesszük fel:

$$g_1^2 = p_1^2 \quad (38)$$

$$g_1^2 = \frac{1}{A_1} \quad (39)$$

A második feltétel teljesen helyes, tehát ennél nincsen közelítésről szó. Az első feltételnél azonban közelítéssel van dolgunk. Elméletileg teljesen helyes lenne, ha — amint ezt az előzőekben levezettük — a p_1^2 -t arányosnak vennénk $\frac{1}{A_1^2}$ -el. A gyakorlati kiegyenlítésnél tehát az irányváltozások súlya, amely tulajdonképpen legnagyobbbrészt a szögmérési hibákból származik, meg lesz változtatva.

Szerencsére azonban a sokszögvonalak mérésénél sokkal nagyobb a befolyásuk az oldalmérési hibáknak, mint a szögmérési hibáknak. Legjobban bizonyítja ezt az, hogy amint tudvalevő dolog, a hibavektor (a lineáris záróhiba) legnagyobbbrészt a sokszögvonala általános irányába esik.

Ha a (38) alatti egyenletet a IV. alattiába behelyettesítjük, lesz:

$$\mathfrak{B} \parallel \mathfrak{L} \quad IV'$$

Ha a fenti súlyokat az V. alatti egyenletbe behelyettesítjük, akkor lesz:

$$L = \frac{W}{\left[\frac{1}{p_1^2} \right]} \quad (40)$$

$$L = \frac{W}{[A'_1]} \quad V'$$

A (16) alatti egyenletszerint most már számíthatók az oldal- és irányváltozások, tehát a javítások értéke:

$$dA'_1 = \frac{A'_1}{[A'_1]} \cdot W \cdot \cos(\mathfrak{A}'_1 \mathfrak{L}) \quad VI'$$

$$a'_1 = \frac{A'_1}{[A'_1]} \cdot W \cdot \sin(\mathfrak{A}'_1 \mathfrak{L}) \quad VII'$$

példát dolgozta ki Eggert⁶⁾ egy részben számítási, részben grafikus eljárással és Friedrich, a Gauss-féle vektorok segítségével. (1)

A számításokat számológéppel végeztük és könnyebb áttekinthetés végett táblázatokba foglaltuk.

Az első táblázatban vannak a mért értékek, itt képeztük az első szögzárlatot és az így nyert szögek segítségével képeztük az oldalak csapás-szögét. Számítottuk továbbá az 1,9 pontok közötti összekötővonal, a hibamentesnek felvett vektor csapásszögét.

1. táblázat.

A második táblázatban, az úgynevezett szögek táblázatában, azon vektorok közötti szögek vannak kiszámítva, melyekre a számításnál szükség van.

2. táblázat.

A harmadik táblázatban az I., II. és III. képletekkel kiszámítottuk a hibavektor értékeit.

3. táblázat.

A súlyok kiszámításához a Jordán által adott szög és hosszmerési középhibákat vettük alapul. A hosszmerésre $\pm m_{A_i} = \pm c \cdot \sqrt{A'_i} =$

$\pm 0.015 \sqrt{A'_i}$ tehát $\frac{1}{g_i^2} = c^2 \cdot A'_i$. A szögmérés középhibája Jordán szerint:

$\pm m_\omega = \pm 0.5'$. Ebből számítjuk az irányváltozás középhibáját;

$$\pm m_\omega = \pm \sqrt{m_r^2 + m_r'^2} = \pm m_r \sqrt{2} \text{ és } \pm m_r = \pm \frac{m_\omega}{\sqrt{2}} = \pm 21''.$$

Az irányváltozások súlyát a (9) képlettel számítjuk. A számítás eredményét a 4. táblázat adja.

4. táblázat.

Az ötödik táblázatban kiszámítottuk a IV. és V. képletek szerint a korrelátavektor értékeit.

5. táblázat.

Az eddigi számításainkat ellenőrizzük a VIII. és IX. képletek alkalmazásával.

6. táblázat.

Ezek után áttérhetünk úgy a hossz-, mint az irányjavítások számítására a VI., illetőleg VII. képletek szerint.

7. táblázat.

A javítások számításának kontrollálására a X. képlet szerinti ellenőrző számításokat végezzük el.

8. táblázat.

⁶⁾ O. Eggert: Zeitschrift für Vermessungswesen. 1928. Heft 21. Die Ausgleichung von Polygonzügen nach der Methode der kleinsten Quadrate.

Végül áttérhetünk úgy az irányértékekre, mint a hosszértékekre javítására. Ezen javított értékekkel számítjuk az összrendezők valószínű leghelyesebb értékét.

Hogy az eredményeket összehasonlíthassuk a vektoriális közelítő eljárással és az általános gyakorlati eljárásnál kapott eredményekkel, kiszámítottuk még a javított közbezártszögeket, a közbezártszögek javítási értékét és az összrendezők javítását.

9. táblázat.

Elvégeztük ugyanezen példa számításait a vektoriális közelítő eljárással az V., VI., VII. és X. képletek szerint.

10. és 11. táblázat.

A 12. táblázat adja az általánosan követett gyakorlati eljárás számításának az eredményét. Hozzuk azért, hogy összehasonlításokat végezhessünk.

12. táblázat.

Végül a 13. táblázatban összefoglaltuk a *Jordán*, *Eggert* és a vektor-analitikus eljárással nyert eredményeket és a vektoriális közelítő és az általános gyakorlati eljárással nyert eredményeket.

13. táblázat.

5. Összefoglalás.

Ha összehasonlítjuk a szigorú vektor-analitikus kiegyenlítési számításokat a klasszikus eljárással, úgy látjuk, hogy amíg a klasszikus eljárásnál három korrelátánk van, tehát három normálegyenlettel kell dolgoznunk, addig a vektor-analitikus eljárásnál csak egy korrelátánk, tehát csak egy egyenletünk van. Elvitathatatlan tény, hogy ez a számítások menetét nagyon megrövidíti, könnyen áttekinthetővé teszi, egyszerűsíti. A tulajdonképeni kiegyenlítési számítás rövid, csak a kontrollszámítások hosszabbítják meg, amire azonban a számítások ellenőrzése végett szükség van, ami különben a klasszikus eljárásnál is megvan. A feldolgozott példából látható, hogy a vektor-analitikus kiegyenlítési számítás gyakorlatilag is jól használható, mert hisz az összes számítások számológéppel végezhetők és könnyen áttekinthető táblázatokba foglalhatók.

Ha az eredményeket összehasonlítjuk a *Jordán* által számított eredményekkel, úgy látjuk, hogy az irányértékeknél 1—2 másodperc eltérés van, ami a sokszögvonalaknál teljesen jelentéktelen. A javított szögeknél, ami nagyon természetes, az irányértékeknek megfelelő eltérés látható. Ami az oldalhosszakat illeti, mind a két eljárás ugyanazt az eredményt adja, mindössze a két leghosszabb oldalnál van 1—1 cm. eltérés. Az összrendezők közül kettőnél van 1—1 cm. eltérés, aminek oka az elkerülhetetlen kikerekítési hibákban keresendő. Megjegyezzük, hogy az *Eggert* számításá-

val szemben a 8. pont x-énél 3 cm. eltérés van, aminek az oka az, hogy Eggert számításaiban az $fx = 42$ cm., holott helyesen számítva $fx = 40$ cm.

Ami a közelítő és a gyakorlati eljárásnál nyert eredményeket illeti, azok — amint a közölt táblázatból láthatók — a szigorú eljárással lehozott eredményeket jól megközelítik, hisz az összrendezőkben legfeljebb 4—5 cm.-es eltérések mutatkoznak. Ezen eltérések — amint azt már az előzőkben is említettük — onnan származnak, hogy a hosszmerések és a hozzájuk tartozó irányváltozások súlyát egyenlőknek vettük fel, tehát a kiigazítás, egyenlő súlyokat feltételezve, az elméletnek teljesen megfelel.

Ezen eltérések külsőségek felvételénél megengedhetők, tehát teljesen indokolt, hogy ilyen sokszögvonalaknál a sok munkával járó szigorú kiigazítás helyett ezen gyakorlati módszert használjuk. Belsőiségeknél, városmeréseknél és bányaméréseknél azonban, ahol a lehető legnagyobb pontosságot kell megkívánnunk, a számítás egyszerű menete miatt a szigorú vektoranalitikus kiegyenlítés ajánlatos, annál is inkább, mert hisz a szögmerések és az oldalmérések súlya külön lesz a számításokba bevonva és pedig — ami igen lényeges — a gyakorlati mérésnek és az elméletnek megfelelően.

Hivatkozva Schumann közleményeire és az ezen közleményben lévő számítások eredményeire, rá kell mutatnunk arra, hogy a vektoranalitikus számítás milyen nagy előnyöket biztosít a geodéziai számításoknál, annál is inkább, mert nemcsak alakilag, hanem a számítás menetére nézve is felveszi a versenyt az eddigi számítási módszerekkel; alakilag pedig előnye, hogy a számítás menete geometriailag könnyebben értelmezhető. Minden bizonnyal kíváncsi tehát, hogy a vektoranalitikus számítási módszer a geodéziában használatos legyen.

1. táblázat.

Tabelle 1.

Pont Punkt	Közbezárt szög Brechungswinkel 0 ' "	Csapás-szög Richtungswinkel 0 ' "	Oldalhossz Strecke m.
C			
1	16 08 ⁺¹⁷ ₁₄	5 44 39	
2	261 52 ⁺¹⁷ ₂₀	201 53 10	159·60
3	196 47 ⁺¹⁷ ₁₀	283 45 47	135·72
4	189 14 ⁺¹⁷ ₀₀	300 33 14	66·45
5	98 05 ⁺¹⁷ ₀₀	309 47 31	117·33
6	251 01 ⁺¹⁷ ₄₀	227 52 48	253·83
7	74 36 ⁺¹⁷ ₃₅	298 54 45	131·13
8	178 50 ⁺¹⁷ ₅₅	193 31 37	365·22
9	86 32 ⁺¹⁸ ₄₀	192 22 49	224·85
B		98 55 47	
	1353 08 34 — 1260	93 11 08	
	93 08 34 + 02 34		

$$\begin{array}{r}
 x_1 = + 54686·79 \\
 x_0 = + 53997·90 \\
 \hline
 x_1 - x_0 = + 688·89
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 y_1 = + 7853·19 \\
 y_0 = + 7077·54 \\
 \hline
 y_1 - y_0 = + 775·65
 \end{array}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{0,1} = \frac{+ 775·65}{+ 688·89} = 48^{\circ}23'24·9''$$

$$D = \sqrt{688·89^2 + 775·65^2} = 1037·40 \text{ m.}$$

2. táblázat.

Tabelle 2.

	$\mathcal{N}'_1$	$\mathcal{N}'_2$	$\mathcal{N}'_3$	$\mathcal{N}'_4$	$\mathcal{N}'_5$	$\mathcal{N}'_6$	$\mathcal{N}'_7$	$\mathcal{N}'_8$	$\mathcal{D}$	$\mathcal{N}$	$\mathcal{B}$	$\mathcal{L}$
	0 ' "	0 ' "	0 ' "	0 ' "	0 ' "	0 ' "	0 ' "	0 ' "	0 ' "	0 ' "	0 ' "	0 ' "
$\mathcal{N}'_1$	0 00 00									201° 53' 10		
$\mathcal{N}'_2$		0 00 00								283 45 47		
$\mathcal{N}'_3$			0 00 00							300 33 14		
$\mathcal{N}'_4$				0 00 00						309 47 31		
$\mathcal{N}'_5$					0 00 00					227 52 48		
$\mathcal{N}'_6$						0 00 00				298 54 45		
$\mathcal{N}'_7$							0 00 00			193 31 37		
$\mathcal{N}'_8$								0 00 00		192 22 49		
$\mathcal{D}$									0 00 00	48 23 24.9		
$\mathcal{N}$										0 00 00		
$\mathcal{B}$	11 55 00.6	289 22 23.6	272 34 56.6	263 20 39.6	345 15 22.6	274 13 25.6	19 36 33.6	20 45 21.6		213 08 10.6	0 00 00	
$\mathcal{L}$	24 06 31.8	301 33 54.8	284 46 27.8	275 32 10.8	357 26 53.8	286 24 56.8	31 48 04.8	32 56 52.8		225 19 41.8	12 11 31.2	0 00 00

3. táblázat.

Tabelle 3.

	A'_i m.	$\cos (\mathcal{N}\mathcal{A}'_i)$	$\sin (\mathcal{N}\mathcal{A}'_i)$	$\Delta x=A'_i \cdot$ $\cos (\mathcal{N}\mathcal{A}'_i)$ m.	$\Delta y=A'_i \cdot$ $\sin (\mathcal{N}\mathcal{A}'_i)$ m.	$\sin (\mathcal{N}\mathcal{A}'_i) \cdot$ $\cos (\mathcal{N}\mathcal{A}'_i)$	$\sin^2 (\mathcal{N}\mathcal{A}'_i)$	$\cos^2 (\mathcal{N}\mathcal{A}'_i)$
1	159.60	— 0.92793	— 0.37276	— 148.10	— 59.49	+ 0.34590	0.13895	0.86105
2	135.72	+ 0.23791	— 0.97129	+ 32.29	— 131.82	— 0.23108	0.94340	0.05660
3	66.45	+ 0.50835	— 0.86115	+ 33.78	— 57.22	— 0.43777	0.74158	0.25842
4	117.33	+ 0.64000	— 0.76837	+ 75.09	— 90.15	— 0.49176	0.59040	0.40960
5	253.83	— 0.67068	— 0.74174	— 170.24	— 188.28	+ 0.49748	0.55018	0.44982
6	131.13	+ 0.48347	— 0.87536	+ 63.40	— 114.79	— 0.42321	0.76625	0.23375
7	365.22	— 0.97226	— 0.23390	— 355.09	— 85.43	+ 0.22741	0.05471	0.94529
8	224.85	— 0.97675	— 0.21440	— 219.62	— 48.21	+ 0.20941	0.04597	0.95403
				— 893.05	— 775.39			
				+ 204.56				
				— 688.49				

$$\left. \begin{array}{l} - [A'_i \cdot \cos (\mathcal{N}\mathcal{A}'_i)] = + 688.49 \\ - D \cdot \cos (\mathcal{N}\mathcal{D}) = - 688.89 \\ W \cdot \cos (\mathcal{N}\mathcal{W}) = - 0.40 \text{ m.} = f_x \\ \\ - [A'_i \cdot \sin (\mathcal{N}\mathcal{A}'_i)] = + 775.39 \\ - D \cdot \sin (\mathcal{N}\mathcal{D}) = - 775.65 \\ W \cdot \sin (\mathcal{N}\mathcal{W}) = - 0.26 \text{ m.} = f_y \end{array} \right\} \text{I.}$$

$$\left. \begin{array}{l} \operatorname{tg} (\mathcal{N}\mathcal{W}) = \frac{- 0.26}{- 0.40} = - 0.65279 \\ \qquad \qquad \qquad \mathcal{N}\mathcal{W} \nearrow = 213^\circ 08' 10.6'' \end{array} \right\} \text{II.}$$

$$W = \sqrt{0.40^2 + 0.26^2} = 0.47814 \text{ m.} \quad \text{III.}$$

4. táblázat.

Tabelle 4.

	$A_i'^2$	$\frac{1}{g_i^2} = c^2 \cdot A_i'$	$\frac{1}{p_i^2} = m_{\omega}^2 \cdot A_i'^2$	$\frac{1}{g_i^2} - \frac{1}{p_i^2}$	$\frac{1}{g_i^2} + \frac{1}{p_i^2}$	g_i^2	p_i^2
1	25472	0.03591	0.00027	0.03564	0.03618	27.85	3712
2	18420	0.03054	0.00019	0.03035	0.03073	32.75	5134
3	4416	0.01495	0.00005	0.01490	0.01500	66.88	21411
4	13766	0.02640	0.00015	0.02625	0.02655	37.88	6868
5	64430	0.05711	0.00068	0.05643	0.05779	17.51	1467
6	17195	0.02950	0.00018	0.02932	0.02968	33.89	5498
7	133386	0.08218	0.00141	0.08077	0.08359	12.17	709
8	50558	0.05059	0.00053	0.05006	0.05112	19.76	1870
		0.32718	0.00346	0.32372	0.33064		

5. táblázat.

Tabelle 5.

	$\sin(\mathcal{N}_i \mathcal{M})$	$\cos(\mathcal{N}_i \mathcal{M})$	$\sin^2(\mathcal{N}_i \mathcal{M})$	$\cos^2(\mathcal{N}_i \mathcal{M})$	$\frac{\sin(\mathcal{N}_i \mathcal{M})}{\cos(\mathcal{N}_i \mathcal{M})}$	$\left(\frac{1}{g_i^2} - \frac{1}{p_i^2}\right) \cdot \frac{\sin(\mathcal{N}_i \mathcal{M})}{\cos \mathcal{N}_i \mathcal{M}}$	$\left(\frac{1}{g_i^2} - \frac{1}{p_i^2}\right) \cdot \frac{\sin^2(\mathcal{N}_i \mathcal{M})}{\cos^2(\mathcal{N}_i \mathcal{M})}$	$\left(\frac{1}{g_i^2} - \frac{1}{p_i^2}\right) \cdot \frac{\sin(\mathcal{N}_i \mathcal{M})}{\cos(\mathcal{N}_i \mathcal{M})}$	$\left(\frac{1}{g_i^2} + \frac{1}{p_i^2}\right) \cdot \frac{\sin(\mathcal{N}_i \mathcal{M})}{\cos(\mathcal{N}_i \mathcal{M})}$	$\left(\frac{1}{g_i^2} + \frac{1}{p_i^2}\right) \cdot \frac{\sin^2(\mathcal{N}_i \mathcal{M})}{\cos^2(\mathcal{N}_i \mathcal{M})}$
1	+0.20649	+0.97845	+0.04264	+0.95736	+0.20204	+0.00720	+0.00152	+0.03412	+0.00731	+0.03464
2	-0.94338	+0.33172	+0.88996	+0.11004	-0.31294	-0.00950	+0.02700	+0.00334	-0.00962	+0.00338
3	-0.99898	+0.04506	+0.99797	+0.00203	-0.04501	-0.00067	+0.01488	+0.00003	-0.00068	+0.00003
4	-0.99326	-0.11590	+0.98657	+0.01343	+0.11512	+0.00302	+0.02590	+0.00035	+0.00306	+0.00036
5	-0.25450	+0.96707	+0.06477	+0.93523	-0.24612	-0.01389	+0.00365	+0.05278	-0.01422	+0.05405
6	-0.99728	+0.07365	+0.99458	+0.00542	-0.07345	-0.00215	+0.02916	+0.00016	-0.00218	+0.00016
7	+0.33561	+0.94200	+0.11263	+0.88737	+0.31614	+0.02553	+0.00910	+0.07167	+0.02643	+0.07417
8	+0.35439	+0.93510	+0.12559	+0.87441	+0.33139	+0.01659	+0.00629	+0.03377	+0.01694	+0.04471
						-0.02621	+0.11750	+0.20622	-0.02670	+0.21150
						+0.05234				
						+0.02613				

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg}(\mathcal{M}) &= \frac{+0.02613}{+0.12096} = 0.21606 \\ (\mathcal{M}) &\neq = 12^\circ 11' 31.2'' \end{aligned} \right\} \text{IV.}$$

$$\begin{aligned} &\left[\frac{1}{p_i^2} + \left(\frac{1}{g_i^2} - \frac{1}{p_i^2} \right) \cdot \cos^2(\mathcal{N}_i \mathcal{M}) \right] \cdot \cos(\mathcal{M}) = +0.20495 \\ &- \left[\left(\frac{1}{g_i^2} - \frac{1}{p_i^2} \right) \cdot \sin(\mathcal{N}_i \mathcal{M}) \cdot \cos(\mathcal{N}_i \mathcal{M}) \right] \cdot \sin(\mathcal{M}) = -0.00552 \\ &\hline &+0.19943 \end{aligned}$$

$$\cos(\mathcal{M}) = 0.97744$$

$$\sin(\mathcal{M}) = 0.21119$$

$$L = \frac{0.47814}{0.19943} = 2.39754$$

V.

6. táblázat.

Tabelle 6.

	$\left(\frac{1}{g_i^2} - \frac{1}{p_i^2}\right) \cdot \frac{\sin(N\mathcal{A}'_i)}{\cos(N\mathcal{A}'_i)}$	$\left(\frac{1}{g_i^2} - \frac{1}{p_i^2}\right) \cdot \sin^2(N\mathcal{A}'_i)$	$\left(\frac{1}{g_i^2} + \frac{1}{p_i^2}\right) \cdot \frac{\sin(N\mathcal{A}'_i)}{\cos(N\mathcal{A}'_i)}$	$\left(\frac{1}{g_i^2} + \frac{1}{p_i^2}\right) \cdot \cos^2(N\mathcal{A}'_i)$	$\cos(N\mathcal{E})$	$\sin(N\mathcal{E})$	$L.\cos(N\mathcal{E})$	$L.\sin(N\mathcal{E})$
1	+0·01233	+0·00495	+0·01251	+0·03115	−0·71115	−0·70304	−1·70500	−1·68558
2	−0·00701	+0·02863	−0·00710	+0·00174				
3	−0·00653	+0·01105	−0·00657	+0·00388				
4	−0·00799	+0·01550	−0·01305	+0·01087				
5	+0·02807	+0·03105	+0·02875	+0·02600				
6	−0·01241	+0·02247	−0·01256	+0·00694				
7	+0·01837	+0·00442	+0·01901	+0·07901				
8	+0·01048	+0·00230	+0·01071	+0·04878				
	+0·06925	+0·12037	+0·07098	+0·20837				
	−0·03394		−0·03928					
	+0·03531		+0·03170					

$$\left. \begin{aligned}
 L. \left[\left(\frac{1}{g_i^2} - \frac{1}{p_i^2} \right) \cdot \sin(N\mathcal{A}'_i) \cdot \cos(N\mathcal{A}'_i) \right] \cdot \cos(N\mathcal{E}) &= -0\cdot06 \\
 L. \left[\frac{1}{p_i^2} + \left(\frac{1}{g_i^2} - \frac{1}{p_i^2} \right) \cdot \sin^2(N\mathcal{A}'_i) \right] \cdot \sin(N\mathcal{E}) &= -0\cdot20 \\
 f_y &= -0\cdot26
 \end{aligned} \right\} \text{VIII.}$$

$$\left. \begin{aligned}
 L. \left[\left(\frac{1}{g_i^2} + \frac{1}{p_i^2} \right) \cdot \sin(N\mathcal{A}'_i) \cdot \cos(N\mathcal{A}'_i) \right] \cdot \sin(N\mathcal{E}) &= -0\cdot05 \\
 L. \left[-\frac{1}{p_i^2} + \left(\frac{1}{g_i^2} + \frac{1}{p_i^2} \right) \cdot \cos^2(N\mathcal{A}'_i) \right] \cdot \cos(N\mathcal{E}) &= -0\cdot35 \\
 f_x &= -0\cdot40
 \end{aligned} \right\} \text{IX.}$$

Tabelle 7.

7. táblázat.

	$\sin (\mathcal{A}'_i \mathcal{Q})$	$\cos (\mathcal{A}'_i \mathcal{Q})$	$\frac{1}{g_i^2} \cdot L$	$\frac{1}{p_i^2} \cdot L$	$d A'_i = \frac{1}{g_i^2} \cdot L \cdot \cos (\mathcal{A}'_i \mathcal{Q})$	$\frac{1}{p_i^2} \cdot L \cdot \sin (\mathcal{A}'_i \mathcal{Q})$	$d \bar{A}_i = \frac{1}{p_i^2} \cdot \frac{L \sin (\mathcal{A}'_i \mathcal{Q})}{A'_i}$	$ d A_i'' $
1	+0.40847	+0.91277	0.08609	0.00065	+0.079	+0.000263	+0.00000165	+0.340
2	-0.85204	+0.52347	0.07322	0.00047	+0.038	-0.000398	-0.00000293	-0.605
3	-0.96694	+0.25501	0.03585	0.00011	+0.009	-0.000108	-0.00000163	-0.336
4	-0.99534	+0.09648	0.06329	0.00035	+0.006	-0.000347	-0.00000296	-0.611
5	-0.04452	+0.99901	0.03693	0.00163	+0.137	-0.000073	-0.00000029	-0.059
6	-0.95924	+0.28261	0.07074	0.00043	+0.020	-0.000418	-0.00000319	-0.658
7	+0.52698	+0.84988	0.19702	0.00338	+0.167	+0.001782	+0.00000488	+1.007
8	+0.54388	+0.83916	0.12129	0.00128	+0.102	+0.000697	+0.00000310	+0.640

Tabelle 8.

8. táblázat.

	$d A_i^2$	a_i^2	$g_i^2 \cdot (d A'_i)^2$	$p_i^2 \cdot (a_i)^2$	$\cos (\mathcal{B} \mathcal{Q})$	$W \cdot L$
1	0.00618	0.000000070	0.17211	0.00026	0.97745	1.14636
2	0.00147	0.000000158	0.04814	0.00081		
3	0.00008	0.000000012	0.00535	0.00026		
4	0.00004	0.000000121	0.00151	0.00083		
5	0.01871	0.000000005	0.32761	0.00001		
6	0.00040	0.000000175	0.01355	0.00096		
7	0.02804	0.000003177	0.34124	0.00225		
8	0.01036	0.000000486	0.20471	0.00091		
			1.11422	0.00629		

$$[g_i^2 (d A'_i)^2] = 1.11422$$

$$+ [p_i^2 (a_i)^2] = 0.00629$$

$$W \cdot L \cdot \cos (\mathcal{B} \mathcal{Q}) = \frac{1.12051}{1.12051} \} X.$$

9. táblázat.

Tabelle 9.

	Javított hosszak Verbes- serte Strecke m.	Javított irány- értékek Verbesserte Rich- tungswinkel			cos (M _i)	sin (M _i)	Δ x = A _i · cos (M _i) m.	Δ y = A _i · sin (M _i)	Javított közbe- zárt szögek Verbesserte Bre- chungswinkel	Közbezárt szögek javítása Verbesser- ungen bei Brechungs- winkel "	Összrendezők javítása Verbesserungen bei den Ordinaten	
	°	'	"	Δ x m.			Δ y m.					
C		5	44	39								
1	159·68	201	53	10	—0·92793	—0·37276	—148·17	— 59·52	16 08 31	+17"	—0·07	—0·03
2	135·76	283	45	46	+0·23790	—0·97129	+ 32·30	—131·86	261 52 36	+16"	+0·01	—0·04
3	66·46	300	33	14	+0·50835	—0·86115	+ 33·78	— 57·23	196 47 28	+18"	0·00	—0·01
4	117·34	309	47	30	+0·64000	—0·76838	+ 75·10	— 90·16	189 14 16	+16"	+0·01	—0·01
5	253·97	227	52	48	—0·67069	—0·74174	—170·33	—188·38	98 05 18	+18"	—0·09	—0·10
6	131·15	298	54	44	+0·48347	—0·87536	+ 63·40	—114·80	251 01 56	+16"	0·00	—0·01
7	365·39	193	31	38	—0·97226	—0·23391	—355·25	— 85·47	74 36 54	+19"	—0·16	—0·04
8	224·95	192	22	50	—0·97675	—0·21440	—219·72	— 48·23	178 51 12	+17"	—0·10	—0·02
9		98	55	47			—893·47	—775·65	86 32 57	+17"		
B							+204·58					
							—688·89					

10. táblázat.

Tabelle 10.

	$\cos$ ($\mathcal{M}_i \mathcal{L}$)	$\sin$ ($\mathcal{M}_i \mathcal{L}$)	$L \cdot A'_i$	$d A'_i =$ $L \cdot A'_i \cdot$ $\cos$ ($\mathcal{M}_i \mathcal{L}$) m.	$a'_i =$ $L \cdot A'_i \cdot$ $\sin$ ($\mathcal{M}_i \mathcal{L}$)	$ d \overline{\mathcal{M}}'_i =$ $= L \cdot \sin(\mathcal{M}_i \mathcal{L})$	$ d \mathcal{M}_i ''$	$(d A_i)^2$	$(a_i)^2$	$(d A_i)^2 +$ $+(a_i)^2$	$\frac{(d A_i)^2 + (a_i)^2}{A_i}$
1	+0°97845	+0°20649	0°05248	+0°051	+0°010837	+0°000067897	+14°0"	0°002601	0°000117	0°002718	0°000017
2	+0°33172	-0°94338	0°04463	+0°015	-0°042103	-0°000310197	-64°0"	0°000225	0°001773	0°001998	0°000015
3	+0°04506	-0°99898	0°02185	+0°001	-0°021828	-0°000328480	-67°8"	0°000001	0°000476	0°000477	0°000007
4	-0°11590	-0°99326	0°03858	-0°004	-0°038320	-0°000326599	-67°4"	0°000016	0°001468	0°001484	0°000013
5	+0°96707	-0°25450	0°03846	+0°081	-0°021241	-0°000083683	-17°3"	0°006561	0°000451	0°007012	0°000028
6	+0°07365	-0°99728	0°04312	+0°003	-0°043003	-0°000327921	-67°6"	0°000009	0°001849	0°001858	0°000014
7	+0°94200	+0°33561	0°12009	+0°113	+0°040303	+0°000110354	+22°8"	0°012769	0°001624	0°014393	0°000039
8	+0°93510	+0°35439	0°07393	+0°069	+0°026200	+0°000116529	+24°0"	0°004761	0°000686	0°005447	0°000024 0°000157

$$L = \frac{W}{[A'_i]} = 0\ 000328815$$

$$\left[\frac{(d A_i)^2 + (a_i)^2}{A_i} \right] = 0\ 000157$$

$$W \cdot L = 0°000157$$

11. táblázat:

Tabelle 11.

	Javított hosszak Verbesserte Strecke m.	Javított irány- értékek Verbesserte Richtungswinkel ° ' "	$\cos (M_i)$	$\sin (M_i)$	Δx m.	Δy m.	Javított közbe- zárt szögek Verbesserte Brechungswinkel ° ' "	Közbezárt szö- gek javítása Verbesserungen bei Brechungswinkel "	Összrendezők javi- tása — Verbesse- rungen bei den Ordinaten	
									Δx m.	Δy m.
C										
1	159.65	201 53 24	-0.92790	-0.37283	-148.14	- 59.52	16 08 45	+ 31"	-0.04	-0.03
2	136.74	283 44 43	+0.23761	-0.97136	+ 32.25	-131.85	261 51 19	- 61"	-0.04	-0.03
3	66.45	300 32 06	+0.50806	-0.86132	+ 33.76	- 57.23	196 47 23	+ 13"	-0.02	-0.01
4	117.33	309 46 24	+0.63975	-0.76858	+ 75.06	- 90.18	189 14 18	+ 18"	-0.03	-0.03
5	253.91	227 52 31	-0.67075	-0.74169	-170.32	-188.32	98 06 07	+ 67"	-0.08	-0.04
6	131.13	298 53 37	+0.48318	-0.87552	+ 63.36	-114.81	251 01 06	- 34"	-0.04	-0.02
7	365.33	193 32 00	-0.97223	-0.23401	-355.18	- 85.49	74 38 23	+108"	-0.09	-0.06
8	224.92	192 23 13	-0.97672	-0.21451	-219.68	- 48.25	178 51 13	+ 18"	-0.06	-0.04
9					-893.32	-775.65	86 32 34	- 06"		
					+204.43					
B					-688.89					

12. táblázat.

Tabelle 12.

	Összrendezők javítása Verbesserungen bei den Ordinaten		Javított összrendezők Verbesserte Ordinaten		Javított hosszak Verbesserte Seiten m.	Hosszak javítása Verbesserungen bei den Seiten m.	Javított irány- értékek Verbesserte Richtungswinkel ° ' "	J. vítások az irányérté- keknel Verbesserungen bei Richtungen "	Javított közbe- zárt szögek Verbesserte Bre- chungswinkel ° ' "	Közbezárt szö- gek javítása Verbesserungen bei Brechungswinkel "
	Δ^x m.	Δ^y m.	Δ^x m.	Δ^y m.						
C										
1	—0·04	—0·03	—148·14	— 59·52	159·65	+0·05	201 53 22	+12"	16° 08' 43"	+ 29"
2	—0·04	—0·02	+ 32·25	—131·84	135·73	+0·01	283 47 11	+84"	261° 53' 49"	+ 89"
3	—0·01	—0·01	+ 33·77	— 57·23	66·45	0·00	300 32 38	—36"	196° 46' 27"	—103"
4	—0·03	—0·02	+ 75·06	— 90·17	117·32	—0·01	309 46 30	—61"	189 13 52	— 08"
5	—0·08	—0·05	—170·32	—188·33	253·92	+0·09	227 52 29	—19"	98 05 59	+ 59"
6	—0·04	—0·02	+ 63·36	—114·81	131·13	0·00	298 53 34	—71"	251 01 05	— 35"
7	—0·10	—0·07	—355·19	— 85·50	365·34	+0·12	193 32 04	+27"	74 38 30	+115"
8	—0·06	—0·04	—219·68	— 48·25	224·92	+0·07	192 23 15	+26"	178 51 11	+ 16"
9			—893·33	—775·65					86 32 32	— 08"
			+204·44							
B			—688·89							

13. táblázat.

Tabelle 13.

	Javított irányértékek Verbesserte Richtungswinkel					Javított közbezárt szögek Verbesserte Brechungswinkel				
	Jordan szerint	Eggert szerint	Vektoralis számítással	Vektor. kö- zelítő szá- mítással	Általános gyakorlati számítással	Jordan szerint	Eggert szerint	Vektoralis számítással	Vektor. kö- zelítő szá- mítással	Általános gyakorlati számítással
	Nach Jordan	Nach Eggert	Nach der Vektoriellen Ausgleich.	Nach der Vektor.Nähe- rungsausgl.	Allgem Prakt. meth.	Nach Jordan	Nach Eggert	Nach der Vektoriellen Ausgleich.	Nach der Vektor.Nähe- rungsausgl.	Allgem. Prakt. Meth.
	0 / "	0 / "	0 / "	0 / "	0 / "	0 / "	0 / "	0 / "	0 / "	0 / "
C	5 44 39	5 44 39	5 44 39	5 44 39	5 44 39	16 08 30	16 08 30	16 08 31	16 08 45	16 08 43
1	201 53 09	201 53 09	201 53 10	201 53 24	201 53 22	261 52 35	261 52 35	261 52 36	261 51 19	261 53 49
2	283 45 44	283 45 44	283 45 46	283 44 43	283 47 11	196 47 27	196 47 26	196 47 28	196 47 23	196 45 27
3	300 33 11	300 33 10	300 33 14	300 32 06	300 32 38	189 14 17	189 14 17	189 14 16	189 14 18	189 13 52
4	309 47 28	309 47 27	309 47 30	309 46 24	309 46 30	98 05 18	98 05 18	98 05 18	98 06 07	98 05 59
5	227 52 46	227 52 45	227 52 48	227 52 31	227 52 29	251 01 58	251 01 58	251 01 56	251 01 06	251 01 05
6	298 54 44	298 54 43	298 54 44	298 53 37	298 53 34	74 36 54	74 36 55	74 36 54	74 38 23	74 38 30
7	193 31 38	193 31 38	193 31 38	193 32 00	193 32 04	178 51 13	178 51 12	178 51 12	178 51 13	178 51 11
8	192 22 51	192 22 50	192 22 50	192 23 13	192 23 15	86 32 56	86 32 57	86 32 57	86 32 34	86 32 32
9	98 55 47	98 55 47	98 55 47	98 55 47	98 55 47					
B										

Oldalhossz Strecke					Ö s s z r e n d e z ő k O r d i n a t e n									
Jordan szerint m Nach Jordan	Eggert szerint m Nach Eggert	Vektoralis számít. Nach der Vektoriellen ausgleichung m	Vektoralis közelítő számítással Nach der Vekt. Näherungsausgl. m	Általános gyakorlati számítással Allgem. Praktische meth. m	Jordan szerint Nach Jordan		Eggert szerint Nach Eggert		Vektoralis szá- mítással Nach der Vekt- oriellen Ausgl.		Vekt. közelítő számítással Nach der Vekt. Näherungsausgl.		Általános gyakor- lati számítással Allgem. Prakt. meth.	
					Δx m	Δy m	Δx m	Δy m	Δx m	Δy m	Δx m	Δy m	Δx m	Δy m
159'68	159'68	159'68	159'65	159'65	-148'17	- 59'52	-148'17	- 59'52	-148'17	- 59'52	-148'14	- 59'52	-148'14	- 59'52
135'76	135'76	135'76	135'74	135'73	+ 32'30	-131'86	+ 32'30	-131'86	+ 32'30	-131'86	+ 32'25	-131'85	+ 32'25	-131'84
66'46	66'46	66'46	66'45	66'45	+ 33'78	- 57'23	+ 33'78	- 57'23	+ 33'78	- 57'23	+ 33'76	- 57'23	+ 33'77	- 57'23
117'34	117'33	117'34	117'33	117'32	+ 75'10	- 90'16	+ 75'09	- 90'16	+ 75'10	- 90'16	+ 75'06	- 90'18	+ 75'06	- 90'17
253'96	253'97	253'97	253'91	253'92	-170'33	-188'37	-170'35	-188'38	-170'33	-188'38	-170'32	-188'32	-170'32	-188'33
131'15	131'15	131'15	131'13	131'13	+ 63'41	-114'80	+ 63'40	-114'80	+ 63'40	-114'80	+ 63'36	-114'81	+ 63'36	-114'81
365'38	365'39	365'39	365'33	365'34	-355'25	- 85'47	-355'22	- 85'47	-355'25	- 85'47	-355'18	- 85'49	-355'19	- 85'50
224'95	224'96	224'95	224'92	224'92	-219'72	- 48'23	-219'73	- 48'23	-219'72	- 48'23	-129'68	- 48'25	-219'68	- 48'25

Vizsgálatok az erdőtalaj N-anyagcseréjéről.

Irta: Dr. Fehér Dániel.

(A m. kir. Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskola Növényteni Intézetéből.)

A különböző erdő- és mezőgazdasági talajok nitrogennel való gazdálkodására vonatkozólag az újabb irodalom nagyon sok vizsgálatot és kutatást mutat fel. (I.) Ez természetes is, miután a nitrogén a növények s így az erdők állományát alkotó fák életjelenségeinél is rendkívül fontos fiziológiai szerepet játszik. A nitrogén ugyanis a sejtek élő anyagában, a protoplazmában foglaltató fehérjéknek nélkülözhetetlen alkotó eleme és ezenfelül még más, a növény életében szerepet játszó vegyületek képzésénél is (pl. alkaloidák, aminosavak stb.), messze kiható jelentőséggel bír.

A nitrogén a fákban általában kisebb mennyiségben van képviselve, mint a carbon, amely tudvalevőleg különösen erdei fáknál a száraz anyag mennyiségének közel 50%-át teszi ki, míg ezzel ellentétben az elfásodott cellulózban mindössze 0'5—1'0% mennyiségben van jelen a nitrogen. Általában a nitrogént, amely mennyiségileg a fehérjéknek kb. 16%-át teszi ki, viszonylag legnagyobb mennyiségben a növényeknek azon szerveiben találjuk meg, amelyek intenzív életműködést folytatnak. Ilyenek elsősorban a fákban a hancsában és szíjjácsában található parenchyma sejtek, de különösen az asszimiláló zöld levelek, vagyis azok a szervek, amelyek élénk életműködésüknek megfelelően viszonylag legnagyobb mennyiségben tartalmaznak nitrogént, amelynek mennyisége fajok szerint 1'46—2'86% között váltakozik. Ez a magas N-tartalom az asszimiláló zöld levelekben található magas proteintartalommal függ össze, amelynek mennyisége különösen tavasszal fajok szerint 16—36% között váltakozik, míg a fiatal hajtások és ágak 9—24%-nyi proteint tartalmaznak. Általában az erdőtalaj évi N-szükséglete hektáronként 34—51 kg. között mozog. (II.)

A N tehát, amint ezek az adatok is mutatják, főképen a fák életjelenségeinél játszik kiválóan fontos szerepet, azért az erdőknek szénnel való gazdálkodása mellett a N-gazdálkodás kétségtől életbevágóan fontos tényezőt jelent. Korábban kitűzött célunknak megfelelően tehát a fák CO₂ táplálkozásának a vizsgálatával egyidőben a fák N-gazdálkodásának a vizsgálatát is megkezdtem, amelynek első lépéseként az erdőtalaj N-anyagcseréjének a kutatását tűztem ki célul annak különböző szerves és szervetlen tényezőkkel való összefüggésében.

A vizsgálatoknál használt eljárások.

A vizsgálatok folyamata alatt a következő fontosabb tényezőket vettem beható kutatás alá:

1. A talaj össznitrogéntartalmát a *Gunin—Atterberg*-féle eljárás szerint határoztam meg. Ezen eljárás lényegileg az ismert *Kjeldahl*-féle vizsgálati módszeren alapul és vázlata röviden a következő:

Rendszerint 4—6 gr.-nyi 100^o-os hőmérsékletnél kiszáritott talajpróbát 20 cm³ koncentrált kénsavval forrásig hevítettünk s azután 15—18 gr. káliumszulfáttal és 1 gr. higannyal elegyítettük, amikor is a kezdetben zavaros oldat kb. 30 perc múlva tisztává vált és további 15 percig tartó hevítés folyamán a nitrogén ammoniumsulfáttá változott. A lehűlés után ezt a konc. kénsavas oldatot 1 liter űrtartalmú lombikba öntjük át és itt desztillált vízzel kb. 200 cm³-re felhígítjuk, azután rendes módon a *Kjeldahl*-féle desztilláló készülékbe bekapcsoljuk, azonban közvetlenül a desztillálás előtt még 80 cm³ nátronlúgot öntünk hozzá, amely nátronlúg kb. 50 gr. NaOH-t tartalmaz. A párlatot főzőpohárban fogjuk fel, amelyben mi rendszerint 50 cm³ $\frac{1}{10}$ normál H₂SO₄-at öntünk, amely az átdesztillált ammóniákat elnyeli. Az $\frac{1}{10}$ normál kénsavat azután a desztillálás befejezésekor $\frac{1}{10}$ normál lúggal és alizarinszulfosavas nátriummal kitétráljuk. A számitás nagyon egyszerű, miután 100 cm³ $\frac{1}{10}$ normál kénsavnak 0'1707 gr. NH₃, illetőleg 0'1401 gr. N felel meg. (III.)

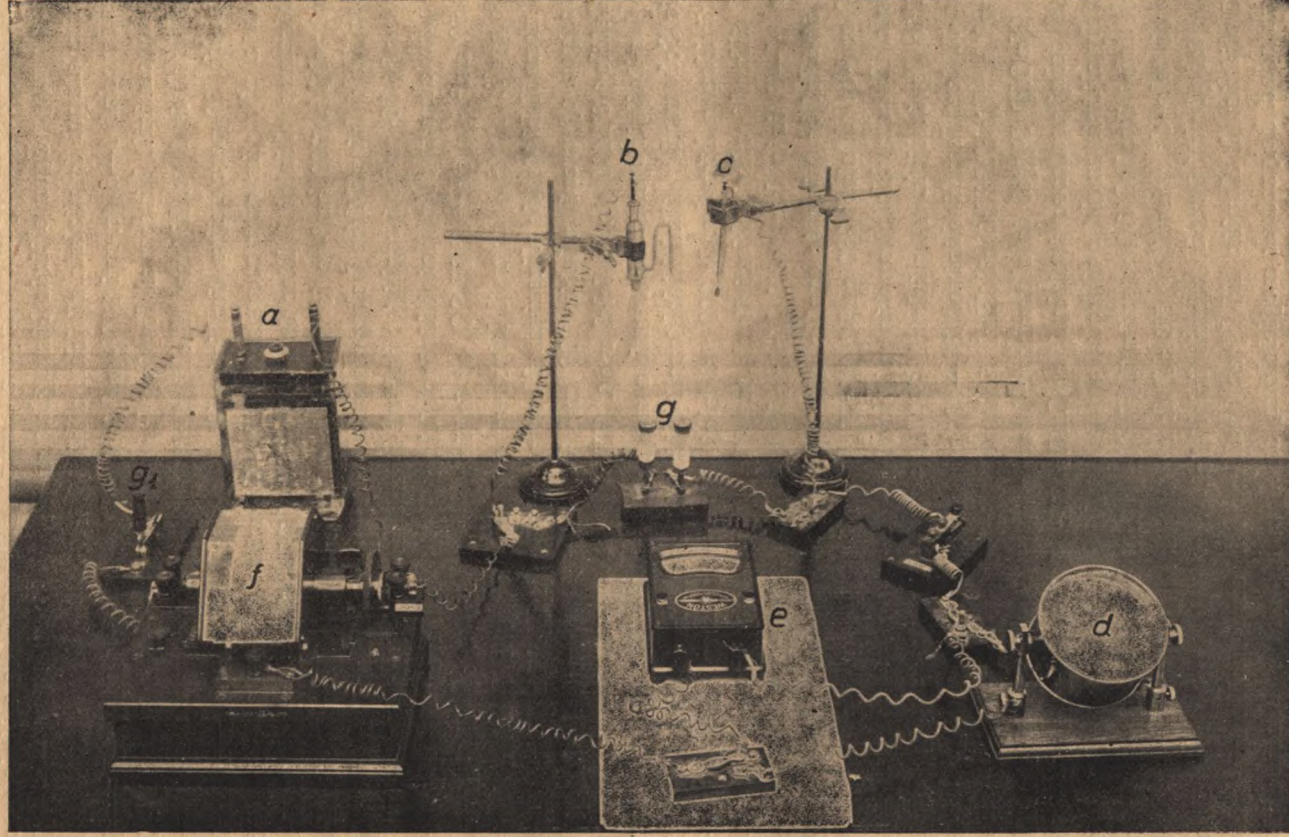
2. A nitrátnitrogéntartalomnak a meghatározására egy *Whiting, Richmond* és *Schoonower* által kidolgozott eljárást használtunk. Az eljárás lényege röviden a következő: 100 gr. talajt 110^o-on 10—12 óráig való száritással állandó súlyig kiszáritunk, azután rázógéppel 300 cm³ 0'5%-os sósavval 4—5 órán keresztül kirázzuk. Az így előkészített oldatot egy éjjelen át állni hagyjuk és azután egy 1 literes *Kjeldahl*-lombikba az eredeti 300 cm³-es oldatból 200 cm³-t átöntünk, amelybe egyúttal 5 gr. Na₂O₂-t is teszünk. Ezt az oldatot azután még kevés mennyiségű ureával elegyítjük és azután lepároljuk. A párlatot 200 cm³ vízzel felhígítjuk és 0'5 gr. *Devarda*-ötvözet hozzáadásával 30—40 percen keresztül 50 cm³ normál kénsavval a *Kjeldahl*-készülékkel átdesztilláljuk és megint csak $\frac{1}{10}$ -es normál (NaOH) lúggal és alizarinszulfosavas nátriummal kitétráljuk. (IV.)

3. A talaj protozoa tartalmát a *Cutler*-féle eljárás szerint vizsgáltuk meg, amely eljárás az aktív alakokat az encystált formáktól elválasztja. (V.)

4. A talaj össz**baktérium** számát, ahol a gelatina és ágáron növvő aerob és anaerob telepek számát együtt adjuk meg.

5. A talaj**baktériumok** számát fiziológiai csoportok szerint egy a már meglévő eljárásunk alapján kidolgozott módszerrel tenyésztettem és számitottam az adott helyzetnek megfelelően, amely a higitás és elektív eljárás kombinációján alapszik. (VI.)

6. *A talaj húmszattartalmát káliumbichromáttal mértem. (VII.)*
 7. *A ph-értékeket chinhydron elektrodával elektrometrikus úton mértem, mégpedig részben a Mislowitz-ferle készülékkel, részben pedig egy*



általunk összeállított apparátussal, amelyben mint O-készülék egy *Weston*-féle galvanométer, illetőleg egy *Le Chatelier*-féle millivoltméter volt beállítva, míg a kompenzációt egy *Wheatstone*-híddal végeztük. A készülékbe a galvanométer kimélése céljából a dúrva beállításra egy *Max Kohl*-féle milliampereméter volt beiktatva. (VIII.) (1. sz. ábra.)

8. A talajhőmérsékletet mértük a talaj felszínén. Azonkívül mértük még

9. a léghőmérsékletet és

10. a csapadékmennyiséget.

Ezen adatok közül a ph-értékeket rendszerint hetenként, illetőleg két-hetenként határoztam meg. A léghőmérsékletet regisztráló műszerekkel állandóan mértem, a csapadékot pedig esetről-esetre naponként határoztam meg. A többi adatokat havonként egyszer mértem.

A talajpróbák gyűjtésénél a kísérleti területekről a próbákat 15—25 helyről vettük a talajtakaró eltávolítása után 5—10 cm. mélységből és a kapott mennyiséget azután gondosan összeelegyítettük.

A vizsgálatokat három kísérleti területen végeztük el, amelyeknek jellemző adatai a következők:

a) A főiskola botanikus kertjében lévő lúcos.

I. sz. kísérleti terület.

Körülbelül 50 éves, szép növekedésű lúcos, gazdag aljnövényzettel, agyagtalajon.

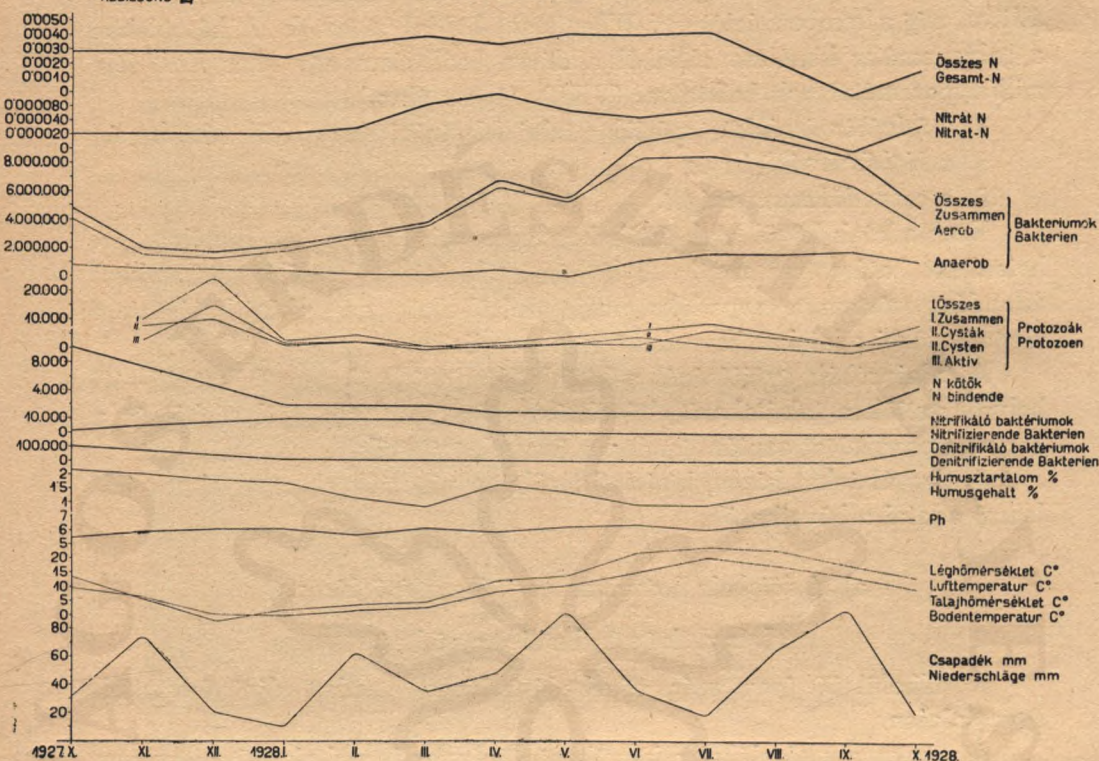
A munkahely közelében a következő növények fordultak elő: *Ligustrum vulgare* L., *Sambucus nigra* L., *Berberis vulgaris* L., azután *Hedera helix* L., *Rubus idaeus* L., *Galeopsis pubescens* Bess., *Viola silvestris* Lam., *Lysimachia nummularia* L., *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) R. et Sch., *Ajuga reptans* L., *Fragaria vesca* L., *Epilobium montanum* L., *Convallaria majalis* L., *Mnium undulatum* (L.) Neck., *Fissidens taxifolius*.

A vizsgálatok eredményeit a 2. sz. ábra és az I. sz. táblázat tartalmazza.

b) Agfalvi lúcerdő a főiskola tanulmányi erdejében.

V. sz. kísérleti terület.

J gazdasági osztály, I. tag, 12. erdőrészlet. Területe 22 k. h. Meglehetősen mély, üde, kissé televényes, homokos agyag. Altalaja kavics. Fekvése Dny., lejtőszög 20°. Tengerszínfeletti magassága 360—400 m. Termőhelyi osztály II. Fanem és elegyarány: lúcfenyő (*Picea excelsa* (Lam. et Dc.) Lk.) 0'5, feketefenyő (*Pinus nigra* Arn.) 0'1, vörösfenyő (*Larix decidua* Mill.) 0'1, gyertyán és nyár (*Carpinus betulus* L. és *Populus tremula* L.) 0'3. Kor: 24 év. Záródás: 1'0.

2 SZ. GRAFIKON
ABBILDUNG 2FÖISKOLAI LUCOS.
FICHTENWALD AN DER HOCHSCHULE.

Aljnövényzet a következő: *Corylus avellana* L., *Cyclamen europaeum* L., *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) R. et Sch., *Viola silvestris* Lam., *Convallaria majalis* L. és mohok.

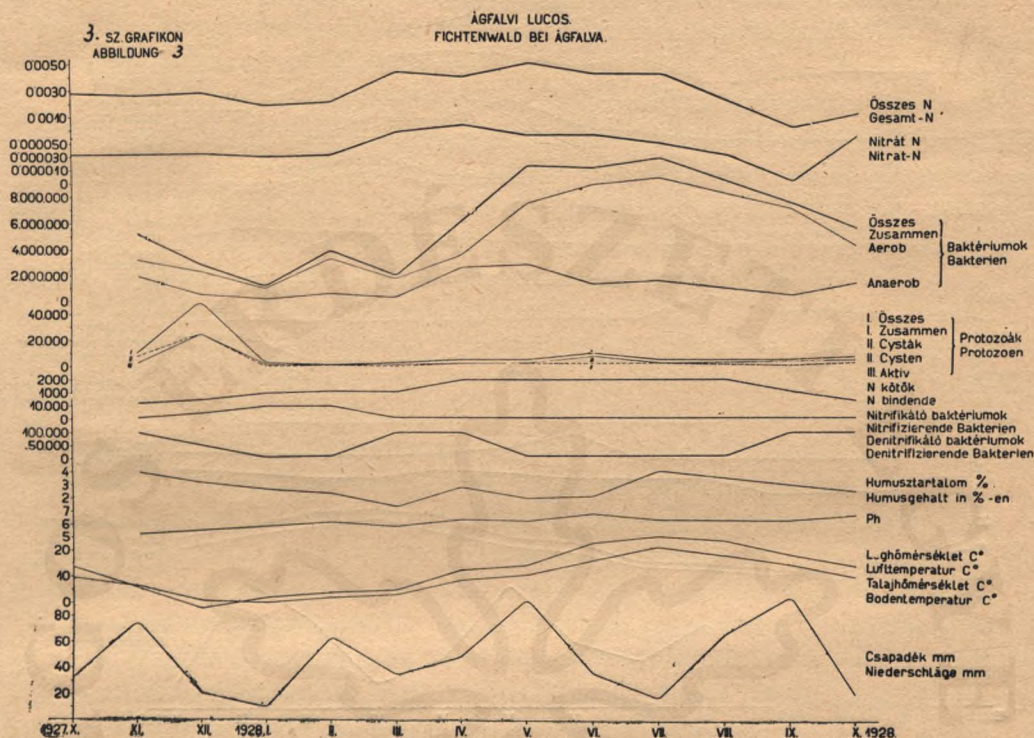
Üzemtervi előírás: nemes fajok felszabadítandók; uralkodó fanem a lúcfenyő, részben vörös- és feketefenyő, a hézagokban gyertyán, itt-ott nyár.

A mérési adatokat a 3. sz. ábra és a II. sz. táblázat mutatják.

c) Agfalvi sarjerdő a főiskola tanulmányi erdejében.

VII. sz. kísérleti terület.

H gazdasági osztály, II. tag, 22. erdőrészlet. Területe 90 k. h., amelyből kijelölt terület 1 k. h. Talaja elég mély, üde, agyagos homok. Altalaja az északi részen kavics, a déli részen gneisz és pala. Fekvése Ék., lejtőszög 30°. Tengersizéfeletti magassága 360 m. Termőhelyi osztály II. Fanem és elegyarány 0'7 lúcfenyő (*Picea excelsa* (Lam. et Dc.) Lk.), 0'2 jegenyefenyő (*Abies alba* Mill.), 0'1 vörösfenyő (*Larix decidua* Mill.) néhány ha-



gyásfával. Jelenleg a sarjak a fenyőket még túlhaladják, különösen a gyertyán, hárs, nyír, elvétele bükk és tölgy. Beerdősítve 1921-ben lett.

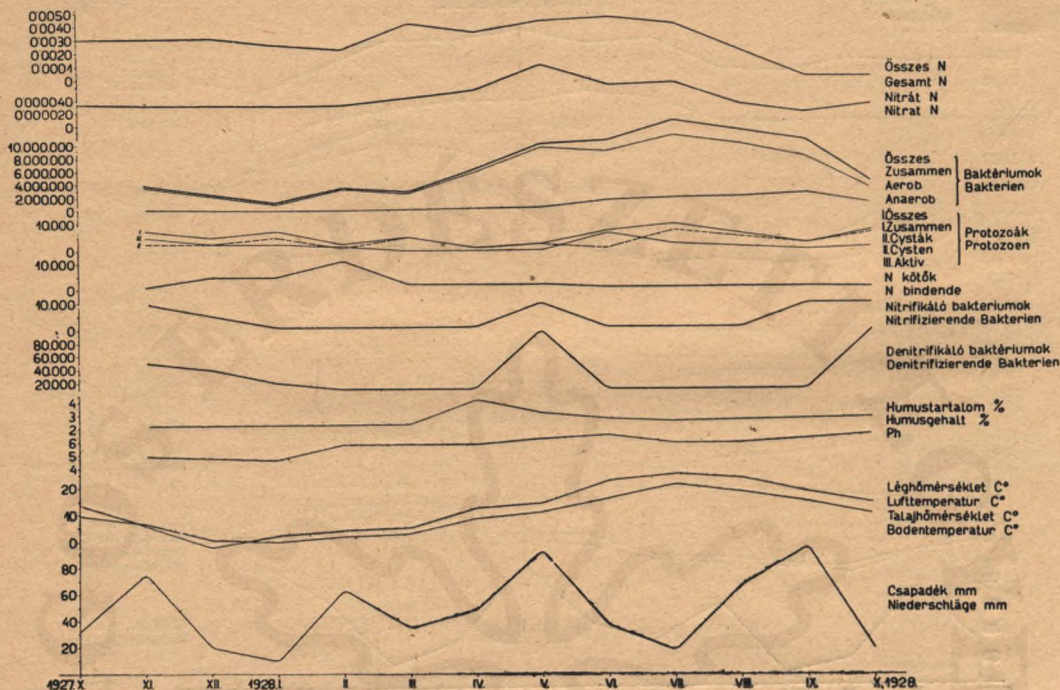
Aljnővényzet: *Corylus avellana* L., *Genista germanica* L., *Genista pilosa* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Luzula nemorosa* (Pohl) E. Mey., *Festuca ovina* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Convallaria majalis* L., *Galium silvaticum* L., *Fragaria vesca* L., *Cyclamen europaeum* L., *Stellaria holostea* L., *Asperula odorata* L., *Epilobium montanum* L., *Campanula persicifolia* L., *Campanula glomerata* L., *Melampyrum pratense* L., *Melampyrum nemorosum* L., *Peltigera canina* Hoffm.

Üzemtervi előírás: az erdősítések felszabadítandók, hagyásfák kiszendők.

A mérési eredményeket a 4. sz. ábra és a III. sz. táblázat tartalmazza.

Az eredmények összefoglalását mutatja az V. sz. összesítő táblázat.

A IV. sz. táblázat az össznitrogen- és nitrátnitrogenmennyiségnek mélység szerint való megoszlását mutatja, miután tájékozásul 1928. februárjában két kísérleti területen ezen faktorok vertikális eloszlását is mértük. Ezek az adatok egyelőre csak tájékozásul szolgálnak.

4 SZ GRAFIKON
ABBILDUNG 4AGFALVI SARJERDŐ
NIEDERWALD BEI AGFALVA

Ezek a mérések mutatják, hogy az össz-N-tartalom 40 cm. mélységig felülről lefelé számítva folyton emelkedik. Ezzel szemben a nitrát-N-tartalom csak 20 cm. mélységig emelkedik, azután fokozatosan kevesbbedik. Ennek a körülménynek oka valószínűleg részint abban keresendő, hogy ebben a mélységben a nitrifikáció O-hiány következtében csökken, másrészt pedig ezekben a rétegekben a gyökerek több nitrátnitrogént igényelnek.

Az eredmények összehasonlító tárgyalása.

Ha a csatolt rajzok és táblázatok alapján az eredményeket áttekintjük, úgy a következő összefüggések mutathatók ki:

a) Az erdőtalaj N-anyagcseréje kifejezett időszaki változásokat mutat. Az erdőtalaj össznitrogéntartalma maximális értékeit a nyári hónapokban és pedig június- és júliusban éri el. Ősszel rohamosan esik és minimumát, mind a három kísérleti területen, szeptember hó folyamán éri el. Október hó folyamán az össznitrogéntartalom görbéje ismét erősen emelkedik, azután késő ősszel és a tél folyamán változatlanul marad, tavasszal azonban megint elkezd emelkedni, hogy a nyár folyamán maximumát elérje.

A nitrátnitrogéntartalom ugyanilyen viselkedést mutat, azzal a különbséggel, hogy maximumát tavasszal és pedig április és május hónapok folyamán éri el.

Az össznitrogéntartalmat és a nitrátnitrogéntartalmat összehasonlítva az összbaktériumszámmal, azt találjuk, hogy mindegyik tényező a nyári hónapok folyamán éri el maximumát.

Sokkal kifejezettebb és világosabb összefüggés mutatkozik a talaj- és léghőmérséklet és a két N-görbe között. Minthogy az elmondottakból következik, hogy a fényintenzitás és a hőmérséklet görbéje között kifejezett párhuzam áll fenn, úgy kétségtávolú összefüggésnek kell fennállania egyrészről az össznitrogéntartalom és a nitrátnitrogéntartalom, másrészről pedig a fényintenzitás és a levegő- és a talajhőmérséklet között.

b) Az I. és V. sz. kísérleti területeken, amelyek jó záródású, közepkorú állományok, a nitrifikáló baktériumok maximumukat a téli, illetőleg a kora tavaszi hónapokban érik el. Az V. sz. kísérleti területen a denitrifikáló baktériumok egy tavaszi és egy őszi maximumot mutatnak, míg az I. számú kísérleti területen csak egy őszi maximumot érnek el. Ezzel szemben a VII. sz. kísérleti területen ezek a baktériumok kissé eltérő viselkedést mutatnak, miután úgy a nitrifikáló, mint a denitrifikáló baktériumok tavasszal és ősszel érnek el egy-egy számbeli maximumot. Ezen a kísérleti területen a nitrifikáló baktériumok tavaszi maximumának következményeképpen a nitrátnitrogéntartalom görbéje is mutat egy tavaszi maximumot.

c) A N-kötő baktériumok nem mutatnak egységes viselkedést. Az elmondottakból következik, hogy a N-kötő baktériumok száma és a N-tartalom között nem volt lehetséges összefüggést kimutatni.

Ezekben az esetekben egészen más eredményeket kaptunk, mint az erdei talaj CO₂-lélekzésének mérésénél. A talaj CO₂-termelése ugyanis szoros összefüggésben van az összbaktériumszámmal, míg ezen vizsgálataim eredményei minden kétséget kizáróan világosan bizonyítják, hogy egy-egy erdőtípuson belül, az említett három baktériumfaj számos változásai a N-görbe alakulására nincsenek kihatással. Az erdőtalaj N-anyagcseréjénél tehát a hőmérsékleti változások által szabályozott mikrobiológiai tevékenység intenzitása játssza azt a fontos szerepet, amely az erdőtalaj N-anyagcseréjét közvetlenül befolyásolja.

A talaj húmустartalma és ph-értékei az erdőtalaj N-anyagcseréje szempontjából, egy-egy erdőtípus keretén belül, majdnem teljesen hatástalanok.

A két N-görbe általános lefolyása nézetem szerint a következőképpen magyarázható:

A N-tartalom főforrása tudvalevőleg az évenként megismétlődő lombohullás. A lombohullás ősszel történik, amikor a lehullott anyagot az őszi és téli alacsonyabb hőmérséklet következtében a baktériumok nem tudják kellőképpen feldolgozni. Tehát elsősorban nem a N-baktériumok számára, hanem azok életműködésére van a hőmérséklet hatással, miután a nitrifi-

káló baktériumok a kedvező nedvességi viszonyok következtében épen ősszel érik el számbeli maximumukat.

A tavaszi és nyári hőmérsékletemelkedés maga után vonja azután a baktériumok fokozottabb működését. Ezzel a jelenséggel párhuzamosan azonban a fák fokozottabb életműködése is megindul, minek következtében a nitrátnitrogéntartalom természetesen elhasználódik. A nitrátnitrogénmennyiséget azután a nitrifikáló baktériumok az össznitrogéntartalomból kiegészítik. A késő nyári és a kora őszi hónapokban azután az össznitrogéntartalom is teljesen elhasználódik és mind a három erdőtípusban egyöntetűen az össznitrogéntartalom és a nitrátnitrogéntartalom minimális értékeit szeptember hó folyamán éri el.

Az október hó folyamán újra bekövetkező lombhullás következtében a N-baktériumok ismét bőséges tápanyaghoz jutnak s minthogy október hó folyamán a hőmérséklet aránylag még elég magas, úgy a N-baktériumok a talaj N-készletét megint kiegészítik. Ez a N-mennyiség a tél folyamán kb. ugyanazon nívón marad és csak tavasszal indul meg ismét az össznitrogéntartalom és a nitrátnitrogéntartalom fent vázolt folyamata.

Az eredmények összefoglalása.

1. Az erdőtalaj N-anyagcseréje kifejezett időszaki változásokat mutat. Az erdőtalaj össz-N-tartalma maximális értékeit a nyári hónapokban és pedig június és július hónapok folyamán éri el; ősszel rohamosan esik és minimumát mindhárom erdőtípusban szeptember hó folyamán éri el. Október hó folyamán azonban az össz-N-tartalom görbéje ismét rohamos emelkedést mutat.

2. A nitrát-N-görbe az össz-N-görbével egyező viselkedést mutat, azzal a különbséggel, hogy maximumát a tavaszi hónapok folyamán, mégpedig áprilisban és májusban éri el.

3. Ha az össz-N-tartalom és a nitrát-N-tartalom görbéjét az összbaktériumszám görbéjével összehasonlítjuk, azt találjuk, hogy mindhárom tényező a nyári hónapok folyamán éri el maximumát.

4. Sokkal kifejezettebb és világosabb összefüggés mutatkozik a talaj és léghőmérséklet és a két N-görbe között. Minthogy a fentiekből következik, hogy a fényintenzitás és a hőmérséklet görbéje között kifejezett párhuzam áll fenn, úgy kétségtávol összefüggésnek kell fennállania egyrészt az össz-N-tartalom és a nitrát-N-tartalom, másrészt pedig a fényintenzitás és a talaj- és levegőhőmérséklet között.

5. Vizsgálataim alapján kimondható, hogy egyrészt a nitrifikáló és N-kötő baktériumok és másrészt az össz-N-tartalom és a nitrát-N-tartalom között nem áll fenn olyan kifejezett összefüggés, mint az erdei talaj

összbaktérium száma és CO_2 -lélekzése között. Egy-egy erdőtipuson belül a nitrifikáló, denitrifikáló és N-kötő baktériumok változásai az össz-N-tartalom és nitrát-N-tartalom kialakulására majdnem egyáltalában nem gyakorolnak befolyást. Az erdőtalaj N-anyagcseréjénél tehát legfontosabb szereppel a mikrobiológiai tevékenység intenzitása bír, amelyet valószínűleg elsősorban a hőmérsékleti és csapadékváltozások befolyásolnak.

6. A talaj húmusrészlete és pH-értékei egy-egy erdőtípus keretén belül nem gyakorolnak érezhető befolyást.

Irodalom. — Literatur.

- VII I. *Waksman, Tenney und Stevens*: The role of microorganismus in the transformation of organic matter in forest soils. (Ecology, Vol. IX. No. 2.)
- Aaltonen, V. T.*: Ueber die Umsetzung der Stickstoffverbindung im Waldboden. (Communicationes ex instituto quaestionum forestalium Finlandiae editae 10. Helsinki, 1926.)
- Nemec, A. und Kvapil, K.*: Der Einfluss der Bestände auf die Bildung der Stickstoffverbindungen im Waldboden. (Les. práce, S. 231.)
- Hesselmann, Henrik*: Die Bedeutung der Stickstoffmobilisierung in der Rohhumusdecke für die erste Entwicklung der Kiefern- und Fichtenpflanzen. (Mitteilungen aus der forstl. Versuchsanstalt, 1927. H. 23.)
- II. *Büsgen—Münch*: Bau und Leben unserer Waldbäume. Jena, 1927. S. 233.
- III. *Wahnschaffe*: Wissenschaftliche Bodenuntersuchung. 1924. Seite 132.
- IV. *Whiting, Richmond and Schoonower*: Journal. Ind. and Eng. chem., 1920. 12. p. 982—984.
- V. *Cutler*: A method for estimating the number of active protozoa in the soil. (Journal of Agricultural Science, 10. p. 135—143. 1927.)
- VI. *Waksman, A.*: Methoden der mikrobiologischen Bodenforschung. 1927.
- Bokor*: Vizsgálatok az erdőtalaj mikroflórájáról. (Erdészeti Kísérletek, 1926. 1—2.)
- VII. *Vági*: A talajtan elemei. Sopron, 1928.
- VIII. *Mislowitz*: Die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration von Flüssigkeiten. 1928. Seite 245.
- IX. *Fehér—Vági*: Biochemische und biophysikalische Untersuchungen über die Einwirkung der wichtigsten biologischen Faktoren auf das Leben und Wachstum der Waldbestände. (Erdészeti Kísérletek, 1926. 1—2.)
- Fehér*: Untersuchungen über die Kohlenstoffernährung des Waldes. (Flora, Allg. bot. Zeitung, 1927. Bd. 121, S. 316—333.)
- Fehér, D.—Sommer, G.*: Untersuchungen über die Kohlenstoffernährung des Waldes, II. (Biochemische Zeitschrift, 1928. Bd. 199, H. 4—6.)

I. sz. táblázat.

Főiskolai lúcos.
1. sz. kísérleti terület.

Hónapok — Monate		1927			1928	
		X.	XI.	XII.	I.	II.
Összes Nitrogén. 1 gr. nedves földben						
1. Gesamt Nitrogen. gr. pro. gr. feuchter Erde		0·0028	0·0028	0 0028	0·0024	0·0034
Nitrát Nitrogén. 1 gr. nedves földben						
2. Nitrát Nitrogen gr. pro. gr. feuchter Erde		0·000020	0·000020	0·000020	0·000021	0·000030
3.	Aerob	4.000.000	1.490.000	1.255.000	1.750.000	2.790.000
	Anaerob	750.000	500.000	450.000	400.000	200 000
	Összesen — Zusammen	4.750.000	1.990.000	1.705.000	2.150.000	2.990.000
4.	Összesen — Zusammen	—	10.000	25.000	2.500	5.000
	Cysták — Cysten	—	7.500	10.000	1.000	2.500
	Aktív	—	2.500	15.000	1.500	2.500
5. Nitrogén kötfők						
Nitrogen bindende Bakt.		10 100	7.400	4.700	2.000	2.000
6. Nitrifikálók						
Nitrifizierende Bakt.		1.000	5.000	7.000	10.000	10.000
7. Denitrifikálók						
Denitrifizierende Bakt.		100.000	70.000	40.000	10.000	10.000
Humusztartalom %						
Humusgehalt		2·15	2 0	1·80	1·70	1·20
Ph.		5·50	5·90	6·10	6·08	5·74
Talajhőmérséklet						
Bodentemperatur C°		9·53	6·23	+ 0·39	— 0·05	+ 1·80
Lég hőmérséklet						
Lufttemperatur C°		13·56	5·87	— 2·24	+ 1·81	3·85
Csapadék						
Niederschläge $\frac{m}{mm}$		32·2	75·7	20·3	9·7	63·7

1—7. 1 gr nedves földben.
gr. pro gr. feuchter Erde.

Tabelle I.

Fichtenwald an der Hochschule.**Versuchsfläche 1.**

III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Évi átlag Jahres durch- schnitt
0·0040	0·0036	0·0044	0·0043	0·0044	0·0022	0·00077	0·0019	0·00306
0·000065	0·000082	0·000060	0·000050	0·000060	0·000030	0·000009	0·000040	0·000039
3.670.000	6.460.000	5.450.000	8.600.000	8.770.000	8.000.000	6.700.000	3.800.000	4.825.000
200.000	500.000	200.000	1.300.000	1.800.000	1.800.000	2.000.000	1.300.000	877.000
3.870 000	6.960.000	5.650.000	9.900.000	10.570.000	9.800.000	8.700.000	5.100.000	5.687.000
1.000	2.500	5.000	7.500	10.000	6.300	2.500	10.000	7.275
1.000	1.000	2 500	2.500	7.500	5.000	2.500	5.000	4.000
—	1.500	2.500	5.000	2.500	1.300	—	5.000	4.183
2.000	1.100	1.100	1.100	—	1.100	1.100	5.000	3.061
10.000	1·000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	3.846
10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	100.000	30.770
0·87	1·63	1·40	0·96	0·97	1·90	2·35	2·83	1·67
6·20	5·94	6 31	6 52	6·23	6·74	6·90	7·04	6·24
2·85	8·49	10·72	15·95	21·27	18·20	14·67	10·01	9·22
4·96	12 27	14·29	22·75	25·16	23·76	18·39	14·01	12·18
34·5	48·4	93·0	36·4	17·9	67·0	96·3	19·6	47·3

II. sz. táblázat.

Ágfalvi lúcos.
5. sz. kísérleti terület.

Hónapok — Monate		1927 X.	XI.	XII.	1928 I.	II.
1.	Összes Nitrogén Gesamt Nitrogen	0·0028	0·0026	0 0028	0·0018	0 0020
2.	Nitrát Nitrogén Nitrát Nitrogen	0·000033	0·000033	0·000034	0·000029	0 000031
3.	Bakteriumok Bakterien	—	3.200.000	2.300.000	960.000	3.250.000
	Aerob	—	3.200.000	2.300.000	960.000	3.250.000
	Anaerob	—	2.000.000	540.000	160.000	600.000
	Összesen — Zusammen	—	5.200.000	2.840.000	1.120.000	3.850.000
	Összesen — Zusammen	—	10.000	50.000	2 500	1.000
4.	Protozoák Protozoen	—	7.500	25.000	1.000	1.000
	Cysták — Cysten	—	7.500	25.000	1.000	1.000
	Aktiv	—	2.500	25.000	1.500	—
5.	Nitrogén köfők Nitrogen bindende Bakt.	—	200	500	1.000	1.100
6.	Nitrifikálók Nitrifizierende Bakt.	—	1.000	5.000	10.000	10.000
7.	Denitrifikálók Denitrifizierende Bakt.	—	100.000	50.000	5.000	10.000
	Humusztartalom % Humusgehalt	—	4·0	3·2	2·7	2·4
	Ph.	—	5·2	5·5	5·8	6·12
	Talajhőmérséklet Bodentemperatur C°	9·53	6·23	+ 0·39	— 0·05	1·80
	Lég hőmérséklet Lufttemperatur C°	13·56	5·87	— 2·24	1·81	3·85
	Csapadék Niederschläge m/m	32·2	75·7	20·3	9·7	63·7

1—7. 1 gr. nedves földben.
gr. pro gr. feuchter Erde.

Tabelle II.

Fichtenwald bei Ágfalva.
Versuchsfläche 5.

III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Évi átlag Jahres- durch- schnitt
0·0042	0·0038	0·0048	0·0040	0·0040	0·0020	0·00031	0·0011	0·00286
0·000065	0·000075	0·000059	0·000060	0·000047	0·000030	0·000007	0·000060	0·000043
1.700.000	3.500.000	7.400.000	8.800.000	9.300.000	8.150.000	7.000.000	4.100.000	4.971.000
250.000	2.600.000	2.800.000	1.250.000	1.500.000	950.000	400.000	1.350.000	1.208.330
1.950.000	6.100.000	10.200.000	10.050.000	10.800.000	9.100.000	7.400.000	5.450.000	6.171.660
2.500	5.000	5.000	10.000	5.000	5.000	5.000	7.500	9.042
1.000	2.500	2.500	2.500	2.500	1.500	1.000	2.500	3.885
1.500	2.500	2.500	7.500	2.500	3.500	4.000	5.000	5.227
1.100	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	1.100	400	1.280
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	2.830
100.000	100.000	10.000	10.000	10.000	10.000	100.000	100.000	50.420
1·32	2·81	1·97	2·13	4·08	3·55	3·04	2·53	2.81
5·8	6·34	6·23	6·8	6·34	6·32	6·35	6·77	6.12
2·85	8·49	10·72	15·95	21·27	18·20	14·67	10·01	9.22
4·96	12·27	14·29	22·75	25·16	23·76	18·39	14·01	12.18
34·5	48·4	93·0	36·4	17·9	67·0	96·3	19·6	47.3

III. sz. táblázat.

Ágfalvi sarjerdő.
7. sz. kísérleti terület.

Hónapok — Monate		1927			1928		
		X.	XI.	XII.	I.	II.	
Összes Nitrogén 1 gr. nedves földben							
1. Gesamt Nitrogen gr. pro gr. feuchter Erde		0·0030	0·0030	0·0030	0·0025	0·0022	
Nitrát Nitrogén 1 gr. nedves földben							
2. Nitrát Nitrogen gr. pro gr. feuchter Erde		0·000033	0·000030	0·000029	0·000028	0·000030	
3.	Bakteriumok Bakterien	Aerob	—	3.600.000	2.300.000	1.050.000	3.162.500
		Anaerob	—	200.000	170.000	100.000	120.000
		Összesen — Zusammen	—	3.800.000	2.470.000	1.150.000	3.282.500
4.	Protozoák Protozoen	Összesen — Zusammen	—	7.500	5.000	7.500	2.500
		Cysták — Cysten	—	2.500	2.500	5.000	1.000
		Aktiv	—	5.000	2.500	2.500	1.500
5. Nitrogén kötők Nitrogen bindende Bakt.		—	1.100	5.000	5.000	11.000	
6. Nitrifikálók Nitrifizierende Bakt.		—	10.000	5.000	1.000	1.000	
7. Denitrifikálók Denitrifizierende Bakt.		—	50.000	40.000	20.000	10.000	
Humusztartalom Humusgehalt %		—	2·20	2·20	2·25	2·80	
Ph.		—	4·90	4·75	4·61	5·79	
Talajhőmérséklet Bodentemperatur °C		9·53	6·23	+ 0·39	— 0·05	1·80	
Lég hőmérséklet Lufttemperatur °C		13·56	5·87	— 2·24	1·81	3·85	
Csapadék Niederschläge $\frac{m}{m}$		32·2	75·7	20·3	9·7	63·7	

1—7. 1 gr. nedves földben.
gr. pro gr. feuchter Erde.

Tabelle III.

Niederwald bei Ágfalva.
Versuchsfläche 7.

III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Évi átlag Jahres durch- schnitt
0·0042	0·0035	0·0043	0·0045	0·0040	0 0020	0·00058	0·00035	0·00208
0·000041	0·000052	0·000090	0 000059	0·000063	0 000030	0·000017	0·000030	0·000040
2.640.000	5.800.000	9.550.000	8.930.000	11.300.000	10.000.000	8.000.000	3.100.000	5.786.710
200.000	350.000	400.000	1.500.000	1.900.000	2.000.000	2.500.000	1.000.000	870.000
2.840.000	6.150.000	9.950.000	10.430.000	13.200.000	12.000.000	10.500.000	4.100.000	6 654.375
5.000	1.000	2.500	7.500	10.000	6.200	2.500	7.500	5.375
5.000	1.000	2.500	1.000	7.500	5.000	2.500	1.000	3.041
—	—	—	6.500	2.500	1.200	—	6.500	3.525
2.000	2.000	2.000	1.100	1.100	1.100	1.100	1.000	2.790
1.000	1.000	10.000	1.000	1.000	1.000	10.000	10.000	4.330
10.000	10.000	100.000	10.000	10.000	10.000	10.000	100.000	31.660
2.03	4·17	3·16	2·73	2·52	2·61	2·70	2·81	2·68
5.81	5·76	6·20	6·45	5·90	5·94	6·24	6·58	5·73
2.85	8·49	10·72	15·95	21·27	18·20	14·67	10·01	9·22
4.96	12·27	14·29	22·75	25·16	23·76	18·39	14·01	12·18
34·5	48·4	93·0	36·4	17·9	67·0	96·3	19·6	47·3

IV. sz. táblázat.

Tabelle IV.

**Az összes N. és Nitrát-N. mennyiségek mélység szerinti megoszlása
1928 februárban.**

Tiefenverteilung des gesamt und Nitrat Nitrogens in Feber 1928.

			Felszinen Oberfläche	20 ‰ mély- ségben 20 ‰ Tief	40 ‰ mély- ségben 40 ‰ Tief
Ágfalvi lúcos	Föiskolai lúcos	Összes Gesamt N.	0·0034	—	—
Ágfalvi lúcos	Fichtenwald an der Hochschule	Nitrát N.	0·000030	—	—
Ágfalvi lúcos	Fichtenwald bei Ágfalva	Összes Gesamt N.	0·0020	0·0027	0·0044
Ágfalvi lúcos	Fichtenwald bei Ágfalva	Nitrát N.	0·000031	0·000031	0·000029
Ágfalvi sarjerdő	Niederwald bei Ágfalva	Összes Gesamt N.	0·0022	0·0029	0·0046
Ágfalvi sarjerdő	Niederwald bei Ágfalva	Nitrát N.	0·000030	0·000035	0·000030

V. sz. táblázat.

Tabelle V.

Évi átlagok. — Jahresdurchschnittswerte.

Kísérleti terület Versuchsfläche	Főiskolai lúcos Fichtenwald an der Hochschule	Ágfalvi lúcos Fichtenwald bei Ágfalva	Ágfalvi sari- erdő Niederwald bei Ágfalva
1. Összes Nitrogén Gesamt Nitrogen	0.00306	0.00286	0.00208
2. Nitrat Nitrogen	0.000039	0.000043	0.000040
3. Bakte- riumok Bakterien			
Aerob	4 825.000	4.971.000	5.786.710
Anaerob	877.000	1.208.330	870.000
Összesen — Zusammen	5.687.000	6.171.660	6.654.375
Protozoák Protozoen			
Összesen — Zusammen	7.275	9.042	5.375
4. Cysták — Cysten	4.000	3.885	3.041
Aktiv	3.275	5.157	2.334
5. Nitrogén kötők Nitrogen bindende	3.061	1.280	2.790
6. Nitrifikálók Nitrifizierende	3.846	2.830	4.330
7. Denitrifikálók Denitrifizierende	30.770	50.420	31.660
Humusztartalom % Humusgehalt	1.67	2.81	2.68
Ph.	6.24	6.12	5.73
Talajhőmérséklet °C Bodentemperatur	9.22	9.22	9.22
Lég hőmérséklet °C Lufttemperatur	12.18	12.18	12.18
Csapadék Niederschläge $\frac{m}{m}$	47.3	47.3	47.3

1—7. 1 gr. nedves földben.
gr. pro gr. feuchter Erde.

A favizsgálatok szabványosításának kérdéséhez.

Írta: vitész Török Béla.

A favizsgálatok mikénti lefolytatását az Anyagvizsgálók Nemzetközi Szövetsége által 1906-ban hozott határozatok szabályozzák. Ezeket a határozatokat legújabbban a Német Anyagvizsgálók Szövetsége átdolgozta és a „*Baunormung*“ folyó évi június hó 5-én megjelent 5. sz. füzetében javaslatként nyilvánosságra hozta abból a célból, hogy a szakközönség hozzászólása után ezeket mint szabványokat kiadja.

A favizsgálatok eredményeinek az erdőgazdaság szempontjából való nagy jelentősége megkívánja, hogy az abban foglalt határozatok az erdészeti céljainak is minden tekintetben megfeleljenek. Az erdőgazdaság szempontjából igen fontos kérdés a próbavétel, amelyet az előírások részletesen szabályoznak. Közismert dolog az, hogy a fa műszaki tulajdonságai a törzsrész magassági fekvései szerint változnak és épen ezért összehasonlításra alkalmas eredményeket csak akkor nyerhetünk, ha a próbákat azonos magassági törzsrészekből alakítjuk ki.

E pontot illetőleg a javaslat — a nemzetközi előírásokhoz híven — a következőket tartalmazza: A hajlítoszilárdsági vizsgálatokhoz a próbadarabok a 7—10 m magasságban fekvő törzsrészekből alakítandók ki, míg a többi vizsgálatok céljaira szolgáló próbákat közvetlenül eme törzsrész alatti, vagy feletti részből kell venni. Egyszerűen a próbák kialakítására szolgáló törzsrész magassági fekvését abszolút mértékben határozza meg. Ha megfontolás tárgyává tesszük azt a körülményt, hogy a különböző termőhelyről származó törzsek magassága között még azonos fafaj és kor feltételezése mellett is meglehetősen nagy különbségek vannak, akkor könnyen beláthatjuk, hogy eme határozatok betartása esetén azon törzsrészek amelyekből a próbadarabot kialakítjuk, igen különböző koruak.

Annak a megvilágítására, hogy a próbák kialakítására szolgáló egyes törzsrészek növekedési ideje közötti különbségek mekkorák lehetnek, szolgáljon a következő táblázat:

1. sz. táblázat.

Tabelle 1.

Fafaj Holzart	A 100 éves törzs 8.5 m magasságában levő keresztmet- szet évgyűrűinek száma (növekedési idő). Jahresringzahl in der 8.5 m Höhe eines 100jährigen Stammes (Wuchszeit)						
	I.	Jó Gute	II.	Közepes Mittlere III.	IV.	Gyenge Geringe	V.
	termőhelyi osztályon — Standortsklasse						
Tölgy Eiche	—	77	—	67	—	52	—
Bükk Rotbuche	75	73	70	64	56	49	41
Erdeifenyő Kiefer	79	77	75	68	58	49	40
Lúcfenyő Fichte	74	72	70	62	54	49	43
Jegenyefenyő Tanne	67	66	64	59	51	45	38

A fenti táblázatot *Dr. Schwappach* fatermési táblái alapján állítottam össze. A táblázatból láthatjuk, hogy a Német Anyagvizsgálók Szövetsége által meghatározott jó és gyenge termőhelyen nőtt törzseknek 8.5 m (7—10 m magasságú rész átlaga) magasságban levő törzsrészenek növekedési ideje között az egyes fafajoknál a következő különbségek lehetnek:

Tölgynél	25 év
Büknél	24 év (az I. és V. termőhelyi osztály között 34 év)
Erdeifenyőnél	28 év (az I. és V. termőhelyi osztály között 39 év)
Lúcfenyőnél	23 év (az II. és V. termőhelyi osztály között 31 év)
Jegenyefenyőnél	21 év (az I. és V. termőhelyi osztály között 29 év)

Ezek a különbségek kétségtelenül igazolják azt, hogy az egységes összehasonlíthatóság kedvéért a határozatok eme pontján változtatni kell.

A különbségek sokkal kedvezőbben alakulnak, ha a próbák kialakítására szolgáló törzsrészek magassági fekvését a famagasság százalékában adjuk meg. Természetesen nem könnyű kérdés annak az eldöntése, hogy melyek legyenek ezek a százalékok. Véleményem szerint a legegyszerűbb és leghelyesebb volna, ha a 7—10 m magassági fekvés alapulvételével a különböző termőhelyi osztályon nőtt faállományoknak az átlagos vágásforduló korában elért átlagos magasságából számítanók ki ezeket a százalékokat. Ha az öt legfontosabb fafajnak az átlagos vágásforduló korában a különböző termőhelyi osztályokon elért átlagmagasságból középértéket képezünk, s az így nyert számból a 7—10 m magasságnak százalékos fekvését meghatározzuk, akkor eredményül 26—43 tehát kereken 25—40%-ot nyerünk.

2. sz. táblázat.

Tabelle 2.

Fafaj Holzart	A 100 éves törzs magasságának $\frac{1}{3}$ -ában lévő kesesztmet- szet évgyűrűinek száma (növekedési idő). Jahresringzahl in der $\frac{1}{3}$ Höhe eines 100jährigen Stammes (Wuchszeit)						
	I.	Jó Gut	II.	Közepes Mittel III.	IV.	Gyenge Gering	V.
	termőhelyi osztályon — Standortsklasse						
Tölgy Eiche	—	76	—	71	—	65	—
Bükk Rotbuche	70	69	68	66	64	62	60
Erdeifenyő Kiefer	77	77	76	74	72	70	68
Lúcfenyő Fichte	69	68	67	63	60	59	57
Jegenyefenyő Tanne	64	64	63	60	57	56	54

Ennek következtében a próbadarabok kialakítására szolgáló törzsrész magassági fekvését úgy kellene előírni, hogy azok mindig a vizsgálat alá vont átlagtörzsek famagasságának 25—40%-nyi részében, illetve a közvetlen ez alatt, vagy efelett levő részekből vágassanak ki.

Tekintettel arra, hogy a 25—40%-nak az átlaga 32,5, még precízebben és egyszerűbben úgy határozhatnók meg a próbadarabok kialakítására szolgáló törzsrész magassági fekvését, hogy annak közepe pontosan a famagasság $\frac{1}{3}$ -ában feküdjön. A különböző termőhelyekről származó és a próbadarabok kialakítására szolgáló törzsrészek növekedési ideje közötti különbségeket ez esetben a 2. sz. táblázat tünteti fel.

A 2. sz. táblázatot szintén *Dr. Schwappach* fatermési táblái alapján állítottam össze, mégpedig az összehasonlíthatóság kedvéért minden fafajnál 100 éves kort vettem fel. A táblázatból láthatjuk a jó és gyenge termőhelyen nőtt törzseknek a famagasság $\frac{1}{3}$ -ad részében levő törzsrészeinek növekedési ideje közötti különbségeket és pedig:

Tölgnél	11 év	
Bükknél	7 év	(az I. és V. termőhelyi osztály között 10 év)
Erdeifenyőnél	7 év	(az I. és V. termőhelyi osztály között 9 év)
Lúcfenyőnél	9 év	(az I. és V. termőhelyi osztály között 12 év)
Jegenyefenyőnél	8 év	(az I. és V. termőhelyi osztály között 10 év)

Ha a két táblázat adatait egymással szembe állítjuk, akkor láthatjuk, hogy míg az előírásokak megfelelően kivágott törzsrészek közötti maximális korkülönbség 39 év, addig az általam javasolt módon kivágott törzsrészek közötti korkülönbség maximális esetben is csak 12 év. Természetesen különböző viszonyok között nőtt faállományoknál ezek a korkülönbségek kisebb vagy nagyobb mértékben változhatnak, de az előírás és a javaslat szerint kivágott törzsrészek közötti korkülönbségek viszonya nagyjában ugyanaz marad.

Ez a körülmény indított arra, hogy az előírásoknak a fent említett módon való megváltoztatása végett a Német Anyagvizsgálók Szövetségéhez javaslatot nyújtottam be.

A javaslat elfogadása esetén — eltekintve attól, hogy összehasonlításra egységesebb adatokat nyerünk — a próbavétel meg fog felelni annak az általános elvnek is, hogy azok olyan törzsrészekből alakíttassanak ki, amelyek a szerfatermelés szempontjából szóbajövő törzsrész körülbelüli átlagában fekszenek.

Kisebb közlések.

A tharandti erdőmérnöki főiskola a dresdeni műegyetem keretében.¹⁾

Folyó évi május hó 2-án ünnepélyes keretben folyt le a tharandti erdőmérnöki főiskolának a dresdeni műegyetem kebelébe való beiktatása.

Az ünnepély az erdőmérnöki főiskola aulájában folyt le, megnyitotta azt a főiskola rektorának, *Prell dr.*-nak beszámolója az elmúlt évről, utána következett *Weber* pénzügyminiszternek ünnepi beszéde. Vázolta a főiskola eddigi fejlődésének menetét a pénzügyminiszter fennhatósága alatt, rátért arra az utóbbi évtizedekben mindinkább előtérbe jutó meggyőződésre, hogy a főiskola bár kiváló jó hírnévre tett szert, mégis híjján van annak az előnynek, amit a tudomány, az általános képzettség nagy gyűjtömedencéi, az egyetemek nyújtanak. Ebből fakadt az a törekvés, hogy a főiskola szorosabb kapcsolatba jusson valamely nagy egyetemmel. 1926-ban létesült ezeknek a törekvéseknek nyomán a műegyetemmel való munkaközösség, mivel azonban ez a megoldás nem felelt meg a főiskola igényeinek és érdekeinek, a pénzügyminiszter engedett a két intézet egybevágó kívánságának, hogy a tharandti főiskolát régi jóhírű nevének épségben tartása mellett, mint külön kart szervessen iktassák bele a dresdeni műegyetem keretébe. Neve: Erdőmérnöki főiskola Tharandt. A dresdeni műegyetem kara.²⁾

Külön kiemelte a miniszter, hogy súlyt fektet arra, hogy a régi név jogait tiszteletben tartsák, valamint arra, hogy a főiskola sajátlagos belélete is érintetlenül megmaradjon. Végül köszönetet mondott a főiskolának az erdőmérnöki tudományok körül több mint száz éven át szerzett érdemeiért és sikeres munkát kívánt az új keretben.

¹⁾ A német nyelvben az *Universität* és a *Hochschule* rangban azonos jelentőségű, míg a magyar nyelvben a „főiskola” név alacsonyabbrendű intézet jellegét adja az egyetem szóval szemben. Épen ezért nekünk is fel kell cserélnünk a mostani nevünket az egyetem szóval, aminek egyébiránt csak politikai akadályai vannak, a megfelelő nívót már rég elértük, nemcsak a saját véleményünk szerint, hanem a magyar műszaki világ általános és egyhangú véleménye szerint is.

²⁾ Nem fordítottam szó szerint a német nevet, hanem értelem szerint: *Forstliche Hochschule Tharandt. Abteilung der Technischen Hochschule Dresden.*

Bünger dr. népoktatásügyi miniszter kiemelte, hogy az erdőmérnöki főiskolának bekapcsolása az új keretbe nemcsak adminisztratív tény, hanem mértőföldkövet jelent abban a fejlődésben, amely a tudomány fejlesztésének modern felfogásából fakad. Semmiféle tudományág nem dolgozhat elszigetelten, meg kell találnia a kapcsolatot, az okozati összefüggést az általános tudással, az érintkezést a rokon tudománykörökkel. Ebből a szempontból megítélve ez az új kapcsolat is az összefoglaló munka jegyében fog állani, amelynek keretében az egyéni törekvés is érvényesül. Arra fog törekedni, hogy az erdőmérnöki főiskolának széleskörű és sokoldalú oktatási rendszer útján nemcsak a pedagógiai és tudományos kérdésekben nyisson biztos utat az érvényesüléshez, hanem a speciális kutatást és a különleges kíváncsiságokat is megértéssel és szeretettel kívánja fejleszteni.

A főiskola rektora, *Prell dr.*, azután részletesen rajzolta az intézet fejlődési menetét az 1816-ban *Cotta Henrik* által történt alapítása óta.

A 3 tanárral és 5 magántanárral való szerény kezdésből egy század lefolyása alatt kialakult a mostani intézet 10 rendes és 11 rendkívüli tanárral.³⁾

Büszkén említette a *Cotta, Preszler, Nobbe, Judeich, Nitzsche, Rossmoeszler* neveket, amelyeknek messze a német határokon túl élő jó csempésük van.

A nagyobb intézethez való csatlakozás gondolata már régen kísértett. Eleinte a tudományegyetem került szóba, hisz akkor a műegyetem még maga is a kezdet nehézségeivel küzdött. De a tudományegyetemhez való csatlakozás nemcsak a régi híres névnek elvesztését vonta volna maga után, de a szakoktatás érdekeit sok más téren is veszélyeztette volna. A műegyetemhez való csatlakozás azonban oly módon volt keresztülvihető, hogy ezek a nehézségek elestek és a szakoktatás érdekei és sajátos igényei a legmesszebbmenőleg meg voltak óvhatók.

Prell dr. után a műegyetem rektora, *Müller dr.*, emelkedett szólásra. A műegyetem szívesen tárta ki kapuit a testvérintézet előtt, egyrészt, mert kötelességének tartotta, hogy a tudománynak ezt a régi és bevált intézményét támogassa, másrészt, mert érezte magában az erőt és tehetséget, hogy tényleg segíteni tudjon. Hogy tiszteletben óhajtják tartani a főiskola régi tradícióit és sajátos igényeit, mutatja a bekapcsolás formája, amely biztosítja a régi nevet és a szükséges önállóságot, amint egyébiránt a műegyetem minden karának már elejétől fogva megvolt a saját fejlődésének

³⁾ Ez az adat érdekes összehasonlításra ad alkalmat. A tharandti főiskolának, amelynek tisztán erdészeti oktatásában a műszaki tudománykörök sokkal kisebb keretben szerepelnek, mint nálunk, mégis 10 rendes és 11 rendkívüli tanára van, nálunk — dacára a műszaki tárgyak nagyobb számának — összesen 19 rendes, rendkívüli tanár és előadó szerepel és a szűkebb értelemben vett szaktárgyakra csak 8 rendes tanárral rendelkezünk.

teljesen szabad lehetősége. A műegyetem a szabad fejlődés lehetőségének megadása mellett a főiskolának, most már műegyetemi karnak érdekeit teljes súlyával és jóindulatával védeni fogja. Bár földrajzilag megmarad az elkülönülés, meg fogják találni az útját-módját annak, hogy az összekapcsolás és érintkezés szoros és bensőséges legyen, nagyobb mértékben, mint ahogyan az eddigi munkaközösség keretében lehetséges volt. Annak a reményének és bizalmának ad kifejezést, hogy az újonnan egyesített intézet keretében és a műegyetem rektorának és tanácsának vezetése alatt áldásos lesz a főiskola rektorának és az egész intézetének működése az erdészeti tudományok, a kutatás és oktatás terén.

Kissé részletesebben írtam le a tharandti főiskola ünnepélyét, mert a mi számunkra is sok tanulságosat rejt magában az a folyamat, mely külföldi erdészeti tanintézetekben mind szélesebb és szélesebb mederben folyik, hogy az önálló erdömérnöki főiskolák megszűnjenek, illetőleg valamely műegyetembe olvadjanak bele. Hogy csak a legfontosabbakat említsem, a svájci erdömérnöki oktatás már régen a zürichi polytechnikumon folyik, a dán és az osztrák a földművelésügyi egyetemen, Bajorországban, Badenben és Württembergben az aschaffenburgi és a tübingeni intézetek a müncheni, illetőleg a freiburgi tudományegyetemekbe lettek beolvasztva, az utódállamok nem is létesítettek önálló iskolákat, azonnal az egyetemekhez csatolták az erdömérnöki fakultást, most Szászország is követte a példát, Poroszország aligha vár sokáig.

Igazolva látjuk ebben a saját szakköreinknek azt a törekvését, hogy a mi főiskolánknak is megszerezzük az egyetemi jelleget. Nálunk annyiban más a helyzet, hogy a mi főiskolánk nem elszigetelt különálló iskola, mint a német erdészeti Hochschule-k, hanem több fakultásból álló, egyetemi jelleggel bíró intézet, annyira fejlett szervezettel és sokoldalú tananyaggal, hogy nem lehet szó arról, hogy azt valamely egyetembe olvasszuk bele, hanem csak arról, hogy — még egy-két fakultást hozzáadva — önmagában teljes egyetemmé legyen kifejesztve. A magyar erdőgazdaság mindig az elsők között volt, nagyon szomorú volna, ha éppen az erdőgazdaság alapja és tudományos gyűjtőpontja, régi nagy hírű főiskolánk körül maradnánk utolsók ebben a mind általánosabbá váló mozgalomban.

FORSTLICHE VERSUCHE

RECHERCHES FORESTIÈRES.

FOREST RESEARCHES.

Année XXXI. Jahrgang.

Cahier 2. Heft. 1929.

Wurzelstudien in Pflanzgarten und auf Szikböden.

Von *Paul Magyar.*

Der überwiegende Teil gewisser, im Leben des Waldes sich offenbarenden Erscheinungen wurde im allgemeinen mit dem Licht in Zusammenhang gebracht, was statt Klärung öfters nur Verwirrung brachte. So z. B. ist es unverständlich, warum dieselbe Holzart bei gleichem Klima auf einem schwächeren Boden viel mehr Licht verlangt, als auf einem Boden höherer Bonität. Die Erklärung ist ganz anderswo zu suchen, und zwar dort, bei jenem Organ des Baumes, das mit dem besseren oder schwächeren Boden in unmittelbarster Fühlung steht, welches also die Beschaffenheit des Bodens vom Standpunkte des Baumes, Leben und Entwicklung des Waldes bestimmt und ihr ausschlaggebende Bedeutung verleiht. Dieses Organ ist das Wurzelwerk. Wollen wir also dem Waldbau eine naturwissenschaftliche Grundlage sichern, so wird es zu unserer eminenten Pflicht, das Wurzelwerk der Bäume auf verschiedenen Standorten einer systematischen Prüfung zu unterziehen. Die Zahl der durch diese Einsicht zur Arbeit bewegten Forscher mehrt sich andauernd und so klären sich allmählich unsere Begriffe über die Naturgeschichte des Wurzelwerkes.

Durch die, in letzterer Zeit durchgeführten Untersuchungen sind wir gezwungen, unsere Kenntnisse in Bezug auf die, der Bodentiefe gegenüber erhobenen Ansprüche der Holzarten, sowie die Klassifizierung ihrer Wurzel nach Tiefe, einer Revision zu unterwerfen. Die Literatur bezeichnet z. B. die gemeine Kiefer als tief-, die Schwarzkiefer als flachwurzeln. Demgegenüber haben es meine bisherigen Untersuchungen festgestellt, dass die horizontalen Wurzeln der gemeinen Kiefer im Sandboden des Alföld viel seichter liegen, als die der Schwarzkiefer, wogegen das vertikale Wurzelwerk

beider Holzarten das in einige Meter Tiefe befindliche Grundwasser erreicht, hierorts kann also eher die Schwarzkiefer tiefwurzeln genannt werden, als die gemeine Kiefer.

Man könnte sagen, so viel Klassifizierungen als Autoren. Die einfache Erklärung dieses Umstandes ist, dass die einzelnen Forscher bei verschiedenen Verhältnissen das Wurzelwerk der Holzarten untersucht haben, so müssen also auch die Ergebnisse sehr abweichend sein.

Gegenwärtige Untersuchungen sind, obwohl sie in erster Reihe praktischen Zielen dienen, mit Rücksicht darauf, dass sie eine ganze Skala der Bodenbeschaffenheit behandeln, auch aus allgemein-wissenschaftlichem Standpunkt bemerkenswert und tragen in gewisser Masse zur Lösung der kompliziert erscheinenden Frage bei.

Ich wiederhole, bei meinen Untersuchungen kamen vor allem praktische Gesichtspunkte zur Geltung. Das Alföldaufforstungsgesetz wurde im Jahre 1923 geschaffen und ordnet unter anderem auch die Bepflanzung der Szikböden an. Das in dieser Richtung zum Wegweisen berufene Versuchsfeld von Püspökladány begann erst im Herbst 1924 seine Tätigkeit. Die allgemein angenommene Ansicht hingegen ist, dass man bei Aufforstungsversuchen verlässliche und praktisch verwendbare Resultate nur nach Jahrzehnten erwarten kann. Wir verfügen aber nicht über Jahrzehnte bis zum Vollzug des Gesetzes, der ohnedies schon drängt. So mussten wir also Mittel finden, die es uns ermöglichten, die auftauchenden Fragen mit entsprechender Sicherheit zu beantworten und mit deren Hilfe wir imstande sind, bei gegebenen Umständen mehr oder weniger Einblick in die Zukunft der Holzarten zu gewinnen. Dieses Verfahren ist die Wurzeluntersuchung.

Der Ausgangspunkt war folgender: *Unser Alföld ist in klimatischer Hinsicht ein Uebergang zwischen Steppe und Waldklima (Waldsteppe). Die Niederschläge, besonders auf Szikböden, gelangen nur teilweise in den Boden und auch von dieser Menge kann nur ein Teil durch das Wurzelwerk des Baumes aufgenommen werden. Unter solchen Umständen ist die zur Verfügung stehende Wassermenge zum Gedeihen des Baumes keinesfalls genügend, noch weniger zum Fortkommen des Waldes. Die Bäume sind gezwungen, die bei der ziemlich trockenen Luft des Alföld zur gesteigerten Verdunstung unumgänglich notwendige grössere Wassermenge aus irgend einer anderen Quelle zu ersetzen. Das können sie nur aus dem Grundwasser holen. Wenn also die Bodenverhältnisse das Durchdringen des Wurzelwerkes ermöglichen, resp. die Wurzeln der Holzarten imstande sind die kritischen Bodenschichten durchzubrechen und zum Grundwasser zu gelangen, so kann die Zukunft des Baumes als gesichert angesehen werden.*

Das war die Grundlage unserer Untersuchungen und der aus diesen

möglichen Folgerungen. Und so wird die Frage der Alföld-, besonders aber der Szikbödenaufforstung Boden-, resp. Wurzelfrage.

Diese Behauptung wird unter anderem auch durch den auffallend grossen Unterschied bekräftigt, das zwischen den Wurzeln besteht, die in normalem, gut ventilierendem Boden mit verhältnismässig lockerer Struktur und z. B. in einem Szikboden II. Klasse sich entwickelten. Ich nahm die Untersuchungen im Pflanzgarten auch in mein Programm und werde diese vor den Versuchsstudien behandeln, einerseits, um auf Letztere hinweisen zu können, anderseits, weil es nicht ohne Interesse und lehrreich ist, wenn wir das Gedeihen der Wurzeln der, bei den Untersuchungen angewendeten Pflanzen so inmitten der günstigen Pflanzgarten-, wie auch in der veränderten Versuchssituation verfolgen.

Methode.

Die Auswahl des Untersuchungsmaterials wurde den praktisch wichtigen Fragen angepasst. So wurde z. B. *Tamarix tetrandra* nur auf den Böden III. Klasse untersucht. Von einigen weniger wichtigen Holzarten haben wir nur 1—2 Exemplare ausgehoben, von anderen hingegen ganze Serien (*Celtis*, *Eschenahorn*, — Kanadische Pappel, Holzbirne). Die Auswahl erfolgte bei jeder Gelegenheit umso sorgfältiger. Ich war bemüht, womöglich Durchschnittsexemplare oder besser gewachsene, doch unbedingt charakteristische Pflanzen auszuheben. Vor Beginn der Arbeit wurde auf Grund der der Bepflanzung vorangehenden und seinerzeit skizzenartig fixierten floristischen Aufnahme die Beschaffenheit des Bodens festgestellt. Ich skizzierte den durch die benachbarten Pflanzen gebildeten Verband, notierte Zeit, Ort der Untersuchung, Holzart, Versuchsverfahren, Beschaffenheit des Bodens, dann während des Aushebens die für die Charakterisierung des Bodens wichtigen Daten und jene Merkmale des Wurzelwerkes, die aus der Skizze nicht genügend hervortraten. Jede Skizze bestand aus einer Seiten- und aus einer Obenansicht. Hier wurde womöglich jeder, das allgemeine Bild nicht störende Wurzelfaden abgebildet, mit Ausnahme der ganz kurzen, kaum einige Centimeter langen Wurzeln natürlich. Bei den Untersuchungen im Pflanzgarten schenkte ich jedoch auch diesen ein Augenmerk. Die Anfertigung der Skizzen geschah nicht aus einer, im vorhinein bestimmten Richtung, z. B. aus Süden, Norden etc., entscheidend war immer: bei welcher Einstellung und *wie* zeigt ein bedeutsameres Bild die Seitenansicht und dieser passte sich dann die Obenansicht an. Mein Aufnahmegerichtspunkt fiel entweder in die Richtung der Pflanzenreihen oder schnitt vertikal diese. Das Skizzieren wurde selbstredend ununterbrochen mit Messungen begleitet. Die in der Tabelle I.

vermerkten Wurzellängen beziehen sich immer auf die horizontale Projektion, nicht aber auf die wirkliche Länge der Wurzel.

Bei den Untersuchungen haben wir im allgemeinen das volle Wurzelwerk, also womöglich jeden dünnen Wurzelfaden vorsichtig freigelegt, da man nie voraus wusste, wie weit sie reichen. Das Aufschliessen verlangt grosse Vorsicht, Aufmerksamkeit und Geduld und kann nur mit sehr verlässlichen, gewandten und eingeübten Arbeitern vorgenommen werden. Besonders schwierig ist so eine Arbeit in schwerem, szikhältigen Lehm, hauptsächlich wenn der Boden überaus feucht ist und sich schmiert, oder wenn er bei Dürre steinhart wird. Das Freilegen der Wurzeln selbst erfolgte, nach der mit Krampen und Spaten vollführten groben Aufschliessung, mit Zuhilfenahme eines spitzen Messers mit starker Klinge, am besten Taschenmesser, ansonsten würden bei der minuziösen und grosse Sorge verlangenden Arbeit immerwährend Wurzeln abgerissen sein.

Untersuchungen im Pflanzgarten.

Der Boden unseres Pflanzgartens ist Lehm besserer Qualität und genügend lockerer Struktur. Das Grundwasser befindet sich in einer Tiefe von cca 5 Meter.

Das sorgfältig durchgeführte Aufschliessen des vollen Wurzelwerkes führt schon zu Ergebnissen hier, die mit unseren bisherigen Kenntnissen kaum in Einklang zu bringen sind. So z. B. erreichte die als flachwurzeln bekannte *Akazie* schon im ersten Jahr eine Tiefe von 232 cm., während ihre längste Seitenwurzel 105 cm. mass, mit welchen Daten sie unter den geprüften einjährigen Saatbeetpflanzen an der Spitze steht. Ihr folgen die *Stieleiche* mit 142, die *Sophora* und *Amorpha fruticosa* mit 120, die *Amerikanische Esche* mit 118, *Elaeagnus angustifolia* mit 105 und *Gleditschia triacanthos* mit 100 cm. maximaler Tiefe.

Bei dem Freilegen des Wurzelwerkes von zweijährigen Saatbeet-Feldulmen gelangten wir zu einer Tiefe von 5'15m., wo aber das vordringende Grundwasser eine weitere Arbeit unmöglich machte. Die zweijährige Feldulme drang also tiefer als 5'15 m., wahrscheinlich bis zu jener Tiefe, wo das Grundwasser am Ende des vergangenen Sommers oder im Herbst stand. Das Freilegen erfolgte nämlich zu Beginn des Frühlings, wo das Grundwasser auf dem Versuchsfelde von Püspökladány durchschnittlich um 1 m. höher steht als Ende Sommer.

Besondere Aufmerksamkeit verdient diese Erscheinung, wenn wir der Aeusserung Vater's gedenken, wonach es bei seinen sämtlichen bisherigen Untersuchungen noch nie der Fall gewesen wäre, dass die Wurzel in das Grundwasser gelangt hätte. Dies ist umsomehr auffallend, da solche Fälle

bei meinen Forschungen öfters vorkamen, was übrigens ganz natürlich ist, denn das Wurzelwerk ist ja immer bestrebt, das Grundwasser zu erreichen, das jedoch zur Zeit der Vegetation, von einiger Fluktuation abgesehen, bis zum Herbst stufenweise sinkt, um dann wieder ein Steigen zu beginnen. Dieser Vorgang, der heute am ganzen Alföld der Gegenstand eingehender Beobachtungen ist, hängt höchstwahrscheinlich mit dem Verhältnis zwischen Niederschlägen und Verdunstung, ferner mit der wasserdurchlassenden Fähigkeit des Bodens zusammen. Die Wurzel verfolgt also das Grundwasser in seinem Sinken, hingegen gelangen die Wurzelenden in der Periode des Steigens unter Wasser und können, wenn diese anhaltend ist, auch absterben, so dass ein neuerliches Sinken durch neugewachsene Wurzelfäden begleitet wird. Diese Erscheinung steht also mit dem Schwanken des Grundwassers in engstem Zusammenhang, ihre Beobachtung aber mit dem Zeitpunkt des Freilegens. Vater macht in seinem Aufsatz — leider — über keines der Beiden Erwähnung.

Zu den zweijährigen Saatbeetpflanzen zurückgekehrt, finden wir, dass die tiefwurzelnende *Sophora* die im ersten Jahr kaum überholte *Esche* gewaltig hinter sich lässt (266 cm. gegenüber 134, resp. 132 cm.). Da sondern sich also die flachwurzelnenden Arten schon schärfer von denen mit tiefen Wurzeln ab.

Die Wurzellänge der zweijährigen verschulten Pflanzen, die also nach ihrem ersten Lebensjahre ausgehoben und in der Regel mit verstümmelten Wurzeln verpflanzt werden, erreicht nicht die Wurzellänge der einjährigen Saatbeetpflanzen.

Interessante Wurzeltypen finden wir bei den *Stecklingen*. Bis die Wurzeln der *Tamariske*, natürlich einen mehr-weniger lockeren Boden und eher trockene, als feuchte Verhältnisse vorausgesetzt, in erster Reihe abwärts streben (Fig. 33, 34 und 42, 44), entwickelt die *Kanadische Pappel* vor allem meistens horizontale Sohlenwurzeln, aus denen dann zahlreiche vertikal nach unten gerichtete, sogenannte Senkerwurzeln wachsen. *Elaeagnus* nimmt zwischen den beiden Typen Platz.

Am schnellsten das Grundwasser zu erreichen, ist von den untersuchten Holzarten die *Tamarix odessana* bemüht, welche im ersten Jahr bis zu einer Tiefe von 260 cm. (Fig. 33), im zweiten aber 483 cm. tief gelangte. Die allgemein bekannte *Tamarix tetrandra* blieb bedeutend hinter der Ersten (180, resp. 248 cm.; Fig. 34, 43).

Die *Kanadische Pappel* erreicht beinahe dieselbe, die *Oelweide* eine wesentlich geringere Tiefe.

Wenn wir die Abbildungen der ersten drei Tafeln aufmerksam betrachten und Schätzungen unternehmen, wie bei dem normal-üblichen Pflanzenausheben vom gesamten Wurzelwerk unversehrt bleibt, respektive

in welchem Umfang Wurzeln in den normalen Pflanzlöchern (mit 30—40 cm. Durchmesser und Tiefe) Platz finden, so gelten für die untersuchten Holzarten im allgemeinen folgende Feststellungen:

Bei dem Freilegen, resp. bis zur Verpflanzung büsst das Wurzelwerk der einjährigen Saatbeetpflanzen den $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ Teil ein, bei den zweijährigen Saatbeetpflanzen geht der $\frac{1}{2}$ — $\frac{9}{10}$, bei den Stecklingen der $\frac{3}{4}$ — $\frac{9}{10}$ Teil der Wurzeln verloren.

Untersuchungen bei Szikaufforstungen.

Auf den Szikböden I. Klasse, obwohl die Entwicklung da eine langsamere ist, als im Pflanzengarten, gelangen die Holzarten im allgemeinen binnen drei Jahren doch bis zum Grundwasser, nur die *Amerikanische Esche* konnte nicht ganz durchdringen. Bei Klasse II₁ ist die Selektion bereits eine schärfere: in drei Jahren können nur die *Tamariske* und die *Oelweide* das Grundwasser erreichen oder ihr nahe kommen. Einige Holzarten (Eiche, Zerreiche, Ulme, Holzbirne, Amorpha) werden, falls der Boden soweit gepflegt wird, aller Wahrscheinlichkeit nach, die auftauchenden Schwierigkeiten überwinden und im 4.—5. Jahre nach ihrem Aussetzen die gefährliche Zone durchbrechen, wonach ihr weiteres Gedeihen gesichert ist. Klasse II₂ scheint für die Eichenarten schon ganz aussichtslos zu sein, Ulme, Birne, Amorpha halten sich noch, doch bedürfen sie 5 bis 6 Jahre zum Durchdringen. Die *Oelweide* und *Tamariske* kommen auch in 3 Jahren dem Grundwasser nahe. Bei Kl. III₁ brauchen sogar letztere beiden Holzarten 4 Jahre bis zum Grundwasser, wogegen für die übrigen, auch widerstandsfähigeren kaum irgend eine Hoffnung besteht, dass sie bis zur rettenden Tiefe durchdringen werden.

Nach alldem können wir feststellen, dass jedes Wurzelwerk, soweit die Feuchtigkeit der oberen Bodenschichten zum Gedeihen und Fortkommen des Baumes nicht genügend ist, das Grundwasser zu erreichen bestrebt ist. Ist der Boden genügend locker, leistet er also einen geringen Widerstand und ist er gut luftführend, ferner wenn das Grundwasser nicht allzu tief ist, so gelangen die Wurzeln jeder Holzart bis dorthin. Wenn aber inzwischen Hindernisse auftauchen (trockene, salzigere, härtere, schwerere Schichten, Mangel an Oxigen usw.) so erhalten wir schon sehr abweichende Daten.

Die einzelnen Holzarten versuchen die auftretenden Hindernisse mit ungleicher Energie zu bezwingen. *Es hängt von der abwärts-strebenden Kraft, von der im Boden vorgefundenen schädlichen Einwirkungen gegenüber entfalteten Widerstandsfähigkeit und von der die Hindernisse bewältigenden Energie des Wurzelwerkes der Holzarten ab, ob sie*

das Grundwasser erreichen und damit tiefwurzeln können oder nicht, denn das ist das Charakteristikum der Tiefwurzelligkeit.

Der Begriff des tiefen Wurzelwerkes ist nicht unbedingt gleichzeitig mit dem rascheren Verlauf des Abwärtsdringens verbunden. Das Wurzelwerk einiger raschwüchsiger Holzarten dringt in lockerem Boden, bei günstigen Verhältnissen rascher abwärts, doch ändert sich die Lage sofort, wenn ein, die Widerstandsfähigkeit und abwärtsdringende Kraft der Wurzeln der betreffenden Holzarten auf die Probe stellendes Hindernis auftaucht.

Wenn einer Holzart das Durchdringen bis zum Grundwasser nicht gelingt, so ist sie bestrebt ihr horizontales Wurzelwerk so gut als möglich zu entfalten, um auf diesem Wege die wasseraufnehmenden vertikalen Wurzeln zu ersetzen und in dem Falle ist sie flachwurzeln.

Das Schicksal der Baumvegetation hängt davon ab, in welchem Masse der Rollenersatz des tiefen Wurzelwerkes gelingt resp. in wiefern sich die betreffende Holzart den mehr-minder ungünstigen Verhältnissen anzupassen vermag.

*

Der Umfang des *horizontalen Wurzelwerkes* weist nach Bodenbeschaffenheiten bei weitem nicht so grosse Abweichungen auf, wie das vertikale Wurzelwerk. Im allgemeinen können wir jedoch feststellen, dass die maximale und durchschnittliche Länge der horizontalen Wurzeln (Tabelle I.) auf schwerem szikhaltigen Lehm mit dem Rückgang der Bonität ebenfalls geringer wird. Hingegen wächst mit dem Rückgang der Bodenbeschaffenheit das Verhältnis zwischen dem Radius des Wurzelwerkes und der Krone, sowie das Verhältnis zwischen der Durchschnittslänge der ausserhalb der Krone reichenden Wurzeln und dem Radius der Krone (s. Tab. I. R:r und l:r; auf der Abbildung ist die Grenzlinie der Kronenprojektion mit Strichlinie dargestellt) so wächst also auf den schwächeren Szikböden der Umfang des horizontalen Wurzelwerkes, zwar nicht in absolutem doch in relativem Wert. Die wahrscheinliche Erklärung dazu ist, dass das Wurzelwerk auch in horizontaler Richtung grössere Schwierigkeiten zu überwinden hat (bei schwerem Boden, schnellerem Austrocknen oder übermässiger Feuchtigkeit, Mangel an Ventilation), kann sich daher nicht in dem Masse entwickeln, wie in einem besseren Boden, hingegen verwenden die Pflanzen den grösseren Teil ihrer Energie zur Bildung der horizontalen Wurzeln, weisen daher einen bedeutend geringeren Wuchs oberhalb des Bodens auf, das auch in den Verhältnissen R:r, resp. l:r zum Ausdruck gelangt.

Im allgemeinen haben das umfangreichste Wurzelwerk, zu mindest in ihrer Jugend: die Tamariske, Kanadische Pappel, Feldulme, und auf den Böden Kl. I. die Sophora.

Die Stärke der durch das horizontale Wurzelwerk durchwebte Bodenschicht ist verschieden. Anfänglich ist sie im allgemeinen sehr dünn, mit dem Alter wächst sie und gelangt zu einer endgültigen Stärke je nach Bodenbeschaffenheit und Holzarten. Mit der Besserung des Bodens wird sie tiefer.

Auf den Umfang des Wurzelwerkes ist der Pflanzenverband von grossem Einfluss, je enger dieser ist, umso kleiner der Umfang des Wurzelwerkes, auch kann aber festgestellt werden, dass parallel damit und bis zu einer gewissen Grenze auch die abwärtsstrebende Tendenz der Wurzeln zunimmt (s. Fig. 101.). Der horizontale Umfang des Wurzelwerkes wird hauptsächlich durch die Ausdehnung der kultivierten Fläche begrenzt (s. Tafel XVI.).

Tamarix tetrandra. Wurde nur auf Böden Kl. III₁ ausgehoben, da sie auf einem besseren Boden keine Bedeutung haben kann. Entwickelt schon in den ersten zwei Jahren ein so mächtiges horizontales Wurzelwerk, das bei gleichen Verhältnissen die Wurzelbildung der übrigen Holzarten weit übertrifft, ob wir schon die Gesamtlänge der in Anschlag gebrachten stärkeren Wurzeln, (Tab. I.) die durchschnittliche Länge, oder die längste Wurzel in Betracht nehmen. Die weiteren Daten zeigen jedoch, dass diese stürmische Entwicklung nach dem zweiten Jahr völlig in Stockung gerät. Ihr Wurzelwerk erreicht bei dem üblichen Verband (1—1.5 m) in den ersten zwei Jahren Schluss, von wo ab sie längere Wurzeln nicht mehr entwickelt, sondern eher nach der Tiefe strebt. Ihre Wurzeln verzweigen sich kaum. Sie hat vielmehr lange, die meisten Hindernisse bewältigende zähe, starke Wurzelfaden. Bis andere Holzarten mit Vorliebe die Spalten der Szikböden suchen, kann dies bei den Wurzeln der *Tamarix tetrandra* durchaus nicht vermerkt werden. Die *Tamarix tetrandra* hat in erster Linie dort Zukunft, wo wir mit anderen Holzarten keinen Erfolg erreichen können. Ihre Pflicht ist: als Vorbestand den Weg für die ihr folgenden Holzarten zum Grundwasser zu ebnet.

Tamarix odessana. Obzwar ihr horizontales Wurzelwerk auf Szikböden im Umfang die *Tamarix tetrandra* zu übertreffen scheint, konnten ihre vertikalen Wurzeln, ihrem Verhalten im Pflanzgarten widersprechend, die stark szikhaltigen Schichten vorläufig nicht durchbrechen. Endgültiges Urteil lässt sich jedoch derzeit noch nicht fällen.

Elaeagnus angustifolia. Oelweide. Wurzelwerk sehr üppig, sich verzweigend. Sie durchwebt ihren Wachstumsraum sehr dicht, so dass ihre Nachbarschaft von jeder anderen Holzart schmerzlich empfunden wird. Sie nimmt verhältnismässig nicht viel Platz ein, auch hat sie keine weitreichende Wurzeln, doch nützt sie ihr Wachstumsraum so in horizontaler,

wie vertikaler Richtung gründlich aus. Auf den Szikböden Kl. II₁ und II₂ durchbrechen ihre vertikale Wurzeln binnen 3 Jahren alle kritischen Schichten und erreichen fast das Grundwasser. Auch bei Kl. III₁ ist hierfür jede Wahrscheinlichkeit vorhanden.

Die Oelweide hat auf unseren Szikböden unbedingt ihre Lebensberechtigung. Man darf sie nur nicht mit anderen Holzarten vermischt pflanzen, denn diese werden von ihr unterdrückt. Da ihr Wurzelwerk den Boden reich durchwebt und da sie auf diese Art, die Tamariske übertreffend, ein dichteres Kanalnetz durch die trockenen szikhaltigen Schichten zum Grundwasser baut, hat sie der Tamariske gegenüber noch den Vorzug, dass sie schon zu den Holzarten der Höhenklasse III. gehörend, grössere Holzmasse liefert. Zur Bildung eines Vorbestandes, der als Vorposten eines späteren und eigentlichen Bestandes gelten soll, kann sie unter allen Umständen empfohlen sein.

Pirus piraster. Holzbirne. Auf längst szikhaltig gewordenen Waldböden finden wir zumeist einige alte Holzbirnen. Wenn wir sie künstlich auf szikhaltigen Lehm pflanzen, beharrt sie zäh auf ihrem Platz und ist für die Pflege des Bodens sehr dankbar. Der Dürre im Sommer 1928. leistete sie grossartig Widerstand, ihr Laub welkte nur in ganz geringem Masse ab. Obzwar ihre Wurzeln eine stark abwärts-strebende Tendenz aufweisen, kann sie dennoch nur sehr langsam tiefer dringen. Auch ist ihr horizontales Wurzelwerk nicht so üppig und umfangreich, dass sie zur Aufnahme des zur Verfügung stehenden Wassers aus weiterer Umgebung verhelfen könnte, es ist eher dünn und ärmlich zu nennen. Doch ist es unzweifelhaft, dass ihre Beastung und ihr Laub ziemlich schütter sind und die Verdunstung der kleinen lederartigen Blätter mit xerofitem Charakter eine verhältnismässig geringe ist. Die dünnen, drahtförmigen Wurzeln brechen die kritischen Schichten früher oder später doch durch und dann kann sie ihren gesteigerten Wasserbedarf schon aus dem Untergrund ersetzen. Sie ist die einzige forstliche Holzart, deren Pflanzung wir auf den Szikböden Kl. III₁ ruhig empfehlen können.

Ulmus glabra. Feldulme. Nach der Entwicklung des Schaftes und des Wurzelwerkes der zweijährigen Pflanzen aus dem Pflanzgarten finden wir ihre auf den Böden Kl. I. gewachsenen sehr schönen horizontalen und vertikalen Wurzeln ganz natürlich. Die horizontalen Wurzeln reichen sehr weit. Die starken Wurzeln verzweigen sich, die dünnen jedoch kaum und bilden lange dünne Fäden so hier, noch mehr aber auf den Böden geringerer Beschaffenheit. Bei Kl. III₁ ist das vertikale Wurzelwerk sehr schwach. Die horizontalen Wurzeln liegen fast in einer Fläche, unmittelbar unter der kultivierten Oberschicht, cca 20—25 cm. tief.

Obzwar sie zu den zähesten Holzarten gehört, wird sich bei anhaltender Dürre und bei dem, mit der Entwicklung des Bestandes auftretenden erhöhten Wasserbedarf die Gefahr der Ausdorrung offenkundig melden. Nach dem Gesagten kann also die Pflanzung der Feldulme auf Böden Kl. III₁ nach beliebiger Vor- und Pflegearbeit des Bodens, doch ohne einer chemischen Melioration, nicht vorgeschlagen werden.

Fraxinus americana. Amerikanische Esche. Hat keine weitreichende, sondern eher sich verzweigende Wurzeln, die die Bodenrisse ausfüllend, die Feuchtigkeit und Nährstoffe der oberen Bodenschichten intensiv ausnützen. Wahrscheinlich hat sie es diesem Umstand zu verdanken, dass sie die Dürre, trotz ihres seichten Wurzelwerkes, vorläufig ohne ärgeren Schaden verträgt und es auch auf den stärker szikhaltigen Böden mit den tieferwurzelnden Holzarten aufnimmt. Doch ist es sicher, dass ihre Lebensdauer keine lange sein wird und wir können mit ihrer Pflanzung auf Szikböden für die Zukunft kein anderes Ziel verfolgen, als dass wir sie mit anderen Holzarten vermischt als Bodenschutz und Schirmbestand verwenden. Am besten gedeiht sie auf Ueberschwemmungen ausgesetzten und länger unter Wasser stehenden mehr-minder szikhaltigen Böden.

Fraxinus excelsior. Gemeine Esche. Ihr Wurzelwerk gleicht in vieler Hinsicht dem der Amerikanischen Esche, doch ist sie anspruchsvoller, Szikgehalt, Dürre und Ueberschwemmung verträgt sie in geringerem Masse. Ihr horizontales Wurzelwerk ist etwas weniger umfangreich, abwärts kann sie ebenfalls nicht dringen. Demzufolge kann sie eine Zukunft nur auf den besten Szikböden (Kl. I.) haben, umsomehr, als auch ihre Kronenentfaltung eine sehr verzögerte ist und spät Schluss macht.

Quercus robur. Stieleiche. Auf den Szikböden Kl. I. kann sie so von Sat wie auch von Pflanzen mit dem besten Erfolg gezogen werden. Zuerst entwickeln sich bei ihr die Pfahlwurzel, oder die diese ersetzenden vertikalen Wurzeln. Solange letztere das Grundwasser nicht erreichen, ist die Entwicklung der Pflanze oberhalb der Erde so wie auch die der horizontalen Wurzeln eine ziemlich beschränkte. Ist aber das Grundwasser gefunden, beginnt bei Schaft und horizontalem Wurzelwerk ein rapides Weiterkommen. Mit der Verminderung der Bodenbeschaffenheit, nimmt auch die durch die vertikalen Wurzeln erreichte Tiefe stark ab. Der Stieleiche soll bei der Bepflanzung der Szikböden Kl. II₁ unbedingt noch eine Rolle zugesichert werden, wogegen wir bei Kl. II₂ nur nach chemischer Melioration Erfolg hoffen können.

Populus virginiana. Kanadische Pappel. Ist auf den Szikböden Kl. I., besonders wenn diese etwas feucht sind, unbedingt zu verwenden, denn sie erreicht in 3—4 Jahren das Grundwasser, beginnt von da ab mächtig zu wachsen und liefert eine gewaltige und wertvolle Holzmasse. Auf den

Böden Kl. II₁ kann ihre Zukunft soweit wir mittelst Melioration und intensiver Kultivierung die Ausbildung des vertikalen Wurzelwerkes und ihr Durchdringen zum Grundwasser ermöglichen, gesichert werden. Bodenarbeit und -pflege scheinen ohne Melioration ungenügend zu sein, denn obwohl sie bei günstiger Witterung und Kultivierung jahrelang am Leben bleibt, ein hohes Alter zu erreichen und entsprechendes Gedeihen aufzuweisen ist sie nicht imstande.

Populus alba. Weisspappel. Ist auf szikhaltigem Lehm noch empfindlicher als die *Kanadische Pappel*, ihr Wurzelwerk liegt ziemlich seicht und durchwebt nicht einmal dicht den Boden, so dass die Ausnützung dessen noch extensiver ist als unter der Kanadischen Pappel.

Sophora japonica. Sophora. Hat keine forstliche Bedeutung, besonders nicht auf szikhaltigem Lehm. Auf den Szikböden Kl. I. gedeiht sie vortrefflich. Da lässt sie ein mächtiges Wurzelwerk wachsen, doch nützt sie ihren Boden nicht genügend aus. Auf den schwächeren Böden versagt sie vollständig; ihre vertikalen und horizontalen Wurzeln sind gleichartig schwach.

Acer negundo. Eschenahorn. Auf den Böden Kl. I. und II. weist sie eine rasche Entwicklung auf, doch wird sie schon von der ersten Dürre versengt. Ihr seichtliegendes horizontales Wurzelwerk ist verhältnismässig kräftig entwickelt, fransig sich verzweigend, sucht jeden kleinsten Riss auf und durchwebt diese dicht. Demgegenüber können ihre vertikalen Wurzeln nicht abwärts dringen und so ist die Pflanze ganz auf die Feuchtigkeit der obersten Bodenschicht angewiesen, geht die aber aus, so geht auch der durchaus nicht xerofit Eschenahorn zugrunde, oder er siecht nur dahin.

Wurzelkonkurrenz.

Das Leben des Waldes, des Baumes wird von zahlreichen äusseren und inneren Faktoren beeinflusst. Ihr Gedeihen richtet sich als Endergebnis nach jenen Umständen, die von dem optimalen Zustand am weitesten entfernt sind. Dort, wo die Faktoren des Bodens, wie z. B. die Feuchtigkeit, Nährstoffe in Minimum sind, kann nur die Regulierung des, den einzelnen Bäumen zur Verfügung stehenden Feuchtigkeits- und Nährstoffbedarfes die Grundlage jeder Bestandepflege sein. Hier verknüpft sich die Frage der Wurzelkonkurrenz mit den wichtigsten Fragen des Waldbaues.

Der Gedanke der Wurzelkonkurrenz tauchte zuerst bei der natürlichen Verjüngung auf, die in der Literatur befindliche Beispiele und Studien beziehen sich alle auf den Einfluss, die ältere Bestände auf die jüngeren ausüben.

Diesmal bin ich bemüht über die Wurzelkonkurrenz, die man bei Pflanzungen von denselbem Alter so in Rein- wie auch Mischbeständen vorfinden kann, mit unwiderlegbaren Beweisen zu dienen.

Besonders geeignet sind für solche Untersuchungen die stärker-szikhaltigen Böden, deren fiziologische Tiefe für die meissten Holzarten ziemlich beschränkt ist. Da das seichte Wurzelwerk auf die Feuchtigkeit der leicht austrocknenden Oberschichten angewiesen ist, leidet es bei grossen Dürren, wie jene im Sommer 1928, sehr schmerzlich. Auf solchen Böden und bei solcher Witterung kommt die Wurzelkonkurrenz erst recht zur Geltung und wird stark auffallend. Lebhaftige Beweise hiefür liefern die Abbildungen der Tafel XVIII. resp. Fig. 100., weiters die Tabellen IV. und V.

Während der Dürre im Sommer 1928 fiel es bei der Versuchsparzelle IX. auf, dass einige Kanadische Pappelreihen beinahe ihr ganzes Laub verloren und dass viele Pflanzen auch ganz ausdorrten, wogegen andere Reihen, die zwischen den ersteren standen, unvergleichbar weniger von der Dürre beschädigt wurden.

Auf den dichtnebeneinander und parallel laufenden Rabatten standen in 3—3 Reihen die vor 2 Jahren ausgesetzten Pflanzen: in der Mitte immer *Kanadische Pappeln* (Fig. 100. P.) an beiden Seiten abwechselnd auf der einen Rabatte *Oelweiden* (E) auf der anderen *Sophora* (S).

Nach den Daten der Tabelle IV. verloren die Kanadischen Pappeln zwischen den Oelweiden-reihen 96% ihres Laubes, zwischen den Sophorareihen bloß 68%.

Ich untersuchte die Entwicklungsverhältnisse obiger Pflanzenreihen. Aus der Tabelle V. ist es ersichtlich, (Reihe 5., 6.) dass besonders bei den Trieben vom Jahre 1928 ein auffallend grosser Unterschied zu Gunsten der zwischen den Sophorareihen stehenden Pappeln zu verzeichnen ist. Zweifelsohne haben also die Kanadische Pappelreihen zwischen den Oelweiden so beim Verlieren ihres Laubes, als auch bei der Entwicklung der Jahrestriebe viel ärger gelitten. Die Erscheinung der hier geschilderten Einwirkung trat im Frühjahr 1929 noch krasser hervor, indem von den zwischen Sophorareihen gepflanzten Pappelstecklingen 44.7% zu treiben begannen, während von denen zwischen den Oelweiden bloß 6.6%, die übrigen dorrtten aus.

Wenn eine Holzart von einer anderen unterdrückt wurde, so war im allgemeinen Lichtentziehung, Beschattung die Erklärung dazu. Hier kann aber davon keine Rede sein.

Zur Lösung der Frage untersuchte ich wieder und wieder das Wurzelwerk und die Abbildungen der Tafel XVIII. geben uns den Schlüssel des Rätsels in die Hände. Hier sehen wir, dass die *Kanadische*

Pappel (Abb. 96., 12. Reihe) neben den unscheinbaren Wurzeln der *Sophora* (den Reihen 11. und 13. der Abb. 100. entnommen) ein weit-reihendes, mächtiges Wurzelwerk entwickelte, während die zwischen den *Oelweiden* (Abb. 98. das der Reihe 7. Abb. 100. entnommene Exemplar) gepflanzte *Kanadische Pappel*, (Abb. 99. 8. Reihe) mit der ersteren verglichen, ein viel unentwickelteres Wurzelwerk besitzt, die sich reich verzweigenden Wurzeln der *Oelweide* hingegen durchweben dicht ihren Boden, kriechen sogar unter die *Pappelwurzeln* um alle zur Verfügung stehende Feuchtigkeit aufnehmen und den Boden je intensiver ausnützen zu können. Es ist also klar, dass bei zur Dürre neigenden Verhältnissen die extensive, schütterere Bewurzelung der Kanadischen *Pappel* eine Holzart mit kampffähigerem, kräftigerem, üppigerem und tieferem Wurzelwerk wie die *Oelweide*, nicht bekämpfen kann. Hier kommt also der Fall vor, wo eine übrigens raschwüchsiger, längergeschäftete Holzart (*Kanadische Pappel*) von einer sich langsamer entwickelnden und kürzer geschäfteten (*Oelweide*) unterdrückt wird, was allein auf die Wurzelkonkurrenz zurückgeführt werden kann.

Solche Beispiele finden wir noch unter den Daten der Tabellen IV. und V.

Solange bis dem Wurzelwerk genügender Wachstumsraum oder vielleicht besser gesagt, genügende Bodenfeuchtigkeit und Nährstoffe zur Verfügung stehen, können wir eine Wurzelunterdrückung nicht wahrnehmen. Diese beginnt erst, wenn irgendwo Mangel auftritt, denn da schickt sich das kräftigere, kampffähigere Wurzelwerk an, sich auf Unkosten der Nachbarn auszubreiten resp. seinen Nährstoff- und Feuchtigkeitsbedarf zu decken und davon die anderen zu verdrängen. So geht der, vor unseren Augen sich abspielenden Unterdrückung oberhalb der Erde gewöhnlich schon die Wurzelunterdrückung vor und erstere ist die Folge der letzteren.

Einen interessanten Fall der Wurzelkonkurrenz zeigt Abb. 50, wo das kräftigere horizontale Wurzelwerk der Amerikanischen Esche die horizontalen Wurzeln der Stieleiche dazu zwang, ihre Entwicklungsmöglichkeit in einer anderen Richtung zu suchen, was auch tatsächlich erfolgte, da auf der anderen Seite eine Eichensaatreihe ist und die aus einer Eichensaat stammenden Pflanzen zuerst hauptsächlich nur vertikale Wurzeln entwickeln. Die gegenwärtigen Abbildungen 49., 50., 93. und 94. gehören zu jenem Versuche, dessen Aufgabe war: die Frage zu beantworten, ob der aus einer Eichensaat stammende Jungmais imstande ist den Zeitvorsprung der mit ihm gleichzeitig, parallel und vermischt ausgesetzten einjährigen Pflanzen einzuholen, unter der Voraussetzung, dass das sich natürlich entwickelnde Wurzelwerk der Eichensaat im Kampf

ums Dasein die Pflanzen mit verstümmelter Pfahlwurzel übertreffen könnte. Die Annahme nämlich war, dass die Pfahlwurzeln des Eichensaatjungmaies eventuell früher das Grundwasser erreichen und nachher die horizontalen Wurzeln kräftiger wachsen werden, wie bei den ausgesetzten Pflanzen, da bei diesen die Verstümmelung der Pfahlwurzel, das bei der Verpflanzung in unnatürliche Lage Geraten der Nebenwurzeln resp. die Missbildung des Wurzelwerkes, arge Nachteile bedeutet. Dem gegenüber ist es Tatsache, dass die ausgesetzte Pflanze, der unzweifelhaft feststellbarer Wurzelverzerrung zum Trotz so in ihrem abwärtsgerichteten Wurzelwerk, wie auch im Schafte in jeder Hinsicht viel besser entwickelt ist. Ja gerade die schönsten Pflanzen wiesen alle starke Wurzelmissbildung auf. Daraus kann natürlich nicht unbedingt gefolgert werden, dass die Verzerrung der Wurzeln die Entwicklung anspornen würde. Im gegenwärtigen Fall ist es vielmehr wahrscheinlich, dass die völlig ungeübten Arbeiter einige Pflanzen mit aussergewöhnlich kräftigem Wurzelwerk in die normalen Pflanzlöcher gewaltsam hineinzwängten, so dass die Wurzeln in unnatürliche Lage gerieten; dies war aber für das weitere Gedeihen von keinem Nachteil, ja es gelang sogar den mit mehr Nährstoffreserve versehenen Pflanzen die anderen zu übertreffen.

Auch hatte das für die Eichensaat sich ungünstig entfaltende Ergebnis noch andere Gründe. Sicherheitshalber legten wir nämlich in ein Nest 3—6 Eicheln, so dass auf einem Fleck oft 5—6 Pflanzen zu wachsen begannen, wo natürlich bald Wurzelkonkurrenz auftreten musste.

Als Endergebnis werden die von Pflanzen gezogene Eichen, deren vertikale Wurzeln ihr Ziel im allgemeinen früher erreichten und auch kräftigeres horizontales Wurzelwerk besitzen, nach Schluss der Wurzeln wahrscheinlich nicht nur die Eichensaatreihen unterdrücken, sondern auch die mit schwächeren horizontalen Wurzeln versehene Amerikanische Eschen, obzwar es vorderhand den Anschein hat, als ob letztere einen wesentlichen Vorsprung hätten.

Zusammenfassung.

1. Bei günstigen Verhältnissen, auf mehr-minder lockeren Böden (Pflanzgarten) entwickelt jede Holzart ein tiefes Wurzelwerk, wogegen auf stark szikhaltigem Lehm (Kl. III₁.) nicht einmal die vertikalen Wurzeln der als tiefwurzelnd bekannten Eiche durchdringen können. Hier können nur *Tamarix tetrandra* und *Elaeagnus angustifolia* die auftauchenden Schwierigkeiten bezwingen. Die Ausbildung des tiefen Wurzelwerkes hängt also in erster Reihe von dem Boden und nur in zweiter Linie von der Holzart ab.

2. Das Wesen der Tiefwurzelligkeit ist in der, den auftauchenden schädlichen Einflüssen und Hindernissen gegenüber bewiesenen Kampf- und Widerstandsfähigkeit zu suchen. Die ausgesprochen tiefwurzelnenden Holzarten können nicht darum allen schädlichen Einflüssen (Dürre, Salzgehalt des Bodens etc.) trotzen, weil sie tiefwurzelnend sind, sondern sind darum tiefwurzelnend, weil ihre Wurzeln widerstandsfähiger, kräftiger sind. Die diesbezügliche Fähigkeit der einzelnen Holzarten ist sehr abweichend, wir können, die untersuchten Holzarten in Betracht nehmend, provisorisch nachstehende Stufenfolge feststellen:

- a) *Tamarix tetrandra*, *Elaeagnus angustifolia*
- b) *Tamarix odessana*, *Pirus piraster*, *Amorpha fruticosa*
- c) *Ulmus glabra*, *Ulmus levis*, *Quercus robur*, *Sophora japonica*
- d) *Fraxinus americana*, *Fr. excelsior*, *Populus virginiana*, *P. alba*, *Acer*

negundo.

3) Bei zur Dürre neigenden Verhältnissen spielt sich der Kampf ums Dasein in erster Reihe im Boden ab und in diesem Kampf ist für den Sieg die kräftigere Entwicklung der Horizontalen Bewurzelung von wesentlichem Einfluss, ausschlaggebend jedoch ist, ob die vertikalen Wurzeln das Grundwasser erreichen können oder nicht.

4) Somit ist die Frage der Szikaufforstung zur Wurzelfrage geworden und wir können das Problem, eine Szikfläche zu bepflanzen nun dann erfolgreich lösen, wenn wir in der Lage sind auf jenen Boden eine Holzart zu bringen, deren vertikales Wurzelwerk imstande sein wird die kritischen Schichten durchzubrechen, resp. wenn uns die Möglichkeit gegeben ist, bis dahin den Boden zu pflegen und zu kultivieren, was nach Holzarten und Bodenbeschaffenheit diverse Frist beansprucht.

Für die empfohlenen Holzarten bedarf es im allgemeinen auf den Böden Kl. I. 3, bei Kl. II. 4 und bei Kl. III. 4—5 Jahre Bodenpflege bis zur Erreichung des Grundwassers.

Über die forstwirtschaftliche Bedeutung der mechanisch-technologischen Holzprüfungen.

Dipl. Forsting. *Béla von Török.*

Die Verwendbarkeit des Holzes im Wirtschaftsleben hängt von dessen technischen Eigenschaften ab, diese Eigenschaften aber ändern sich bei derselben Holzart je nach Provenienz, Standort, Wirtschaftungsverfahren, Alter Wuchsform etc. Die Wirtschaft bestrebt sich, im Interesse der Hebung des Einkommens, neben der Steigerung der Massenproduktion auch qualitativ besseres, infolgedessen für den Handel wertvolleres Holz zu erzeugen. Es ist also die Frage von grösster Bedeutung, welchen Einfluss die einzelnen Wirtschaftsfaktoren auf die technischen Eigenschaften des Holzes ausüben. Leider genügen die bisherigen Forschungsergebnisse nicht, um diesbezüglich einwandfreie Schlüsse zu gestatten. Die Lösung dieser, vom forstwirtschaftlichen Standpunkte ausserordentlich wichtigen Frage wäre nur möglich, wenn wir die Untersuchungen auf die unter den verschiedensten Verhältnissen erwachsenen Bestände ausdehnen würden, weiters bei der Durchführung auf die grösste Gleichmässigkeit trachten und schliesslich die Untersuchungen in engem Anschluss an die praktische Wirtschaft ausführen.

Die Ergebnisse der Holzuntersuchungen können von der Wirtschaft nur dann verwertet werden, wenn dieselben als Funktion der forstwirtschaftlichen Faktoren ausgedrückt erscheinen. Deshalb müssen die Holzproben derart ausgewählt werden, dass selbe mit Ausnahme je eines forstwirtschaftlichen Faktors identisch seien. Aus zahlreichen Versuchen, welche den erwähnten Anforderungen gemäss durchgeführt werden, liessen sich schon Schlüsse auf den Einfluss der forstwirtschaftlichen Faktoren auf die technischen Eigenschaften des Holzes ziehen. Um aber diese Schlüsse den Anforderungen des praktischen Lebens in genügendem Masse anpassen zu können, müssen verschiedene wichtige Umstände in Betracht gezogen werden.

So in erster Reihe die richtige und zweckmässige Auswahl der Probestücke, die vollständige Erfassung der forstwirtschaftlichen Faktoren und

die Entscheidung der Frage, welche Untersuchungsergebnisse unseren Zwecken entsprechen, welche wichtigeren Umstände wir zum Gegenstande unserer Erwägungen machen sollen. Bei der Auswahl der Probestücke ist in Betracht zu ziehen, dass selbe von solchen gesunden Stämmen genommen werden müssen, welche zugleich den Durchschnitt des Bestandes bilden. Der Weltverband der Materialprüfer schreibt die Art und Weise der Probeentnahme eingehend vor. Im Interesse der forstwirtschaftlichen Eignung der Ergebnisse wäre es vorteilhafter, die Lage der Probestücke zum Schaft nicht in Metern der Höhe, sondern in Prozenten derselben anzugeben, auf diese Weise gelangen wir sicherer zur Bestimmung des Einflusses der Höhenlage am Schaft auf die technischen Eigenschaften, es stammen ja alle Proben aus relativ gleicher Höhe. Die vollständige Erfassung der forstwirtschaftlichen Faktoren ist nur auf die Weise zu sichern, dass die Untersuchungen in engstem Anschlusse an die Fachleute der praktischen Wirtschaft erfolgen. Was die Verwendung der Untersuchungsergebnisse zu den Zwecken der praktischen Wirtschaft anbelangt, ist hervorzuheben, dass auf diesem Gebiete noch viel zu machen ist. Trotz alledem sind viele Ergebnisse mit gewissem Vorbehalt geeignet, um ein Urteil über den Einfluss der wirtschaftlichen Faktoren auf die technischen Eigenschaften ableiten zu können. So ist die Einfachheit der Bestimmung des spezifischen Gewichtes, die Genauigkeit der Ergebnisse, der Zusammenhang zwischen dem spezifischen Gewicht und anderen technischen Eigenschaften sehr geeignet, um diese Untersuchungen für unsere Zwecke verwendbar zu machen, natürlich immer im Vereine mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen. Die durch das *Janka—Brinell'sche* Verfahren gelieferten Ergebnisse sind nur mit gewisser Beschränkung verwendbar. *Stahmer's* Untersuchungen zeigen, dass die verschiedenen Holzarten diesen Untersuchungen gegenüber verschiedenes Verhalten zeigen, es ist also angezeigt, bei der Beurteilung des Einflusses der forstwirtschaftlichen Faktoren nur immer die Ergebnisse ein und derselben Holzart gegenüber zu stellen.

Die Untersuchungsergebnisse in Bezug auf Schwindung und Quellung können wir ebenfalls für unsere Zwecke verwenden, zur Beurteilung jener Faktoren, die gewisse Wirkung, wenn auch in geringere Masse, auf die erwähnten Eigenschaften ausüben.

Die bei der Bestimmung der Festigkeitseigenschaften des Holzes erhaltenen Ergebnisse verlangen bei Verwendung zu unseren Zwecken sorgfältige Erwägung, da das Holz kein isotropes Material ist. Die Ergebnisse der Zug- und Scherversuchen sind für unsere Zwecke weniger verwendbar, da bei ersteren die auftretende Schubspannung, bei letzteren die Biegungsspannung die Ergebnisse beeinflussen, infolgedessen den Vergleich nahezu ausschliessen. Von den in Bezug auf die Biegungs-

festigkeit erhaltenen Ergebnissen sind die auf die elastischen Formveränderungen bezüglichen Angaben noch am besten verwendbar für unsere Zwecke. Sehr gut geeignet für unsere Zwecke sind die Ergebnisse der Untersuchungen bezüglich der Druckfestigkeit, wenn wir dabei entsprechende Rücksicht nehmen auf die Form der Probestücke, auf die Aststummel, die Belastungsrichtung, die Geschwindigkeit der Steigerung der Belastung usw., auf jene Umstände also, welche bei der einheitlichen Beurteilung der Ergebnisse von Wichtigkeit sind.

Die Gegenüberstellung der bei der Untersuchung des Holzes auf die technologischen Eigenschaften, u. zw. die Eignung zum Sägen, zum Fräsen, zum Hobeln usw. gewonnenen Ergebnisse sind ausserordentlich wichtig, besonders bei der Beurteilung der Bearbeitungsmöglichkeit. Doch sind wir hiebei auf die Angaben der Praxis angewiesen, weil das zur Beurteilung dieser Eigenschaften am besten geeignete Verfahren — nämlich die Messung der bei der Maschinellebearbeitung aufgewendeten Energie — sehr kostbar und zeitraubend ist, deshalb zur Anwendung wenig geeignet erscheint. Von den diesbezüglichen Verfahren ist einzig die Spaltungsprobe leicht anwendbar.

Zur Feststellung der Dauerhaftigkeit des Holzes besitzen wir auch noch kein allgemein anerkanntes Verfahren. Wenn wir bei den mechanisch-technologischen Untersuchungen des Holzes ein einheitliches Verfahren verwenden, auf die Auswahl der Probestücke besondere Sorgfalt aufwenden, im Zusammenhange damit bei der Aufnahme der forstwirtschaftlichen Faktoren nur jene Verfahren in Rechnung ziehen, welche mehr oder weniger einwandfreie Resultate liefern, und die so gewonnenen Angaben miteinander vergleichen, können wir hieraus Schlüsse ziehen, welche einestheils wichtige Hinweise geben in Bezug der Verwendung des Holzes, andernteils aber dem Waldbau unentbehrliche Leitsätze bieten, infolgedessen unser auf Steigerung der forstwirtschaftlichen Rentabilität gerichtetes Streben unterstützen.

Vektor-analytischer Ausgleich von Polygonzügen.

Dr. Ing. K. Ulbrich (Wien) und Ing. J. Sébor (Sopron).

1. Einleitende Bemerkungen.

Eines der modernsten Gebiete der Mathematik ist die Vektor-Analysis. Die bedeutende Entwicklung der Vektor-Analysis in der letzten Zeit ist merkwürdigerweise nicht so sehr den Mathematikern von Fach, als den Ingenieuren und Physikern zu verdanken. Auch die übergeordnete Vektor-Analysis, die sogenannte Affinor- und Tensor-Analysis hat ihre Verbreitung und Förderung mehr von Seiten der mathematischen Physik erfahren.

Ein zeitgemässes Beispiel für diese sonderbare Tatsache stellt die Relativitätstheorie A. Einsteins dar, deren mathematische Behandlung ohne diese modernen mathematischen Hilfsmittel, ohne Einführung des Vektorbegriffes kaum zu machen ist.

Ein Vektor ist seiner Definition nach eine Funktion des Ortes, die jedem Punkt einen Skalar (Zahl) und eine Richtung zuordnet.

In der höheren und niederen Geodäsie hat man es immer wieder mit Dreiecks- und Polygonseiten zu tun, deren Länge durch Berechnung oder direkte Längenmessung bestimmt wird und deren Azimut oder Richtungswinkel gegen ein willkürliches Bezugssystem ermittelt wird.

Hier werden im besonderen die Polygonzüge der niederen Geodäsie und Markscheiderei betrachtet. Jede Polygonseite hat eine bestimmte Länge (Skalar) und eine bestimmte Richtung, lässt sich also als Vektor darstellen. Es ist also beim Ausgleich der Polygonzüge nicht weiter verwunderlich, dass sich zu den klassischen Methoden der Ausgleichsrechnung, die von C. F. Gauss und Legendre entwickelt wurden, der vektorische Ausgleich zugesellt hat.

Der Vektor-Ausgleich ist bis jetzt in zwei, voneinander prinzipiell verschiedenen Methoden entwickelt worden.

Die erste, zeitlich ältere Methode führte *K. Friedrich*¹⁾ vor. Er stützt sich auf die komplexen Zahlen, die sich bekanntlich in der komplexen Zahlenebene als Vektoren, die sogenannten *Gauss'schen* Vektoren darstellen lassen.

Die zweite Methode wurde von *R. Schumann*²⁾ entwickelt. In seinen bisherigen Veröffentlichungen wird eine Ausgleichsrechnung entwickelt, die sich des modernen Vektorbegriffes bedient.

Im Vorjahre interpretierte *F. Baeschlin*³⁾ diese beiden Methoden in sehr ausführlicher Weise, wobei er auch Hinweise gab, wie er sich eine Vervollkommenung vorstellen würde.

Als besonderer Vorzug des vektor-analytischen Ausgleiches nach der Methode *R. Schumann* muss hervorgehoben werden, dass alle vektorisch aufgestellten Beziehungen invariant vom Koordinatensystem sind. Mit anderen Worten ausgedrückt, trotz aller Verschiebungen und Drehungen des Koordinatensystems, müssen immer die identischen Endresultate aufscheinen. Dieser Vorteil der Invarianz der Vektoroperationen geht bei Verwendung der *Gauss'schen* Vektoren, bei den Operationen zweiter Stufe verloren.

Schliesslich ist noch eine Abhandlung von *A. Basch*⁴⁾ zu erwähnen, in der gezeigt wird, dass die Fehlerhaftigkeit eines ungenau bestimmten Vektors durch einen Tensor, den sogenannten Fehler Tensor gekennzeichnet und geometrisch durch das „mittlere Fehlerhyperellipsoid“ beschrieben werden kann. Die vorliegende Abhandlung besonders tangierend, gibt *A. Basch* die vektorische Ableitung für den mittleren Flächenfehler eines Polygonzuges mit ungenau (durch Beobachtungsfehler) bestimmten Polygonpunkten. Diese Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen, es kann aber schon jetzt gesagt werden, dass dieselben ganz neuartige und interessante Ergebnisse zeitigen werden.

2. Theoretische Ausführungen.

In diesem Abschnitte wird der vektor-analytische Ausgleich von Polygonzügen nach der Methode von *R. Schumann* mit gewissen Modifikationen behandelt werden. Diese Modifikationen bezwecken, die Rechenarbeit zu vereinfachen und sie ausserdem an die gebräuchliche Methode der gewöhnlichen Polygonausgleichung möglichst anzupassen.

Fig. 1. Siehe Seite 179.

1) Siehe Fussnote Seite 178.

2) Siehe Fussnote Seite 178.

3) Siehe Fussnote Seite 178.

4) Siehe Fussnote Seite 178.

Man betrachte einen Polygonzug mit n -Seiten von P bis Q der im Punkte P an den Trigonometer B und im Punkte Q an den Trigonometer C angeschlossen ist. Wäre der Polygonzug mathematisch genau gemessen, so müsste folgende Relation bestehen:

Siehe Seite 179.

(1) *)

Infolge der unvermeidlichen Beobachtungsfehler wird aber sowohl ein Winkelschlussfehler, als auch ein Anschlussfehler vorhanden sein. Nach der Methode von *R. Schumann* werden zuerst die Winkel für sich ausgeglichen, also der Winkelschluss hergestellt. Dies ist ja auch bei der gewöhnlichen praktischen Ausgleichsmethode der Fall. Und jetzt erst erfolgt der Seitenschluss nach der Vektor-Methode, wobei auch, und dies ist das wesentliche Kennzeichen, die Winkel nochmals ausgeglichen werden. Auf Grund der unvermeidlichen Beobachtungsfehler besteht, wie Fig. 1 zeigt, folgende Relation:

Siehe Seite 179.

(2)

In dieser Gleichung bedeuten $\mathcal{U}_i$ die gemessenen Seitenvektoren, $\mathcal{D}$ den gegebenen Vektor zwischen den Trigonometern $\overrightarrow{QP}$, der nicht verbessert wird, da er von einer Messung höherer Ordnung stammend, als fehlerfrei gilt, und $\mathcal{W}$ den Widerspruchsvektor. Es handelt sich jetzt darum, diesen Widerspruchsvektor $\mathcal{W}$ zu berechnen. Zu diesem Zwecke multipliziert man die Gleichung (2) einmal skalar mit dem Einheitsvektor der Nordrichtung $\mathcal{N}$ und einmal skalar mit dem Ergänzungsvektor $|\mathcal{N}$ der nichts anderes, als den Einheitsvektor der Ostrichtung darstellt:

Siehe Seite 180.

(3), (3a)

Gestaltet man die vorstehenden Gleichungen (3a) in die gewöhnliche analytische Form um, so erhält man nichts anderes, als die bekannten Formeln für die Koordinaten-Abschlussfehler eines Polygonzuges:

Siehe Seite 180.

I.

Durch Division der Gleichungen I. erhält man die Richtung des Widerspruchsvektors als Funktion der Tangente und durch Quadrieren und nachfolgendes Addieren erhält man seine Länge (Skalar), die in der niederen Geodäsie gewöhnlich als linearer Abschlussfehler bezeichnet wird:

Siehe Seite 180.

II., III.

Durch die vorstehenden Gleichungen II. und III. ist der Widerspruchsvektor gegeben und dessen Aufteilung auf die gemessenen Stücke ist zu bewerkstelligen.

*) Die Vektoren bezeichnen wir mit gothischen, die Skalarwerte aber mit lateinischen Buchstaben.

Die gemessenen, also fehlerhaften Werte sind oben mit Striche, die verbesserten Werte ohne Striche bezeichnet.

Die skalaren Multiplikationen bezeichnen wir nach Schumann mit $\mathcal{C}$ $\mathcal{D}$ Zeichen. $[\]$ bezeichnet nach Gauss die Summation.

Jetzt kann also zum vektorischen Ausgleich des Polygonzuges übergegangen werden, wobei ebenfalls, wie bei der klassischen Ausgleichsrechnung, ein gewisses Postulat an die Spitze gestellt wird. Bei der klassischen Methode besteht bekanntlich die Forderung, dass die Summe der skalaren Fehlerquadrate ein Minimum werden muss. Beim Vektorausgleich besteht eine äquivalente Forderung, hier muss die skalare Quadratsumme der Fehlervektoren ein Minimum werden. Die vektorielle Quadratsumme ist automatisch gleich Null, da der einschliessende Winkel 0° beträgt, das vektorielle Produkt zwischen parallelen Vektoren also Null ist.

Der ausgeglichene Vektor ist gleich dem gemessenen Vektor, plus einer kleinen Korrektur, die im Falle gleicher Gewichte einen Bruchteil des Widerspruchsvektors darstellt:

Siehe Seite 181.

(4)

Substituiert man die vorstehenden Werte in die Gleichung (2), so erhält man:

Siehe Seite 181.

(5)

Diese Korrektur (Verbesserung) der gemessenen Stücke setzen sich, wie aus Fig. 2. ersichtlich ist, aus einer Streckung und aus einer Querverschwenkung zusammen:

Fig. 2. Siehe Seite 181.

$dM'_i = \text{Streckung} + \text{Querverschwenkung.}$

Siehe Seite 181.

(6)

Der erste Summand entspricht also der Verbesserung der Seitenlänge und der zweite Summand der Verbesserung der Richtung der gerichteten Polygonseite. Die skalare Quadratsumme der Fehlervektoren wäre also wie folgt anzusetzen:

Siehe Seite 181.

(7)

Die Streckung und die Querverschwenkung sind Vektoren, haben also die gleiche Dimension. Sie werden aber für die i -te Polygonseite sicherlich verschiedene Gewichte g_i^2 und p_i^2 besitzen, so dass also die Gleichung (6) richtiger wie folgt anzusetzen ist, wobei der Abkürzung halber statt $A_i \cdot |dM'_i| = a_i$ gesetzt wird.

Siehe Seite 181.

(8)

Bezüglich der Gewichte g_i^2 für die Streckung und p_i^2 für die Querverschwenkung ist folgendes zu sagen. Den mittleren Fehler der Streckenmessung von Polygonseiten kann man mit $m_A = c \cdot \sqrt{A}$ annehmen. Das Gewicht g_i^2 ist also verkehrt proportionell zu A_i .

Den mittleren Fehler der Winkelmessung eines Polygonzuges kann man aber unbedenklich als gleich annehmen. Er sei m_ω . Die Querverschwenkung wächst also linear mit der Seitenlänge A_i . Ihr Gewicht p_i ist also verkehrt proportional zu A_i .

Den Zusammenhang zwischen g_i^2 und p_i^2 kann man sich leicht dadurch herstellen, dass man die beiden obenstehenden Schlussfolgerungen in die eine zusammenzieht, dass g_i^2 durch p_i^2 direkt proportional zu A^i sind. Das gleiche Resultat würde man auch erhalten, wenn man in die von R. Schumann in (2 b) abgeleitete Formel die Werte für m_ω und m_s substituiert:

Siehe Seite 182.

(9)

Die skalare Quadratsumme der Fehlervektoren drückt sich also endgültig wie folgt aus:

Siehe Seite 182.

(10)

Es liegt also der Fall eines relativen Minimums vor, nämlich die Bedingungsgleichung (5) und die Minimumsbedingung (10). Man stellt jetzt ebenso wie bei der klassischen Methode die „erweiterte Minimumsbedingung“ auf, die in vektorischer Form folgendermassen lautet, wobei $\mathfrak{L}$ den Korrelatvektor bedeutet:

Siehe Seite 182.

(11)

in Bezug auf die $2n + 1$ Grössen dA_i , a_i und $\mathfrak{L}$. Die $2n + 1$ Normalgleichungen lauten allgemein:

Siehe Seite 182.

(12)

Führt man diese Differentiation aus, so erhält man die $2n + 1$ Normalgleichungen:

Siehe Seite 182–183.

(13), (14), (15)

Entwickelt man die Gleichungen (13) und (14) in die analytische Form, so erhält man:

Siehe Seite 183.

(16)

Substituiert man diese Werte in Gleichung (15), so erhält man:

Siehe Seite 183.

(17)

Multipliziert man diese Gleichung (17) skalar

a) mit $\mathfrak{W}$

b) mit $\overline{\mathfrak{W}}$ so erhält man:

Siehe Seite 183–184.

(18), (19), (20), (21), (22), (23) IV.

Setzt man $g_i^2 = p_i^2 = 1$, nimmt man also alle Gewichte gleichwertig an, so nimmt die Gleichung IV. folgende Form an:

Siehe Seite 184.

(24), (25)

In diesem Spezialfall wäre also der Widerspruchsvektor und der Korrelatvektor zueinander parallel:

Siehe Seite 184.

(26), (27), (28), (29) V.

Macht man auch hier die Annahme, dass $g^2 = p^2 = 1$, so nimmt die Gleichung V. folgende spezielle Form an:

Siehe Seite 14.

(30), (31)

In diesem interessanten Fall wird also der Widerspruchsvektor gleichmässig auf die Polygonseiten aufgeteilt werden. Man sieht also auch hier, wie wohlbegründet die in allen Lehrbüchern aufgestellte Forderung nach Polygonzügen mit womöglich gleich langen Seiten ist, da dann die Näherungsverfahren, wie sie meist üblich sind, sehr nahe an die strenge Ausgleichung herankommen.

Da jetzt der Korrelatvektor $\mathfrak{L}$ der Länge und Richtung nach bekannt ist, lassen sich die Streckungen dA'_i und die Querverschwenkungen $|\overline{d\mathfrak{U}'_i}|$ im Bogenmasse nach Gleichung (16) berechnen, womit die eigentliche vektor-analytische Ausgleichung beendet ist:

Siehe Seite 185.

VI., VII.

Zur Kontrolle der f_x, f_y und L multipliziert man die Gleichung (17) skalar:

a) mit $|\mathfrak{N}$

b) mit $\mathfrak{N}$

und erhält nach analogen Umformungen, wie bei der Berechnung des Korrelatvektors, folgende Resultate:

Siehe Seite 185.

(32), (33) VIII. (34), (35) IX.

Eine sehr hübsche und umfassende Schlusskontrolle erhält man mit Hilfe der Gleichungen (13) durch Multiplikation mit $dA'_1, dA'_2, \dots$ und der Gleichungen (14) durch Multiplikation mit $a'_1, a'_2, \dots$ und nachfolgende Summation:

Siehe Seite 186.

(36), (37) X.

3. Vektor-analytischer Näherungsausgleich.

Interessant ist es, den in der Praxis üblichen Näherungsausgleich für Polygonzüge und den strengen vektor-analytischen Ausgleich gegenüberzustellen.

Beim praktischen Ausgleich stellt man für die Gewichte g_i^2 und p_i^2 folgende Bedingungen auf:

Siehe Seite 186.

(38), (39)

Die zweite Bedingung gilt in voller Strenge, stellt also keine Näherung dar. Wohl aber stellt die erste Bedingung eine solche Näherung dar. Theoretisch strenge ist, wie schon früher abgeleitet wurde, p_i^2 proportional $\frac{1}{A_i^2}$. Beim praktischen Ausgleich werden also die Gewichte der Querverschwenkung, die ja zum Grossteil durch die Winkelfehler entsteht, geändert.

Glücklicherweise überwiegen aber bekanntlich bei der Polygonzugsmessung die Einflüsse der Seitenfehler weitaus diejenigen der Winkelfehler.

Am besten illustriert wird diese Behauptung dadurch, dass bekanntlich der Widerspruchsvektor $\mathfrak{B}$ (auch linearer Abschlussfehler genannt) zumeist in der allgemeinen Zugsrichtung liegt.

Substituiert man die Gleichung (38) in die Gleichung IV., so erhält man:
 Siehe Seite 186. IV'.

Die Gleichung V. nimmt nach Einführung obiger Gewichte folgende Form an:

Siehe Seite 186. (40) V'.

Nach Gleichung (16) lassen sich jetzt die Streckungen und Querver-schwenkungen berechnen:

Siehe Seite 186. VI'. VII'.

Die Kontrollgleichung X. nimmt folgende Form an:

Siehe Seite 187. X'.

Die Gleichungen VI'. und VII'. stellen nichts anderes, als das in der Praxis übliche proportionale Verteilen des Abschlussfehlers dar.

Man sieht daraus, dass der praktisch übliche Näherungsausgleich durchaus seine Berechtigung hat, was schliesslich auch die Praxis bei dieser Näherungsmethode schon längst bewiesen hat.

Schliesslich ist noch zu bemerken, dass es für den vektor-analytischen Ausgleich sicherlich sehr erfreulich ist, wennn Endformeln entstehen, die sich in der Praxis schon lange bewährt haben.

4. Numerisches Beispiel.

Um die Resultate leichter kontrollieren und die klassische, sowie die vektorielle Methode vergleichen zu können, wurde dasselbe Beispiel ausgearbeitet, welches *Jordan* mit Hilfe der klassischen Methode ausglich (5). Denselben Polygonzug behandelte auch *O. Eggert* nach dem Prinzip der klassischen Methode, auf eine gemischt numerisch-graphische Art (6), und *K. Friedrich* mit Hilfe der *Gauss'schen* Vektoren (7.)

Fig. 3. Siehe Seite 187.

Die Rechnungen wurden mittels der Rechenmaschine ausgeführt und behufs leichter Uebersicht in tabellarischer Form gebracht.

In der ersten Tabelle sind die gemessenen Werte enthalten. Hier wurde der erste Winkelschluss hergestellt und mit in Anspruchnahme der so gebildeten Winkel, ergibt sich der Richtungswinkel der Seiten. Weiters wurde die Länge und der Richtungswinkel des fehlerhaften Vektors zwischen den Punkten 1, 9 berechnet.

Tabelle 1. Siehe Seite 191.

In Tabelle 2, oder der sogenannten Winkeltafel, wurden diejenigen Winkel zwischen den Vektoren eingetragen, die man bei den Berechnungen benötigt.

Tabelle 2. Siehe Seite 192.

In Tabelle 3 wurden nach den Formeln I., II., III. die Werte der Fehlervektoren berechnet.

Tabelle 3. Siehe Seite 193.

Beim Berechnen der Gewichte lag der durch *Jordan* angegebene mittlere Fehler der Winkel- und Streckenmessung zu Grunde. Den mittleren Fehler der Streckenmessung gibt *Jordan* mit $m_A = c \cdot \sqrt{A} = \pm 0'015 \cdot \sqrt{A}$ an, also $\frac{1}{g_i^2} = c^2 \cdot A_i$. Der mittlere Fehler der Winkelmessung ist nach *Jordan* $m_\omega = \pm 0'5$. Aus diesem Wert resultiert der mittlere Fehler einer Richtung mit $m_\omega = \pm \sqrt{m_r^2 + m_r'^2} = \pm m_r \sqrt{2}$ und $m_r = \pm \frac{\pi \cdot \omega}{\sqrt{2}} = \pm 21''$. Die Gewichte der Querverschwenkungen wurden mittels der Formel (9) berechnet. Die Ergebnisse dieser Rechnungen gibt Tabelle 4. Siehe Seite 194.

In Tabelle 5, siehe Seite 195, wurden mit Formel IV. und V. die Werte des Korrelatenvektors berechnet.

Die bisherigen Berechnungen kontrolliert man mit Verwendung der Formel VIII. und IX.

Tabelle 6. Siehe Seite 196.

Nun kann man zur Berechnung der Seiten- und Richtungskorrekturen laut Formel VI. und VII. übergehen.

Tabelle 7. Siehe Seite 197.

Zur umfassenden Schlussprobe der Korrekturen sind die Kontrollberechnungen laut Formel X. zu vollziehen.

Tabelle 8. Siehe Seite 197.

Endlich kann man zur Verbesserung der Richtungswerte, sowie der Seitenlängen übergehen. Mit diesen verbesserten Werten berechnet man schliesslich die wahrscheinlichsten Werte der Koordinaten.

Um die Resultate, die mit der Vektormethode erhalten worden sind, mit den Resultaten der vektoriellen Näherungsmethode und der allgemeinen praktischen Methode vergleichen zu können, wurden auch die verbesserten Brechungswinkel, die Korrekturen der Brechungswinkel, und die Korrekturen der Koordinaten berechnet.

Tabelle 9. Siehe Seite 198.

Die Berechnungen desselben Beispiels wurden auch mit der vektoriellen Näherungsmethode durchgeführt, und zwar mit Hilfe der Gleichungen V., VI., VII. und X'.

Tabelle 10 und 11. Siehe Seite 199–200.

Tabelle 12 enthält die Ergebnisse, berechnet nach der allgemeinen praktischen Methode, die darum gebracht werden, um Vergleiche anstellen zu können.

Tabelle 12. Siehe Seite 201.

Zuletzt wurden in der Tabelle 13 die Resultate zusammengefasst, die nach *Jordan*, *Eggert* und der vektor-analytischen Methode, dann mit Hilfe der Näherungs-Vektormethode und der in der Praxis üblichen Näherungsmethode erhalten worden sind.

Tabelle 13. Siehe Seite 202—203.

5. Zusammenfassung.

Wenn man die strenge vektor-analytische Ausgleichsrechnung mit der klassischen Methode vergleicht, dann ist es ersichtlich, dass man bei der klassischen Methode drei Korrelaten hat, das heisst mit drei Normalgleichungen zu arbeiten hat, während man bei der vektor-analytischen Methode bloss eine Korrelate hat. Es ist unzweifelhafte Tatsache, dass dies den Gang der Rechnungen sehr verkürzt, ihn bedeutend übersichtlicher macht, mit einem Wort vereinfacht. Die eigentliche Ausgleichsrechnung ist kurz, nur die Kontrollrechnungen verlängern dieselbe, was aber zur Sicherheit der Berechnungen notwendig ist; dies ist übrigens bei der klassischen Methode auch vorfindbar. Aus der durchgeführten Zugsausgleichung ist es offensichtlich, dass die vektor-analytische Ausgleichung auch praktisch gut verwendbar ist, weil die gesamten Berechnungen mit der Rechenmaschine vollziehbar sind, und sich leicht in übersichtliche tabellarische Form bringen lassen.

Vergleicht man die Endergebnisse mit den von *Jordan* erhaltenen Resultaten, so ist ersichtlich, dass bei den Richtungswerten 1—2 Sekunden Differenz vorkommen, was bei Polygonzügen vollkommen belanglos ist. Bei den verbesserten Winkeln treten die den Richtungswerten entsprechenden Differenzen auf, was ja der Fall sein muss. Was die Seitenlängen betrifft, ergeben beide Methoden die gleichen Resultate, mit Ausnahme der beiden längsten Seiten, wo 1—1 cm. Differenz ist. Unter den Ordinaten ist bei zweien 1—1 cm. Differenz, der Grund dafür liegt in den unvermeidlichen Abrundungsfehlern. Es ist zu bemerken, dass gegenüber der *Eggert*'schen Rechnung beim t des Punktes 3, 3 cm. Abweichung besteht. Die Ursache liegt darin, dass in den Rechnungen *Eggert*'s $f_x = 42$ cm. ist, während es richtig $f_x = 40$ cm. lauten soll.

Was die Resultate der Annäherungs- und Prismamethode betrifft, so stehen dieselben — wie aus den angeführten Tabellen hervorgeht — den durch die strenge Methode erhaltenen Resultaten sehr nahe, um so mehr, als in den Koordinaten der Polygonpunkte höchstens 4—5 cm. Differenz vorkommt. Diese Differenz entsteht dadurch, dass — wie schon an anderer Stelle erwähnt — das Gewicht der Seitenmessungen und der zugehö-

rigen Querverschwenkungen als gleich angenommen werden, also die Ausgleichung — gleiche Gewichte angenommen — der Theorie ganz entspricht.

Diese Differenzen sind bei Aufnahme von Fluren zulässig, es ist also ganz gerechtfertigt, dass man bei solchen Polygonzügen, statt der mit vieler Arbeit verbundenen strengen Ausgleichung, diese praktische Methode benützt. Bei Stadtvermessungen aber und bei Markscheiderarbeiten, wo wir die möglichst grösste Präzision verlangen müssen, ist — wegen des einfachen Ganges der Rechnung — die strenge vektor-analytische Ausgleichung angezeigt, um so mehr, als die Gewichte der Winkelmessung und der Seitenmessungen gesondert sind und, was wesentlich ist, der praktischen Messung und der Theorie entsprechend.

Mit Berufung auf *R. Schumann's* Abhandlungen und den in vorliegender Abhandlung erhaltenen Ergebnisse, muss man darauf hinweisen, welche grosse Vorteile bei den geodätischen Berechnungen die vektor-analytische Methode sichert, um so mehr, da dieselben nicht nur in formaler, sondern auch in numerischer Hinsicht den bisherigen Berechnungsmethoden zumindest die Wage halten, ja in formaler Hinsicht stets überlegen sind, da sie geometrisch leichter zu deuten sind. Es ist also sicher nur wünschenswert, wenn sich die vektor-analytischen Methoden in den geodätischen Gebieten Eingang verschaffen.

Untersuchungen über den N-Stoffwechsel des Waldbodens.

Von : *D. Fehér.*

(Aus dem Bot. Inst. der kön. ung. Hochschule f. Berg- und Forstingenieure.)

Ueber diesen Gegenstand, wie ja überhaupt über den N-Umsatz der landwirtschaftlichen Böden, sind bereits recht zahlreiche Untersuchungen vorhanden. (I.) Entsprechend jener Fragestellung, die ich bei meinen früheren Untersuchungen aufgestellt habe, haben wir uns parallel mit den Kohlensäureuntersuchungen meines Institutes auch die Erforschung des N-Stoffwechsels im Waldboden in Angriff genommen. (IX.) Unser erstes Ziel war, zunächst den zeitlichen Verlauf des N-Umsatzes und jener biologischen und biochemischen Prozesse zu verfolgen, welche den N-Stoffwechsel des Waldbodens beeinflussen.

Ich habe im Laufe dieser Untersuchungen getrachtet, auch dieses Fragenkomplex in seinem allseitigen Zusammenhange zu erfassen. Bei diesen Arbeiten habe ich den N-Stoffwechsel des Waldbodens mit seinen beeinflussenden Faktoren untersucht.

Die untersuchten Detailfragen waren hierbei die folgenden:

1. *Der Gesamt-N-Gehalt* wurde nach dem Verfahren von *Guning—Atterberg* ermittelt. (III.)

2. *Der Nitrat-N.* wurde nach dem Verfahren von *Whiting, Richmond* und *Schoonower* ermittelt. (IV.)

3. *Der Protozoengehalt*, wobei der Gesamtprotozoengehalt, die Cysten und die aktiven Formen getrennt nach dem Verfahren von *Cutler* ermittelt wurden. (V.)

4. *Der Gesamtbakteriengehalt*, wobei die aeroben und anaeroben getrennt gezählt wurden und die Summe der beiden den Gehalt an Gesamtbakterien ergibt.

5. *Die physiologischen Gruppen der Bodenbakterien* wurden nach einer besonderen Methode bestimmt, die das elektive und Verdünnungsverfahren vereinigt. (VI.)

6. *Der Humusgehalt* wurde mit Kaliumbichromat bestimmt. (VII.)

7. *Die ph-Werte* wurden elektrometrisch mit der Methode und Apparatur von *Mislowitzer* ermittelt. Ausserdem haben wir noch eine eigene einfache Apparatur zusammengestellt, welche ebenfalls mit der Chinhydron-elektrode arbeitet. Als Nullinstrument diente ein *Weston'sches* Galvanometer und die Kompensation wurde mit einer *Wheatstone—Kirchhoff'schen* Brücke bewirkt. Um das Galvanometer möglichst schonen zu können, haben wir für die grobe Einstellung ein Milliampere-meter vorgeschaltet, dass dann für die feine Einstellung mit einem einfachen Stromwechsel nach Bedarf auf das Galvanometer umgeschaltet werden kann. (VIII.) (Siehe Fig. 1.)

8. *Die Bodentemperatur* wurde an der Oberfläche gemessen. Ausserdem habe ich noch gemessen

9. *die Lufttemperatur* und

10. *die Niederschlagsmenge*.

Die ph-Werte habe ich wöchentlich, resp. zweiwöchentlich gemessen. Die Lufttemperatur wurde mit Registerapparaten fortlaufend gemessen und die Niederschlagsmenge wurde täglich bestimmt. Die anderen Faktoren wurden monatlich einmal gemessen.

Die Bodenproben wurden nach dem Entfernen der Bodendecke von 5—10 cm. Tiefe von 15—20 Stellen gesammelt und sorgfältig durchgemischt.

Die Untersuchungen habe ich auf drei Versuchsflächen durchgeführt, deren kurze Beschreibung gebe ich in den folgenden:

1. *Fichtenwald im botanischen Garten der Hochschule.*

Versuchsfläche Nr. I.

Alter 50 Jahre, auf Lehm Boden mit reichlichen Bodenpflanzen.

In der Nähe des Versuchsplatzes haben wir die folgenden Bodenpflanzen gefunden: zerstreut *Ligustrum vulgare* L., *Sambucus nigra* L., *Berberis vulgaris* L., dann *Hedera helix* L., *Rubus idaeus* L., *Galeopsis pubescens* Bess., *Viola silvestris* Lam., *Lysimachia nummularia* L., *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) R. et Sch., *Ajuga reptans* L., *Fragaria vesca* L., *Epilobium montanum* L., *Convallaria majalis* L., *Mnium undulatum* (L.) Neck., *Fissidens taxifolius*.

Die Resultate der Untersuchungen zeigt Figur Nr. 2 und Tabelle Nr. I.

2. *Fichtenwald in Agfalva, Forstverwaltung der Hochschule.*

Versuchsfläche Nr. V.

Betriebsklasse: J. Abt.: I. Waldparzelle: 12. Standortsklasse: II. Höhe: 360—400 m. ü. M. Frischer, sandiger Lehm Boden auf Schotter. Alter: 24 Jahre. Bestandesschluss: 1'0. Exposition SW. Besteht aus 0'5 Fichte

(*Picea excelsa* (Lam. et Dc.) Lk.), 0'1 Schwarzkiefer (*Pinus nigra* Arn.), 0'1 Lärche (*Larix decidua* Mill.), 0'3 Weissbuche (*Carpinus betulus* L.) und Pappel (*Populus tremula* L.).

Bodenpflanzen: *Corylus avellana* L., *Cyclamen europaeum* L., *Brachypodium silvaticum* (Huds.) R. et Sch., *Viola silvestris* Lam., *Convallaria majalis* L. und Moose.

Die Resultate der Untersuchungen zeigt Figur Nr. 3 und Tabelle Nr. II.

3. Unterbauter Niederwald in Agfalva, Forstverwaltung der Hochschule.

Versuchsfläche Nr. VII.

Betriebsklasse: H. Abt.; II. Waldparzelle: 22. Standortsklasse: II. Fläche: 1 Kat.-Joch. Alter: 7 Jahre. Höhe: 360 m. ü. M. Frischer, sandiger Lehmboden, Untergrund an dem nördlichen Teil Schotter und an dem südlichen Teil Schiefer und Gneis. Besteht aus: 0'7 Fichte (*Picea excelsa* (Lam. et Dc.) Lk.), 0'3 Tanne (*Abies alba* Mill.) und Lärche (*Larix decidua* Mill.). Den Niederwald bilden Sprossen von *Carpinus betulus* L. Zerstreut einige *Castanea sativa* Mill. und *Fagus silvaticus* L.

Bodenpflanzen: *Corylus avellana* L., *Genista pilosa* L., *Genista germanica* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Luzula nemorosa* (Pohl) E. Mey., *Festuca ovina* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Convallaria majalis* L., *Galium silvaticum* L., *Fragaria vesca* L., *Cyclamen europaeum* L., *Campanula persicifolia* L., *Campanula glomerata* L., *Melampyrum pratense* L., *Peltigera canina* Hoffm.

Die Resultate der Untersuchungen zeigt Figur Nr. 4 und Tabelle Nr. III.

Tabelle IV. zeigt die Tiefenverteilung des Gesamt- und Nitrat-N-Gehaltes im Monate Februar 1928, bei zwei Versuchsflächen.

Diese Ergebnisse sollen vorläufig nur zur Orientierung dienen. Sie zeigen die recht interessante Tatsache, dass der Gesamt-N-Gehalt bis zu 40 cm. Tiefe allmählich zunimmt. Dagegen zeigt der Nitrat-N-Gehalt nur bis zu 20 cm. Tiefe eine wahrnehmbare Zunahme und später bis zu 40 cm. Tiefe eine Verminderung eintritt. Diese Tatsache findet ihre Erklärung wahrscheinlich in dem Umstand, dass in dieser Tiefe einerseits die Nitrifikation infolge des O-Mangels geringer wird und andererseits diese Schichten zu dem wirksamen Wurzelbereich gehören und dadurch natürlich eine erhöhte Nitrataufnahme bedingt wird.

Die Zusammenfassung der Resultate zeigt Tabelle Nr. V.

Die Besprechung der Resultate.

Wenn wir auf Grund der beigelegten Abbildungen und Tabellen die Ergebnisse dieser Untersuchungen näher betrachten, so ergeben sich die folgenden biologischen Zusammenhänge:

a) Der N-Stoffwechsel des Waldbodens hat einen ausgeprägten zeitlichen Verlauf. Der Gesamt-N-Gehalt des Waldbodens erreicht ihre maximalen Werte in den Sommermonaten Juni und Juli. Im Laufe des Herbstes tritt eine rapide Abnahme ein und das Minimum resultiert bei allen drei Waldtypen im Laufe des Monats September. Von September auf Oktober zeigt die Gesamt-N-Kurve eine rapide Steigerung, im Laufe des Spätherbstes und des Winters bleibt sie ungefähr auf dem gleichen Niveau, steigt aber in den Frühlingsmonaten wieder merklich an, um ihr Maximum im Hochsommer zu erreichen.

Der Nitrat-N-Gehalt zeigt ungefähr das gleiche Bild, mit dem Unterschied jedoch, dass das Maximum des Nitrat-N-Gehaltes im Frühling, und zwar in den Monaten April und Mai zu konstatieren ist.

Zwischen dem Gesamt-N-Gehalt und dem Nitrat-N-Gehalt einerseits und dem Gesamtbakteriengehalt andererseits besteht insofern ein Zusammenhang, dass alle insgesamt ihr Maximum in den Frühlings-, bzw. Sommermonaten erreichen.

Viel prägnanter und deutlicher ist der Zusammenhang zwischen der Boden- und Lufttemperatur und dem Verlauf der beiden N-Kurven. Da nach den Vorstehenden zwischen der Lichtintensität und der Temperaturkurve ein ausdrücklicher Parallelismus besteht, so kann man ganz entschieden einen Zusammenhang zwischen dem Gesamt-N-Gehalt und Nitrat-N-Gehalt und diesen beiden Umweltfaktoren konstatieren.

b) Bei den beiden Versuchsflächen, Versuchsfläche I. und V., welche gut geschlossene und mittelalterige Bestände sind, zeigen die nitrifizierenden Bakterien ein Maximum im Winter, bzw. im Vorfrühling. Bei Versuchsfläche Nr. V. weisen die denitrifizierenden Bakterien ein Frühjahrs- und ein Herbstmaximum und bei der Versuchsfläche I. nur ein Herbstmaximum auf. Versuchsfläche VII. zeigt etwa abweichendes Verhalten, da hier die nitrifizierenden und denitrifizierenden Bakterien gleichwohl ein Frühjahrs- und ein Herbstmaximum zeigen. Bei diesen Versuchsflächen entspricht nun dem Frühjahrsmaximum der nitrifizierenden Bakterien auch ein Frühjahrsmaximum des Nitrat-N-Gehaltes.

c) Die N-bindenden Bakterien geben kein einheitliches Bild. Aus den gesagten geht auch nun hervor, dass zwischen der Anzahl dieser Bakterien und den N-Gehalt kein unmittelbarer Zusammenhang nachgewiesen werden kann. In diesem Falle bekommen wir daher ein ganz anderes Bild, als bei der Kohlensäureproduktion des Waldbodens. Dieser Faktor steht nämlich in ganz deutlichem und kausalem Zusammenhang mit der Anzahl der Gesamtbakterien. Bei der N-Bindung im Waldboden kann auf Grund dieser Untersuchungsergebnisse ohne weiteres festgestellt werden, dass innerhalb eines Waldtypes die zahlenmässigen Aenderungen der erwähnten drei

Bakterienarten für die Gestaltung der beiden N-Kurven fast wirkungslos sind. Bei dem N-Stoffwechsel des Waldbodens spielt also hauptsächlich die durch die Temperaturänderungen induzierte Intensität der Mikroben-tätigkeit jene ausschlaggebende Rolle, welche den Verlauf des N-Umsatzes des Waldbodens unmittelbar beeinflusst.

Desgleichen sind auch innerhalb der gleichen Waldtypen der Humus-gehalt und die ph-Werte fast vollkommen wirkungslos.

Der allgemeine Verlauf der beiden N-Kurven kann nach meiner An-sicht folgenderweise erklärt werden:

Die Hauptquelle des N-Gehaltes des Waldbodens ist ja bekanntlich der alljährlich eintretende Laubfall. Da der Laubfall im Herbst erfolgt, so kann das derart gewonnene Material infolge der niedrigen Temperatur im Spätherbst und im Winter durch die Bakterien nicht genügend verarbeitet werden. In diesem Falle wird daher in der ersten Reihe nicht die Anzahl, sondern die Intensität der N-Bakterien durch die Temperatur beeinflusst.

Gemäss der steigenden Temperatur im Frühjahr und im Sommer tritt nun eine erhöhte Intensität der Bakterien ein. Parallel mit dieser Erschei-nung beginnt aber auch die Lebenstätigkeit der Waldbäume, wodurch na-türlich hauptsächlich die Nitrat-N-Mengen verbraucht werden. Die Menge des Nitrat-N wird jedoch durch die nitrifizierenden Bakterien aus dem Reservevorrat der Gesamt-N ergänzt. Im Laufe des Spätsommers und des Frühherbstes wird aber auch dieser Vorrat allmählich erschöpft und es zeigen nun alle drei Waldtypen vollkommen übereinstimmend, dass der Vorrat an Gesamt-N und Nitrat-N ihre minimale Werte im Monate Sep-tember erreichen.

Im Oktober erfolgt wieder der Laubfall, wodurch den N-Bakterien reichliche Nahrung geboten wird. Und da im Monate Oktober die Tem-peratur noch verhältnismässig hoch bleibt, so wird dadurch der N-Vorrat des Bodens durch die N-Bakterien wieder ergänzt. Dieser Vorrat bleibt jedoch im Laufe des Winters ungefähr auf dem gleichen quantitativen Niveau und erst im Frühjahr beginnt dann wieder der bereits geschilderte Verlauf des Gesamt-N-Gehaltes und Nitrat-N-Gehaltes des Waldbodens.

Zusammenfassung der Resultate.

1. Der N-Stoffwechsel des Waldbodens hat einen ausgeprägten zeit-lichen Verlauf. Der Gesamt-N-Gehalt des Waldbodens erreicht ihre maxi-malen Werte in den Sommermonaten Juni und Juli. Im Laufe des Herbstes tritt eine rapide Abnahme ein und das Minimum resultiert bei allen drei Waldtypen im Laufe des Monates September.

2. Der Nitrat-N-Gehalt zeigt ungefähr das gleiche Bild mit dem Unterschied, dass das Maximum des Nitrat-N-Gehaltes im Frühling, und zwar in den Monaten April und Mai zu konstatieren ist.

3. Zwischen dem Gesamt-N-Gehalt und Nitrat-N-Gehalt einerseits und dem Gesamtbakteriengehalt andererseits besteht insofern ein Zusammenhang, dass alle insgesamt ihr Maximum in den Sommermonaten erreichen.

4. Viel prägnanter und deutlicher ist der Zusammenhang zwischen der Boden- und Lufttemperatur und dem Verlauf der beiden N-Kurven. Da nach den Vorstehenden zwischen der Lichtintensität und der Temperaturkurve ein ausdrücklicher Parallelismus besteht, so kann man ganz entschieden einen Zusammenhang zwischen dem Gesamt-N-Gehalt und Nitrat-N-Gehalt und diesen beiden Umweltfaktoren konstatieren.

5. Bezüglich den Zusammenhang zwischen den nitrifizierenden und N-bindenden Bakterien einerseits und dem Gesamt-N-Gehalt und Nitrat-N-Gehalt andererseits, besteht kein so ausgeprägter und kausaler Zusammenhang, als zwischen dem Bakteriengehalt des Waldbodens und der Kohlensäureproduktion desselben. Bei der N-Bindung im Waldboden kann auf Grund meiner Untersuchungsergebnisse ohne weiteres festgestellt werden, dass innerhalb eines Waldtypes die zahlenmässigen Aenderungen der nitrifizierenden, denitrifizierenden und N-bindenden Bakterien für die Gestaltung der Gesamt-N-Kurve und Nitrat-N-Kurve fast wirkungslos sind.

Bei dem N-Stoffwechsel des Waldbodens spielt also wahrscheinlich die Hauptrolle die Intensität der Mikrobentätigkeit, welche durch die Temperaturänderungen bedingt wird.

6. Die ph-Werte und die Werte des Humusgehaltes sind innerhalb des gleichen Waldtypes ebenfalls ohne deutliche Wirkung.

Zur Frage der Holzprüfnormen.

Dipl. Forsting. Béla v. Török.

Die Bestimmungen des internationalen Verbandes für die Materialprüfungen von 1906 regeln die einheitlichen Methoden bei der Probeentnahme und Durchführung der Prüfungen. Diese Normen wurden neuerdings vom Deutschen Verband für die Materialprüfungen überarbeitet und als Entwurf im fünften Heft vom 5. 6. 1929 der „*Baunormung*“ veröffentlicht.

Laut diesen Vorschriften sind die Probestücke zu Biegeversuchen von solchen Stammabschnitten zu entnehmen, die in einer Höhe von 7 bis 10 m. über dem Boden liegen, während die sonstigen Probestücke unmittelbar unterhalb oder oberhalb dieses Stammteiles entnommen werden. Wenn man die Proben immer aus dem Stammabschnitt von 7 bis 10 m. Höhe nimmt, kann der Vergleich der so erhaltenen Ergebnisse nicht vollkommen einwandfrei sein, weil man die Prüfungsergebnisse verschiedenen Alters nebeneinander stellt.

Wie gross die Wuchszeitunterschiede in diesem Falle sein können, weise ich auf Tabelle Nr. 1. auf Seite 223. Die Daten der Tabelle sind von Dr. Schwappach's Ertragungstabellen zusammengestellt worden. Laut dieser Tabelle sind die Wuchszeitunterschiede:

bei Eiche	25 Jahre
bei Rotbuche	24 Jahre (zwischen der I. und V. Standorts- klasse 34 Jahre)
bei Kiefer	28 Jahre (zwischen der I. und V. Standorts- klasse 39 Jahre)
bei Fichte	23 Jahre (zwischen der I. und V. Standorts- klasse 31 Jahre)
bei Tanne	21 Jahre (zwischen der I. und V. Standorts- klasse 29 Jahre)

Bei der Aktualität der Holzprüfnormen möchte ich die Frage stellen, ob die Angabe der Höhenlage aus der die Proben zu entnehmen sind, nicht zweckmässiger in Prozenten der Stammhöhe erfolgt? Selbstverständlich ist die Beantwortung der Frage, wie gross die Prozentenzahl der Höhenlage,

aus der die Probestücke entnommen werden sollen, keine leichte Aufgabe. Ich denke, dass es am zweckmässigsten wäre, auf Grund der vorgeschriebenen Höhenlage von 7 bis 10 m. die Prozentzahl von derjenigen Durchschnittshöhe festzustellen, welche die wichtigsten Holzarten im durchschnittlichen hiebsreifen Alter bei einem mittleren Standort erreichen. Bei einem mittleren Standorte wäre die Durchschnittshöhe der erwähnten fünf wichtigsten Holzarten ca. 23 m. und so würde der Abschnitt in 7 bis 10 m. Höhe: 26 bis 43%, oder abgerundet: 25 bis 40% betragen.

Wie gross die Wuchszeitunterschiede in diesem Falle sein können, weise ich auf Tabelle Nr. 2. auf Seite 224. Diese Daten sind ebenfalls von *Dr. Schwappach's* Ertragungstabeln. zusammengestellt worden. Aus der Daten dieser Tabelle ist zu entnehmen, dass die Altersunterschiede in diesem Falle

bei Eiche	11 Jahre	
bei Rotbuche	7 Jahre (zwischen der I. und V. Standorts-	
	klasse 10 Jahre)	
bei Kiefer	7 Jahre (zwischen der I. und V. Standorts-	
	klasse 9 Jahre)	
bei Fichte	9 Jahre (zwischen der I. und V. Standorts-	
	klasse 12 Jahre)	
bei Tanne	8 Jahre (zwischen der I. und V. Standorts-	
	klasse 10 Jahre)	

sind.

In dem ersten Falle sind also die maximalen Wuchszeitunterschiede 39 Jahre, während in dem von mir vorgeschlagenen Falle sind die grössten Wuchszeitunterschiede nur 12 Jahre.

ERDÉSZETI KISÉRLETEK.

A M. KIR. BÁNYAMÉRNÖKI ÉS ERDŐMÉRNÖKI FŐISKOLA ERDŐMÉRNÖKI OSZTÁLYÁNAK ÉS A M. KIR. ERDÉSZETI KISÉRLETI ÁLLOMÁSNAK FOLYÓIRATA.

XXXI. ÉVFOLYAM 1929.

SOPRON

3—4. SZÁM.

Az aperiodusosan csillapított harmonikus rezgőmozgás szerepe az életjelenségeknél.*)

Irta: Dr. Kövessi Ferenc.

A biológiai kutatások mai állapotában egész világosan megállapíthatjuk, hogy az élőlényeknek sejtes felépítésük mellett három fontos tulajdonságuk van: *minden élőlény táplálkozik, növekedik és szaporodik.* Ezen főjelenségek mellett vannak még bizonyos mellékjelenségek, melyeknek pl. a mozgás, ingerreakciók, elektromos jelenségek, *hőtermelődé*s, stb. Ezek a jelenségek minden valószínűség mellett a legszorosabb összefüggésben vannak egymással, mely összefüggésnek a felkutatása a messze távolban lévő végső célja jelen tanulmánynak. Világosan érthető azonban, hogy ezt az összefüggést lehetetlen addig felépíteni, míg ezen főjelenségeknek, a táplálkozásnak, a növekedésnek, a szaporodásnak és a hőtermelődé>snek a szabályait külön-külön meg nem ismertük.

Az élőlényeknek vagy részeiknek a növekedésére, sejtjeik szaporodására, a táplálkozás és hőtermelődé>s lefolyására vonatkozólag már régóta végeztek méréseket. A növényeknél a legelső kutató *Harting*¹⁾ volt 1845-ben. Azóta számtalan azoknak a vizsgálódásoknak a száma, melyekkel egysejtű és soksejtű szervezeteknek, baktériumoknak, moszatoknak, gombáknak, füveknek, fáknek, állatoknak, embereknek a fejlődésmenetét vizsgálták, mely alkalommal ezen élőlényeknek hosszirányú, vastagsági, térfogati méreteinek, súlyának, a táplálkozásnak vagy a hőtermelődé>snek, stb. az időszerinti lefolyását állapították meg. Ezen ma már rendkívül nagyszámú adatgyűjtemény alapján világosan láthatjuk és sok kutató, *Pfeffer*²⁾

*) Bemutattattott a M. T. Akadémiának 1928. évi március hó 12-én tartott ülésén.

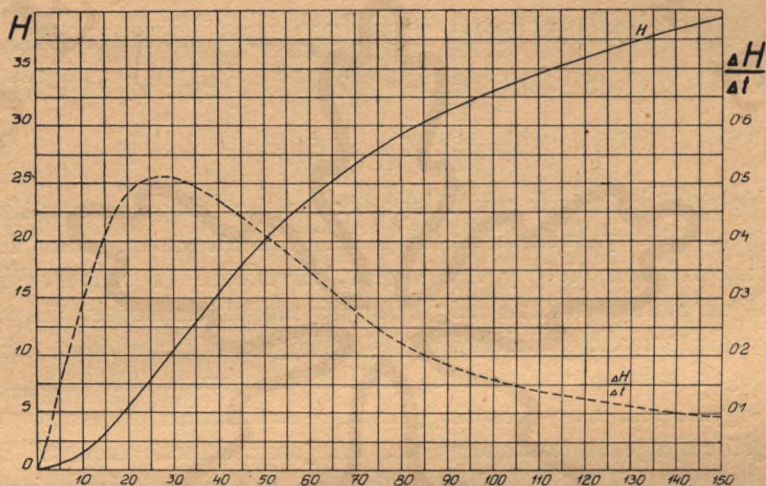
1) *M. G. Harting*: Annales des Sc. nat. Tom. IV. 1845. pp. 210—275.

M. G. Harting: Mikrometrische Untersuchungen über die Entwicklung der Elementartheile des jährlichen Stammes der Dicotylen. Linnaea, 1847. Bd. 19. p. 465. p. 557.

2) *Pfeffer*: Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. II. Bd. 1904. p. 7—8.

(1904. II. p. 7—8.). W. Ostwald³⁾ (1908. p. 20, 35.), Rippel⁴⁾ (1919. p. 170.), stb., össze is foglalta az idevonatkozó eredményeket, melyekből az szűrhető le, hogy *a fejlődésnek a menete*, belső okoknál fogva egy írott nagy S betű törzséhez hasonló, melyet azért sok szerző röviden S-alakú görbének mond, melyet helyesen az *ontogenetikus fejlődésnek*, vagy az *egyéni fejlődés menetének* nevezhetünk.

A mellékelt 1. ábra mutatja a fejlődésnek ezt a lefolyását. Ezen egy 150 éves lúcfenyőnek különféle korban elért magassága teljes vonallal van feltüntetve oly módon, hogy az abszcisszára az évek, az ordinátára az ezen idő alatt elért famaagasságok vannak felrakva R. v. Guttenberg⁵⁾ mérései nyo-



1. ábra.

Egy 150 éves lúcfenyő (*Picea excelsa* Lk.) növekedése. A teljes vonallal kihúzott görbe adja a fa magasságát. Ez az S-alakú görbe megfelel a fa ontogenetikus fejlődésének, míg a szaggatott vonal megfelel a növekedés Sachs-féle nagyperiódusának.

mán. Az eddigi kutatások egyöntetűen bizonyítják, hogy az ontogenetikus fejlődés lefolyását ábrázoló görbe minden élőlénynél, annak minden sejtjénél, minden szervénél — kisebb ingadozásoktól eltekintve — teljesen hasonló képet mutat: *lassan indul, majd mind rohamosabban emelkedik és elérkezik egy legmeredekebb részéhez, ahol fordulópontot mutat és innen az előbb történtek fordított sorrendjében fokozatosan lassul, míg végül megáll a fejlődés.*

³⁾ Ostwald Wolfgang: Ueber die zeitlichen Eigenschaften der Entwicklungsvorgänge. Vorträge und Aufsätze über Entwicklungsmechanik der Organismen. Herausgegeben von W. Roux. Heft 5. Leipzig. W. Engelmann, 1908. p. 693—694.

⁴⁾ A. Rippel: Die Wachstumskurve. Berichte der Deutschen Bot. Gesellschaft, Heft 3. p. 169. Berlin. Bornträger, 1919.

⁵⁾ R. v. Guttenberg: Wachstum und Ertrag der Fichte im Hochgebirge. Deuticke, Wien und Leipzig, 1915.

Az esetben, ha az élőlénynek nem az ontogenetikus fejlődésmenetét, hanem a fejlődés időszerinti *változását*, pl. a hosszúsági, vastagsági, térfogati vagy súlyszerinti növekedését, stb. vizsgáljuk, akkor egészen más alakú görbét kapunk. A növekedésnek ezt a nagyon jellemző képét a fejlődés ontogenetikus görbéjéből kiszámíthatjuk, ha az egyenlő kis időközökre osztott ontogenetikus görbe ezen időre eső különbségének és az időkülönbségeknek a viszonyát képezzük. A növekedésnek ezt a menetét a lúcfenyő esetében a rajzon szakadozott vonal tünteti fel. Ezt a jelenséget legelőször *Sachs*⁶⁾ ismerte fel és elnevezte (1873) *a növekedés nagyperiodusának*; az erdészeti keretében pedig „a fa folyó növedékének” nevezik. A két görbe egymással a legszorosabb összefüggésben van úgy, hogy egyik a másikból kiszámítható.

Az ontogenetikus fejlődés menetét nagyon sokan igyekeztek matematikailag kifejezni azon reményben, hogy ily módon az élet rejtettebb törvényeihez sikerül hozzáférközni. Próbálkoztak hatványsorba fejtéssel, exponenciális és logaritmikus kifejezésekkel, a kémiai reakció sebesség egyenletével való összehasonlítással és más kiindulásokból levezetett képletekkel.

Nem célom, hogy részletes történeti áttekintést írjak arról, hogy ezek a formulák milyen módon fejlődtek, csak a fontosabb típusokat óhajtom itt röviden bemutatni, hogy az eddig elért eredményeket összefoglalhassuk.

Legegyszerűbb kifejezés a hatványsor, melynél ha y jelzi az élőlénynek a kezdettől, valamely t időpontig elért valamilyen méretét, vagy végzett teljesítményét, akkor az y -értéket megkaphatjuk a következő képletből:

$$y = a + bt + ct^2 + dt^3 + et^4 + \dots \quad (I.)$$

A képletben $a, b, c, d, e \dots$ konstansokat jelentenek, melyeket a kísérleti adatokból lehet kiszámítani. Ha a kifejezésben elegendő tagot veszünk, a görbe menetét elég jól meg lehet vele közelíteni.

Más kutatók egy sejt osztódása menetéből kiindulva igyekeztek a törvényszerűséget megalkotni. Már *Harting*¹⁾ 1845-ben felismerte (p. 557) azt a szabályosságot, hogy a sejtek úgy szaporodnak, hogy:

$$1, 2, 4, 8, 16, 32, \dots 2^t \dots \quad (II. 1.)$$

Későbbi kutatók nem két, hanem k részre való osztódást vettek kiindulásul és ha y jelzi most is a t idő alatt keletkezett sejtek számát, akkor:

$$y = k^t \dots \quad (II. 2.)$$

⁶⁾ *Sachs*: Jahrbuch f. Wiss. Bot. 1860. Bd. 2. p. 344. — Lehrbuch der Botanik. 1873. III. Aufl. p. 726—731. Leipzig. Engelmann. Arbeit d. Würzburger Inst. 1874. Bd. I. 9. 190.

által felismert fékezési jelenség miatt a fejlődés görbéje lényegesen eltér az analitikai görbétől.

Úgy látszik *J. Loeb*²¹⁾ volt az első, aki felhívta a figyelmet (1907) arra, hogy a kémiai reakciósebesség menete nagyon hasonlít az *ontogenetikus fejlődés S-alakú görbéjének* menetéhez. Ezen az alapon *Robertson*²²⁾ (1908) az előzőekben ismertetett matematikai analitikai formulák helyett megpróbálta a kémiában ismeretes *Ostwald-féle monomolekuláris reakciósebességből* a fejlődés menetét olymódon levezetni, hogy a reakciósebesség differenciál egyenletét megtoldotta egy $-k^2 y^2$ taggal, mely az előbb említett fékezési tényezőt van hivatva kifejezni és azután az egyenletet integrálva a következő kifejezést kapjuk:

$$\log \frac{y}{A-y} = K(t-t_1) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (III.)$$

ahol y az élőlénynek a t folyóidőig elért súlyszerinti vagy térfogszerinti növekedését, t_1 azt az időt, amikor a folyamat félig befejeződött, A a fejlődés végén elért végső eredményt jelenti, k pedig egy konstans képvisel.

A képlettel *Robertson* kiszámította embereknek, fehér egereknek, a tök termésének, stb. súlyszerinti fejlődés menetét és azt tapasztalta, hogy a függvény elég jól egyezik a kísérleti adatokkal, amiből azt következteti, hogy az individuális növekedési folyamat olyan, mintha egy autocatalitikus reakciójelenség volna. A fejlődés második felében tapasztalható eltérést az élet későbbi folyamán kifejlődő *secundaer jelenségre* óhajta visszavezetni. Ennek a *secundaer jelenségnek* a feltételezését *Enriques*²³⁾ dolgozatában erősen kritizálja és elveti.

*Carlson*²⁴⁾ az *Arrhenius* által felállított differenciál egyenletből kiindulva, lényegileg nagyon hasonló összefüggésre jutott a *Robertson-éval*.

²¹⁾ *Loeb*: „Dynamics of Living Matter.” New-York, 1902. p. 59. Biochem. Zeitschr. 2. 1906. p. 34. Address delivered at the 7. International Zoological Congress. Boston. Aug. 22. 1907. Univ. of Calif. Publ. 3. (1907). p. 61.

Loeb, I.: Vorträge und Aufsätze über Entwicklungsmechanik. Heft II. Ueber den chemischen Charakter des Befruchtungsvorganges und seine Bedeutung für die Theorie der Lebenserscheinungen. Leipzig, 1907.

²²⁾ *Robertson, Th. Br.*: On the normal rate of growth of an individual and its biochemical significance. Archiv für Entwicklungsmechanik. 25. S. 581. 1907.

Robertson, Th. Br.: Further remarks on the normal rate of growth of an individual and its biochemical significance. Ebenda. 26. S. 108. 1908.

Robertson, Th. Br.: On the nature of the autokatalyst of growth. Ebenda. 37. S. 508. 1913.

²³⁾ *Enriques, P.*: Wachstum und seine analytische Darstellung. Biol. Centralblatt. XXIX. S. 331. 1909.

²⁴⁾ *Carlson, Tor.*: Ueber die Zersetzung von Asparagin durch Bakterien in Gegenwart von freiem Sauerstoff. I. der Verlauf des Oxydationsprozesses. Meddel. fr. K. Vetenskapsakademiens Nobelinstitut. 2. Nr. 10. 1912.

Carlson, Tor.: Dasselbe. II. Atmungsquotient und Vergärungsgrad. Ebenda. Nr. 19.

Carlson, Tor.: Ueber Geschwindigkeit und Grösse der Hefevermehrung in Würze. Biochemische Zeitschrift. 57. S. 313. 1913.

Helykímélés céljából *Carlson* képletét és levezetését nem közöljük, hanem utalunk az ő eredeti dolgozataira. *Carlson* baktériumokon és erjesztő sejteken kipróbálva képletét, azt az eredményt kapta, hogy a fejlődés elején a számítások jól egyeznek a kísérletekkel, a fejlődés végén tapasztalható eltérések pedig a későbbi korban fellépő *secundaer jelenségtől származnak*.

Végül meg kell még emlékeznünk *Mitscherlich*²⁵⁾ „növekedési törvényéről”, mely az előzőktől teljesen eltérő alaptól indul ki és a következő formulához jut:

$$y = A[1 - e^{-cx}]^n \quad (IV.)$$

ahol A az élőlény elérhető legnagyobb fejlődését, y a mindenkori fejlődést jelenti, x az életfolyamatra befolyással bíró valamilyen *növekedési tényezőt* („sog. äusseren Wachstumsfaktoren”), c ezen növekedési tényező *hatékonysági koefficiensét* („Wirkungsfaktor”) adja, n a különféle növekedési tényezők számát fejezi ki. $e = 2.71828 \dots$ Az x független változó nem a folyó időt jelenti, hanem bizonyos meghatározott olyan időközt, mely alatt a növényeknek a különféle növekedési tényezőkből pontosan egyenlő mennyiség áll rendelkezésre. Ezeket az időközöket külön kell meghatározni és ez alapon kell a számítást elvégezni.

A *Mitscherlich*-féle formulákkal szemben *Baule*²⁶⁾, *Rippel*²⁷⁾, stb. kifogásokat emeltek úgy, hogy ma a felsorolt formulák közül még a *Robertson*-félét tartják a legmegfelelőbbnek.

★

Ezeknek az egyenleteknek az a közös jellegük, hogy a fejlődésnek csak az elejével egyeznek jól. A későbbi korban még a legjobb eredményt adó *Robertson*-féle formula is eltér a kísérleti adatoktól, amit úgy *Robertson*, mint *Carlson* és mások az élet későbbi folyamán fellépő „*secundaer*” *jelenséggel* igyekeznek magyarázni. Ez a *secundaer jelenség* az élet későbbi folyamatában kialakuló új és eddig ismeretlen tényező volna, melynek létezését többen kétségbevonták és véleményem szerint sem látszik *Robertson* feltevése valószínűnek. Ezen eddigi egyenletek közül a már *Liebig* által felismert *fékezési tényezőt egyik sem juttatja kellő érvényre*

²⁵⁾ *Mitscherlich, E. A.*: Das Gesetz des Pflanzenwachstums. Landwirtschaftliches Jahrbuch. Bd. 53. S. 167. 1919.

²⁶⁾ *Baule, B.*: Zu Mitscherlichs Gesetz der physiologischen Beziehungen. Landwirtschaftliches Jahrbuch. 51. S. 363. 1918.

Baule, B.: Prinzipielle Ueberlegungen zum Wachstumsgesetz der Pflanzen. Ebenda. 54. S. 493. 1920.

Baule, B.: Wirkungsgesetz und Wachstumsgesetz. Ebenda. 59. S. 341. 1924.

Liebig, J. v.: Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie. 7. Aufl. Braunschweig. 2. Teil: Die Naturgesetze des Feldbaus.

²⁷⁾ *Rippel*: Wachstumsgesetze bei höheren und niederen Pflanzen. Naturwissenschaft. Datterer et C. Freising-München. 1925. (p. 15—16.)

és nyilván azért kellett az eddigi kutatóknak a secundaer jelenséget fel-tételezni.

Legfőbb hibájuk ezeknek az eddig alkotott kifejezéseknek az, hogy *nincsen biofizikai alapjuk.* A természetben semmiféle változás, semmiféle munka nem történhetik energiaelhasználódás nélkül. Az élő szervezet növekedése és szaporodása munkával jár, ami energiaelhasználódást jelent, ez pedig energiapótlást követel. Ez a pótlás a táplálkozás folyamán jut az élő szervezet rendelkezésére, miáltal az élő szervezet táplálkozása, növekedése és szaporodása ezen energiaforgalom alapján a legszorosabb összefüggésben kell hogy legyenek egymással. Ezekről az energetikai összefüggésekről az eddigi kifejezések nemcsak képet nem adnak, de nem is alkalmasak arra, hogy ezek a fogalmak azokkal a formulákkal kifejezhetők legyenek. *Világosan látható ezek után, hogy az eddigi iránytól el kell tér-nünk és biofizikai és biokémiai irányt kell a kutatás alapjául választanunk, hogy ezen kívánalmakat kielégíthessük.*

★

Az élő szervezet fejlődésének menetét kifejező matematikai össze-függést — mint az előző fejtegetésekből láttuk — az eddigi kutatók az S-alakú görbe értékeiből igyekeztek megoldani. Az ontogenetikus fejlődés $\lim \Delta S / \Delta t$, illetve dS/dt időszerinti változásával, mely — mint később meglátjuk — azonos a növekedésnek a Sachs-féle nagyperiódusával, ezideig legalább olyan irányban, mint a következőkben azt tárgyalni fogom, tudtommal senki sem foglalkozott.

További vizsgálataimnak az lesz az alapja, hogy *az élőlények növeke-dése Sachs-féle nagyperiódusáról felismertem, hogy a görbe a legnagyobb hasonlatosságot mutatja a periódus nélkül csillapított harmonikus rezgő-mozgást ábrázoló görbe menetéhez.* Kísérleti adataim és elméleti megfon-tolásaim ezt a felismerésemet igazolják, miért vizsgálódásaimat kiterjesz-tettem más kutatók kísérleti adataira, melyek alapján nyert bizonyítékaim feltevésemet még jobban megerősítik.

A következőkben az lesz a feladatom, hogy példa gyanánt egy fa növekedésére vonatkozó mérési sorozat kiszámításával bebizonyítsam a kí-sérletileg talált és elméleti alapon számított értékek nagyfokú egyezését és reámutatok arra, hogy a kísérletileg talált és számított értékek közötti különbségek a biológiai tényezők változása folytán jönnek létre.

A csillapított rezgőmozgások az anorganikus természetben igen jól is-mert jelenségek. Az elméleti fizika a rezgőmozgásokat, mint alapvető is-mereteket tanítja, miért ezen jelenségek ismertetését bármely részletesebb fizikában, pl. *Tangl*²⁸⁾, *Rhorer*²⁹⁾, stb.; analitikai levezetését pedig bármely

²⁸⁾ Dr. Tangl Károly: Physika. Budapest.

²⁹⁾ Dr. Rhorer László: Physika. II. kiadás. Budapest. Universitas. R.-T. 1922.

mechanikában, pl. *Fröhlich*³⁰⁾, *Szily*³¹⁾, avagy speciális szakmunkákban, pl. *Ábrahám*³²⁾, *Chwolson*³³⁾, *Duffing*³⁴⁾, *A. Föppl*³⁵⁾, *O. Föppl*³⁶⁾, *Funk*³⁷⁾, *Grimsehl*³⁸⁾, *Hamel*³⁹⁾, *Hort*⁴⁰⁾, *Lorenz*⁴¹⁾, *Love*⁴²⁾, *Schaefer*⁴³⁾, *Schneider*⁴⁴⁾, *Starke*⁴⁵⁾, *Weber*⁴⁶⁾, stb.⁴⁷⁾ megtalálhatja az érdeklődő.

Az aperiódusosan csillapított rezgőmozgást a következő egyenlet fejezi ki:

$$2s = ae^{-(r-\sqrt{r^2-w^2})t} + be^{-(r+\sqrt{r^2-w^2})t}, \quad . \quad . \quad . \quad (1.)$$

ahol s a t folyó időnek megfelelő kilengés (elongatio) nagyságát adja, mely arányosnak vehető az élőlény valamely életjelenségeivel, e a természetes logaritmus alapja, a , b , r , w koefficiensek értelmét a későbbiekben fogjuk megismerni, r és w gyökjel alatti összefüggését egyszerűsítés céljából jelöljük m betűvel, akkor lesz:

$$m = \sqrt{r^2 - w^2}, \text{ ahol } m \text{ értéke reális, vagyis } r^2 > w^2 \quad . \quad . \quad . \quad (2.)$$

Az (1) egyenletbe a (2) értékét behelyettesítve lesz:

$$2s = a \cdot e^{-(r-m)t} + b \cdot e^{-(r+m)t} \quad . \quad . \quad . \quad (1. a)$$

Az (1.a) egyenletet integrálva és a (2) rövidítést használva, lesz:

$$\begin{aligned} 2S &= 2 \int_0^t s dt = \\ &= -\frac{a}{r-m} e^{-(r-m)t} - \frac{b}{r+m} e^{-(r+m)t} + \frac{a}{r-m} + \frac{b}{r+m} \quad . \quad (3) \end{aligned}$$

³⁰⁾ Dr. Fröhlich Izidor: Az elméleti physika kézikönyve. I. kötet. *Kinematika*. Budapest. Magyar Tudományos Akadémia. 1892.

³¹⁾ Dr. Szily Kálmán: Mechanika. II. köt. Dinamika. Budapest. Németh József. 1920.

³²⁾ Ábrahám: Theorie der Electricität. Leipzig. B. G. Teubner.

³³⁾ Chwolson, O. D.: Traité de physique. Paris, 1906. T. I. fasc. 1.

³⁴⁾ Duffing, G.: Erzwungene Schwingungen bei veränderlicher Eigenfrequenz und ihre technische Bedeutung. Braunschweig, Vieweg et Sohn.

³⁵⁾ Föppl, A.: Vorlesungen über technische Mechanik. Leipzig. Teubner.

³⁶⁾ Föppl, O.: Grundzüge der technischen Schwingungslehre. Berlin. J. Springer. 1923.

³⁷⁾ Funk: Die linearen Differenzengleichungen und ihre Anwendung in der Theorie der Baukonstruktionen. Berlin. Julius Springer.

³⁸⁾ Grimsehl, E.: Lehrbuch der Physik. I., II. Leipzig. Teubner.

³⁹⁾ Hamel, G.: Elementare Mechanik. Leipzig. B. G. Teubner.

⁴⁰⁾ Hamel, G.: Ueber erzwungene Schwingungen bei endlichen Amplituden. Math. Ann. 86. 1922.

⁴¹⁾ Hamel, G.: Ueber die lineare Differentialgleichung. 2. Ordnung mit periodischen Koeffizienten. Math. Ann. 73. 1912.

⁴²⁾ Hort, W.: Technische Schwingungslehre. J. Springer, Berlin.

⁴³⁾ Lorenz: Technische Physik. München u. Berlin. Oldenbourg.

⁴⁴⁾ Love: Lehrbuch der Elastizität. Leipzig. B. G. Teubner.

⁴⁵⁾ Schaefer: Einführung in die theoretische Physik. Leipzig, Veit et Comp.

⁴⁶⁾ Schneider, E.: Mathematische Schwingungslehre. Berlin. J. Springer. 1924.

⁴⁷⁾ Starke: Experimentelle Electricitätslehre.

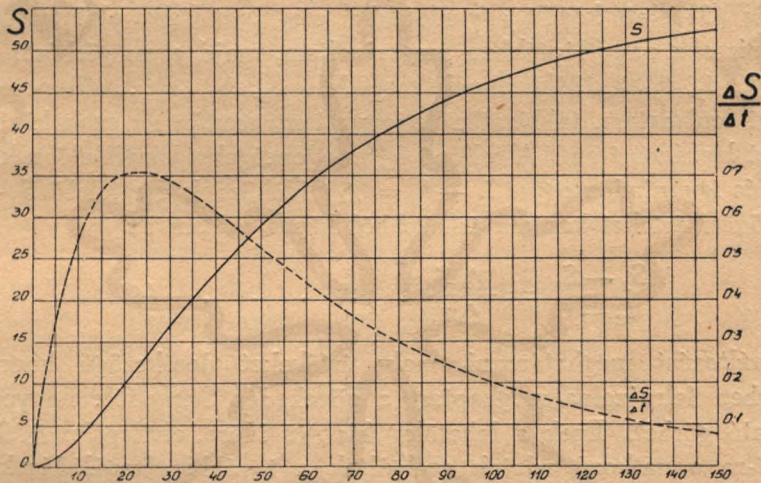
⁴⁸⁾ Weber: Die partiellen Differentialgleichungen der theoretischen Physik. Braunschweig. Vieweg und Sohn. 1900.

⁴⁹⁾ Nagy szerepet játszik a rezgőmozgás az elektromos kisülések elméletében, miért a rádió legújabb irodalmát tárgyaló művek áttanulmányozása nagyon ajánlatos.

A fogalmak tisztázása céljából a 2. ábra az (1), illetve (3) egyenlettel kiszámított aperiódusosan csillapított rezgőmozgás képét mutatja, ahol az egyenletek koeficiensei szabadon vannak megválasztva és a következők: $r = 0.05$, $w = 0.04$, $m = 0.03$, $a = 3$, $b = -3$. t a folyó időt jelenti. A 2. ábrán a szaggatott vonal az $s = dS/dt$ aperiódusosan csillapított rezgőmozgás képét mutatja, míg a vastagabb teljes vonal ennek az integrálját:

$$S = \int_0^t s dt$$

ábrázolja, melyet a (3) sz. egyenlettel és az itt felsorolt koeficiensek segítségével számítottam.



2. ábra.

Elméleti alapon számított görbék. A szaggatott vonallal kihúzott görbe az (1) számú aperiódusosan csillapított rezgőmozgás képletével van számítva, míg a teljes vonallal rajzolt, ennek integrál képletével (3) számítottatott.

Ha most a második számú ábrát összehasonlítjuk az első számú ábrával, akkor azt tapasztaljuk, hogy az aperiódusosan csillapított mozgás görbéje (2. ábra, szaggatott vonal) teljesen hasonló az élőlények növekedésének Sachs-féle nagyperiódusához (1. ábra, szaggatott vonal), míg a csillapított görbe integrálja (2. ábra, teljes vonal) azonos az ontogenetikus fejlődés menetének S -alakú (1. ábra, teljes vonal) görbéjével.

*

A következőkben példa gyanánt az aperiódusosan csillapított rezgőmozgás (1), illetve (3) alatti egyenletével meg fogok vizsgálni egy fa hosszúsági és vastagsági növekedésére vonatkozó mérési sorozatot. A tanulmányozandó kísérleti adatok a fejlődés $t_1, t_2, t_3, \dots$ időpontjának megfelelő állapotát jelző S -alakú (3) görbére vonatkoznak. A kísérletező rendsze-

rint ezt szokta feljegyezni, mert valamely élőlénynek a fejlődési állapota (hossza, vastagsága, térfogata, súlya, stb.) könnyen mérhető és ha valamelyik fejlődési *változást*, pl. a növekedést, stb. akarjuk ismerni, akkor is rendesen az élőlény adott állapotát mérjük és a két mérés közötti különbségből állapítjuk meg a fejlődés $\Delta S/\Delta t$ változását. A kísérlet folyamán rendesen nem lehetséges, hogy a fejlődés minden időpontjára vonatkozó adatok birtokába jussunk, pedig a fejlődés képének folytonosságát ismernünk fontos. Hogy a kisebb-nagyobb időközökben rendelkezésre álló mérési adatokból a fejlődés menetének folytonos képét megkaphassuk, ezen pontok közé eső értékeket grafikai interpolálással szokás megállapítani. Úgy a saját, mint az irodalomban található azon mérési adatokat, melyeket az (1) és (3) alatt közölt egyenletekkel megvizsgáltam, elsősorban milliméterpapiroson nagy léptékben megrajzoltam, majd ezen görbéről lehetőleg kis $t_1, t_2, t_3 \dots$ időközöknek megfelelő $S_1, S_2, S_3 \dots$ állapotot jelző értékeket leolvastam, táblázatba feljegyeztem, azután az ezek közötti különbséget kiszámítottam. A fellépő egyenletlenségeket megfelelően kiegyenlítettem és így minden egyes $t_2 - t_1 = \Delta t$ időköznek megfelelő $S_2 - S_1 = \Delta S$ fejlődési értéket kaptam és ezekből képes voltam az

$$\frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

fejlődésváltozást meghatározni, mely értékeket derékszögű koordináta-rendszerben felrajzolva megkaptam a növekedés *Sachs*-féle nagyperiódusát mutató görbét. Ezek a lehetőleg kis Δt időre, elvileg $\lim \Delta S/\Delta t = dS/dt$ -re vonatkozó adatok szolgálták a további vizsgálódásoknál az r, w, m, a, b koeficiensek kiszámítására.

*

A megvizsgálandó adatok a lúcfenyő, *Picea excelsa* Lk. növekedésére vonatkoznak. Tanulmányozni óhajtom ezen fának úgy a hosszúsági, mint a vastagsági növekedését *Guttenberg*-nek a mérési adatai alapján (p. 149. Tafel XX.). *Guttenberg* ezeket a vizsgálatokat a Paneveggio-i (Dél-tirol) lúcosokban végezte. Az I. számú táblázatban olvasható adatok a legjobb termőhelyen nőtt 200 éves lúcfenyők mérésének a középértékeit tüntetik fel. Az I. számú táblázat második rovatában „*H mért*” jelzés alatt 10—10 évenként megadott eredeti *Guttenberg*-féle értékek a lúcfenyőnek ezen időpontig elért *magasságát* adják méterekben. Ugyanezen értékek vannak a 4. számú ábrán teljes vonallal megrajzolva, mely görbe azonos az ontogenetikus fejlődés *S*-alakú görbéjével.

Hogy a további vizsgálatokat elvégezhessem, az ontogenetikus görbéből ki kellett számítanom a növekedésnek a *Sachs*-féle nagyperiódusát adó értékeket, amit az előzőekben leírt módon úgy értem el, hogy a fa 20, 30,

I. táblázat.

A lúcfenyő (*Picea excelsa* Lk.) növekedésének adatai. A méréseket R. v. Guttenberg végezte a paneveggioi (déli-tiroli) lúcosokban, elsőosztályú, kitűnő termőhelyen nőtt fákon. A táblázat 2., 7. oszlopában lévő eredeti adatok és a szerzőnek a táblázat többi oszlopában lévő számítási eredményei igen jól egyeznek egymással. (Loc. cit. S. 149. Tafel XX.)

Évek száma	Magassági növekedés					Vastagsági növekedés						
	H méter		$h=\Delta H/\Delta t$		H m	D cm			$d=\Delta D/\Delta t$		D cm	
	mért	inter- polált	mért	számi- tott	számi- tott	mért	javit.	inter- polált	mért	számi- tott	számi- tott	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0'0	—	0'0000	—	—	0'000	—	—	0'0000	—	—	0'000	—
0'5	—	—	0'0185	—0'1174	—	—	—	—	0'0261	—0'2416	—	—
1'0	—	0'0185	—	—	—0'117	—	—	0'0261	—	—	—0'242	—
1'5	—	—	0'0368	—0'0672	—	—	—	—	0'0518	—0'1507	—	—
2'0	—	0'0553	—	—	—0'165	—	—	0'0779	—	—	—0'393	—
2'5	—	—	0'0548	—0'0215	—	—	—	—	0'0771	—0'0696	—	—
3'0	—	0'1101	—	—	—0'207	—	—	0'1550	—	—	—0'463	—
3'5	—	—	0'0724	0'0200	—	—	—	—	0'1020	0'0026	—	—
4'0	—	0'1825	—	—	—0'187	—	—	0'2570	—	—	—0'461	—
4'5	—	—	0'0896	0'0577	—	—	—	—	0'1265	0'0666	—	—
5'0	—	0'2721	—	—	—0'129	—	—	0'3835	—	—	—0'395	—
5'5	—	—	0'1064	0'0918	—	—	—	—	0'1504	0'1235	—	—
6'0	—	0'3785	—	—	—0'038	—	—	0'5339	—	—	—0'278	—
6'5	—	—	0'1227	0'1227	—	—	—	—	0'1739	0'1739	—	—
7'0	—	0'5012	—	—	0'085	—	—	0'7078	—	—	—0'098	—
7'5	—	—	0'1386	0'1506	—	—	—	—	0'1968	0'2186	—	—
8'0	—	0'6398	—	—	0'235	—	—	0'9046	—	—	0'121	—
8'5	—	—	0'1539	0'1759	—	—	—	—	0'2191	0'2580	—	—
9'0	—	0'7937	—	—	0'411	—	—	1'1237	—	—	0'387	—
9'5	—	—	0'1689	0'1986	—	—	—	—	0'2409	0'2928	—	—
10'0	—	0'9626	—	—	0'609	—	—	1'3646	—	—	0'671	—
10'5	—	—	0'1834	0'2190	—	—	—	—	0'2623	0'3233	—	—
11'0	—	1'1460	—	—	0'828	—	—	1'6269	—	—	0'998	—
11'5	—	—	0'1974	0'2375	—	—	—	—	0'2832	0'3502	—	—
12'0	—	1'3434	—	—	1'065	—	—	1'9101	—	—	1'344	—
12'5	—	—	0'2109	0'2539	—	—	—	—	0'3034	0'3737	—	—
13'0	—	1'5543	—	—	1'320	—	—	2'2135	—	—	1'718	—
13'5	—	—	0'2239	0'2687	—	—	—	—	0'3229	0'3942	—	—
14'0	—	1'7782	—	—	1'589	—	—	2'5364	—	—	2'112	—
14'5	—	—	0'2364	0'2818	—	—	—	—	0'3414	0'4120	—	—
15'0	—	2'0146	—	—	1'870	—	—	2'8778	—	—	2'524	—
15'5	—	—	0'2484	0'2935	—	—	—	—	0'3592	0'4274	—	—
16'0	—	2'2630	—	—	2'163	—	—	3'2770	—	—	2'951	—
16'5	—	—	0'2599	0'3038	—	—	—	—	0'3762	0'4406	—	—
17'0	—	2'5229	—	—	2'467	—	—	3'6132	—	—	3'397	—
17'5	—	—	0'2709	0'3129	—	—	—	—	0'3925	0'4519	—	—
18'0	—	2'7938	—	—	2'780	—	—	4'0057	—	—	3'844	—
18'5	—	—	0'2811	0'3209	—	—	—	—	0'4078	0'4615	—	—
19'0	—	3'0749	—	—	3'101	—	—	4'4135	—	—	4'305	—
19'5	—	—	0'2905	0'3278	—	—	—	—	0'4221	0'4695	—	—

Évek száma	Magassági növekedés					Vastagsági növekedés						
	H méter		$h=\Delta H/\Delta t$		H m	D cm			$d=\Delta D/\Delta t$		D cm	
	mért	interpolált	mért	számi-tott	számi-tott	mért	javit.	interpolált	mért	számi-tott	számi-tott	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
20:0	3:00	3:3654	—	—	3:428	3:00	4:90	4:8356	—	—	4:782	—
20:5	—	—	0:2992	0:3338	—	—	—	—	0:4354	0:4762	—	—
21:0	—	3:6646	—	—	3:762	—	—	5:2710	—	—	5:251	—
21:5	—	—	0:3072	0:3390	—	—	—	—	0:4475	0:4816	—	—
22:0	—	3:9718	—	—	4:101	—	—	5:7185	—	—	5:732	—
22:5	—	—	0:3145	0:3434	—	—	—	—	0:4584	0:4858	—	—
23:0	—	4:2863	—	—	4:445	—	—	6:1769	—	—	6:218	—
23:5	—	—	0:3212	0:3471	—	—	—	—	0:4681	0:4892	—	—
24:0	—	4:6075	—	—	4:791	—	—	6:6450	—	—	6:707	—
24:5	—	—	0:3272	0:3501	—	—	—	—	0:4764	0:4916	—	—
25:0	—	4:9347	—	—	5:142	—	—	7:1214	—	—	7:199	—
25:5	—	—	0:3325	0:3526	—	—	—	—	0:4828	0:4932	—	—
26:0	—	5:2672	—	—	5:494	—	—	7:6042	—	—	7:697	—
26:5	—	—	0:3371	0:3545	—	—	—	—	0:4873	0:4942	—	—
27:0	—	5:6043	—	—	5:849	—	—	8:0915	—	—	8:136	—
27:5	—	—	0:3411	0:3559	—	—	—	—	0:4902	0:4945	—	—
28:0	—	5:9454	—	—	6:204	—	—	8:5817	—	—	8:685	—
28:5	—	—	0:3445	0:3568	—	—	—	—	0:4919	0:4943	—	—
29:0	—	6:2899	—	—	6:561	—	—	9:0736	—	—	9:146	—
29:5	—	—	0:3473	0:3574	—	—	—	—	0:4924	0:4936	—	—
30:0	6:30	6:6372	—	—	6:918	8:00	9:90	9:5660	—	—	9:668	—
30:5	—	—	0:3495	0:3575	—	—	—	—	0:4924	0:4924	—	—
31:0	—	6:9867	—	—	7:276	—	—	10:0584	—	—	10:161	—
31:5	—	—	0:3513	0:3574	—	—	—	—	0:4916	0:4909	—	—
32:0	—	7:3380	—	—	7:633	—	—	10:5500	—	—	10:652	—
32:5	—	—	0:3527	0:3569	—	—	—	—	0:4898	0:4890	—	—
33:0	—	7:6907	—	—	7:990	—	—	11:0398	—	—	11:141	—
33:5	—	—	0:3536	0:3562	—	—	—	—	0:4878	0:4869	—	—
34:0	—	8:0443	—	—	8:347	—	—	11:5276	—	—	11:627	—
34:5	—	—	0:3540	0:3552	—	—	—	—	0:4856	0:4844	—	—
35:0	—	8:3983	—	—	8:702	—	—	12:0132	—	—	12:113	—
35:5	—	—	0:3540	0:3540	—	—	—	—	0:4833	0:4817	—	—
36:0	—	8:7523	—	—	9:056	—	—	12:4965	—	—	12:594	—
36:5	—	—	0:3538	0:3526	—	—	—	—	0:4808	0:4789	—	—
37:0	—	9:1061	—	—	9:408	—	—	12:9773	—	—	13:072	—
37:5	—	—	0:3533	0:3510	—	—	—	—	0:4782	0:4758	—	—
38:0	—	9:4594	—	—	9:759	—	—	13:4555	—	—	13:548	—
38:5	—	—	0:3525	0:3492	—	—	—	—	0:4755	0:4726	—	—
39:0	—	9:8119	—	—	10:109	—	—	13:9310	—	—	14:021	—
39:5	—	—	0:3515	0:3473	—	—	—	—	0:4726	0:4693	—	—
40:0	10:00	10:1634	—	—	10:455	13:00	14:90	14:4036	—	—	14:490	—
40:5	—	—	0:3500	0:3452	—	—	—	—	0:4696	0:4657	—	—
41:0	—	10:5134	—	—	10:801	—	—	14:8732	—	—	14:956	—
41:5	—	—	0:3483	0:3431	—	—	—	—	0:4665	0:4622	—	—
42:0	—	10:8617	—	—	11:144	—	—	15:3397	—	—	15:418	—
42:5	—	—	0:3464	0:3408	—	—	—	—	0:4633	0:4586	—	—
43:0	—	11:2081	—	—	11:485	—	—	15:8030	—	—	15:877	—
43:5	—	—	0:3444	0:3384	—	—	—	—	0:4600	0:4549	—	—
44:0	—	11:5525	—	—	11:823	—	—	16:2630	—	—	16:331	—
44:5	—	—	0:3422	0:3359	—	—	—	—	0:4566	0:4511	—	—

Évek száma	Magassági növekedés					Vastagsági növekedés						
	H méter		$h=\Delta H/\Delta t$		H m	D cm			$d=\Delta D/\Delta t$		D cm	
	mért	interpolált	mért	számlított	számlított	mért	javit.	interpolált	mért	számlított	számlított	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
45'0	—	11'8947	—	—	12'159	—	—	16'7196	—	—	16'838	—
45'5	—	—	0'3398	0'3334	—	—	—	—	0'4531	0'4472	—	—
46'0	—	12'2345	—	—	12'492	—	—	17'1727	—	—	17'230	—
46'5	—	—	0'3373	0'3308	—	—	—	—	0'4495	0'4434	—	—
47'0	—	12'5718	—	—	12'823	—	—	17'6222	—	—	17'673	—
47'5	—	—	0'3346	0'3282	—	—	—	—	0'4458	0'4395	—	—
48'0	—	12'9064	—	—	13'151	—	—	18'0680	—	—	18'113	—
48'5	—	—	0'3319	0'3255	—	—	—	—	0'4420	0'4355	—	—
49'0	—	13'2383	—	—	13'477	—	—	18'5100	—	—	18'548	—
49'5	—	—	0'3292	0'3227	—	—	—	—	0'4381	0'4316	—	—
50'0	13'60	13'5675	—	—	13'799	17'60	19'50	18'9481	—	—	18'980	—
50'5	—	—	0'3264	0'3199	—	—	—	—	0'4341	0'4276	—	—
51'0	—	13'8939	—	—	14'119	—	—	19'3822	—	—	19'407	—
51'5	—	—	0'3236	0'3171	—	—	—	—	0'4301	0'4236	—	—
52'0	—	14'2175	—	—	14'436	—	—	19'8123	—	—	19'831	—
52'5	—	—	0'3207	0'3143	—	—	—	—	0'4261	0'4197	—	—
53'0	—	14'5382	—	—	14'751	—	—	20'2384	—	—	20'251	—
53'5	—	—	0'3177	0'3114	—	—	—	—	0'4222	0'4158	—	—
54'0	—	14'8559	—	—	15'062	—	—	20'6606	—	—	20'667	—
54'5	—	—	0'3146	0'3086	—	—	—	—	0'4183	0'4118	—	—
55'0	—	15'1705	—	—	15'370	—	—	21'0789	—	—	21'078	—
55'5	—	—	0'3114	0'3057	—	—	—	—	0'4144	0'4079	—	—
56'0	—	15'4819	—	—	15'676	—	—	21'4933	—	—	21'486	—
56'5	—	—	0'3081	0'3028	—	—	—	—	0'4105	0'4040	—	—
57'0	—	15'7900	—	—	15'979	—	—	21'9038	—	—	21'890	—
57'5	—	—	0'3047	0'2999	—	—	—	—	0'4067	0'4001	—	—
58'0	—	16'0947	—	—	16'279	—	—	22'3105	—	—	22'290	—
58'5	—	—	0'3012	0'2970	—	—	—	—	0'4029	0'3962	—	—
59'0	—	16'3959	—	—	16'576	—	—	22'7134	—	—	22'686	—
59'5	—	—	0'2978	0'2941	—	—	—	—	0'3991	0'3923	—	—
60'0	16'90	16'6937	—	—	16'870	21'60	23'50	23'1125	—	—	23'079	—
60'5	—	—	0'2944	0'2912	—	—	—	—	0'3953	0'3884	—	—
61'0	—	16'9881	—	—	17'161	—	—	23'5078	—	—	23'467	—
61'5	—	—	0'2911	0'2883	—	—	—	—	0'3915	0'3846	—	—
62'0	—	19'2792	—	—	17'450	—	—	23'8993	—	—	23'852	—
62'5	—	—	0'2878	0'2855	—	—	—	—	0'3877	0'3808	—	—
63'0	—	17'5670	—	—	17'735	—	—	24'2870	—	—	24'232	—
63'5	—	—	0'2845	0'2826	—	—	—	—	0'3839	0'3770	—	—
64'0	—	17'8515	—	—	18'013	—	—	24'6709	—	—	24'609	—
64'5	—	—	0'2813	0'2798	—	—	—	—	0'3801	0'3733	—	—
65'0	—	18'1328	—	—	18'297	—	—	25'0510	—	—	24'983	—
65'5	—	—	0'2782	0'2769	—	—	—	—	0'3763	0'3696	—	—
66'0	—	18'4110	—	—	18'574	—	—	25'4273	—	—	25'352	—
66'5	—	—	0'2752	0'2741	—	—	—	—	0'3725	0'3659	—	—
67'0	—	18'6862	—	—	18'848	—	—	25'7998	—	—	25'718	—
67'5	—	—	0'2722	0'2713	—	—	—	—	0'3687	0'3622	—	—
68'0	—	18'9584	—	—	19'120	—	—	26'1685	—	—	26'080	—
68'5	—	—	0'2693	0'2685	—	—	—	—	0'3649	0'3586	—	—
69'0	—	19'2277	—	—	19'388	—	—	26'5334	—	—	26'439	—
69'5	—	—	0'2664	0'2657	—	—	—	—	0'3611	0'3550	—	—

Évek száma	Magassági növekedés					Vastagsági növekedés					
	H méter		$h=\Delta H/\Delta t$		H m	D cm			$d=\Delta D/\Delta t$		D cm
	mért	interpolált	mért	számlított	számlított	mért	javit.	interpolált	mért	számlított	számlított
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
70'0	19'90	19'4941	—	—	19'653	25'10	27'00	26'8945	—	—	26'794
70'5	—	—	0'2636	0'2629	—	—	—	—	0'3573	0'3514	—
71'0	—	19'7577	—	—	19'917	—	—	27'2518	—	—	27'145
71'5	—	—	0'2608	0'2602	—	—	—	—	0'3535	0'3479	—
72'0	—	20'0185	—	—	20'177	—	—	27'6053	—	—	27'493
72'5	—	—	0'2581	0'2575	—	—	—	—	0'3497	0'3444	—
73'0	—	20'2766	—	—	20'434	—	—	27'9550	—	—	27'838
73'5	—	—	0'2554	0'2548	—	—	—	—	0'3459	0'3409	—
74'0	—	20'5320	—	—	20'689	—	—	28'3009	—	—	28'179
74'5	—	—	0'2528	0'2521	—	—	—	—	0'3421	0'3375	—
75'0	—	20'7848	—	—	20'941	—	—	28'6430	—	—	28'516
75'5	—	—	0'2502	0'2494	—	—	—	—	0'3383	0'3340	—
76'0	—	21'0350	—	—	21'192	—	—	28'9813	—	—	28'850
76'5	—	—	0'2477	0'2468	—	—	—	—	0'3345	0'3307	—
77'0	—	21'2827	—	—	21'437	—	—	29'3158	—	—	29'181
77'5	—	—	0'2453	0'2442	—	—	—	—	0'3307	0'3273	—
78'0	—	21'5280	—	—	21'681	—	—	29'6465	—	—	29'508
78'5	—	—	0'2429	0'2416	—	—	—	—	0'3269	0'3240	—
79'0	—	21'7709	—	—	21'923	—	—	29'9734	—	—	29'832
79'5	—	—	0'2406	0'2390	—	—	—	—	0'3231	0'3207	—
80'0	22'50	22'0115	—	—	22'162	28'20	30'10	30'2965	—	—	30'152
80'5	—	—	0'2383	0'2369	—	—	—	—	0'3193	0'3174	—
81'0	—	22'2498	—	—	22'399	—	—	30'6158	—	—	30'470
81'5	—	—	0'2360	0'2340	—	—	—	—	0'3155	0'3142	—
82'0	—	22'4858	—	—	22'633	—	—	30'9313	—	—	30'784
82'5	—	—	0'2337	0'2315	—	—	—	—	0'3117	0'3110	—
83'0	—	22'7195	—	—	22'864	—	—	31'2430	—	—	31'095
83'5	—	—	0'2314	0'2290	—	—	—	—	0'3079	0'3079	—
84'0	—	22'9509	—	—	23'093	—	—	31'5509	—	—	31'403
84'5	—	—	0'2291	0'2265	—	—	—	—	0'3041	0'3048	—
85'0	—	23'1800	—	—	23'320	—	—	31'8550	—	—	31'708
85'5	—	—	0'2269	0'2236	—	—	—	—	0'3004	0'3017	—
86'0	—	23'4069	—	—	23'544	—	—	32'1554	—	—	32'009
86'5	—	—	0'2247	0'2217	—	—	—	—	0'2967	0'2986	—
87'0	—	23'6316	—	—	23'765	—	—	32'4521	—	—	32'308
87'5	—	—	0'2225	0'2193	—	—	—	—	0'2931	0'2948	—
88'0	—	23'8541	—	—	23'990	—	—	32'7452	—	—	32'604
88'5	—	—	0'2203	0'2170	—	—	—	—	0'2895	0'2925	—
89'0	—	24'0744	—	—	24'202	—	—	33'0347	—	—	32'896
89'5	—	—	0'2181	0'2146	—	—	—	—	0'2860	0'2896	—
90'0	24'80	24'2925	—	—	24'416	30'90	32'80	33'3207	—	—	33'186
90'5	—	—	0'2159	0'2123	—	—	—	—	0'2825	0'2866	—
91'0	—	24'5084	—	—	24'628	—	—	33'6032	—	—	33'480
91'5	—	—	0'2137	0'2100	—	—	—	—	0'2791	0'2836	—
92'0	—	24'7221	—	—	24'838	—	—	33'8823	—	—	33'756
92'5	—	—	0'2116	0'2078	—	—	—	—	0'2757	0'2808	—
93'0	—	24'9337	—	—	25'046	—	—	34'1580	—	—	34'037
93'5	—	—	0'2095	0'2055	—	—	—	—	0'2724	0'2779	—
94'0	—	25'1432	—	—	25'251	—	—	34'4304	—	—	34'315
94'5	—	—	0'2074	0'2033	—	—	—	—	0'2691	0'2751	—

Évek száma	Magassági növekedés					Vastagsági növekedés					
	H méter		$h=\Delta H/\Delta t$		H m	D cm			$d=\Delta D/\Delta t$		D cm
	mért	interpolált	mért	számlított	számlított	mért	javit.	interpolált	mért	számlított	számlított
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
95°0	—	25°3506	—	—	25°455	—	—	34°6995	—	—	34°590
95°5	—	—	0°2053	0°2011	—	—	—	—	0°2659	0°2722	—
96°0	—	25°5559	—	—	25°656	—	—	34°9654	—	—	34°862
96°5	—	—	0°2032	0°1989	—	—	—	—	0°2627	0°2695	—
97°0	—	25°7591	—	—	25°855	—	—	35°2281	—	—	35°132
97°5	—	—	0°2011	0°1968	—	—	—	—	0°2596	0°2668	—
98°0	—	25°9602	—	—	26°052	—	—	35°4877	—	—	35°399
98°5	—	—	0°1990	0°1947	—	—	—	—	0°2565	0°2451	—
99°0	—	26°1592	—	—	26°247	—	—	35°7442	—	—	35°663
99°5	—	—	0°1970	0°1926	—	—	—	—	0°2535	0°2614	—
100°0	26°80	26°3562	—	—	26°439	33°40	35°30	35°9977	—	—	35°924
100°5	—	—	0°1950	0°1904	—	—	—	—	0°2505	0°2587	—
101°0	—	26°5512	—	—	26°630	—	—	36°2482	—	—	36°183
101°5	—	—	0°1930	0°1884	—	—	—	—	0°2476	0°2561	—
102°0	—	26°7442	—	—	26°818	—	—	36°4958	—	—	36°439
102°5	—	—	0°1910	0°1864	—	—	—	—	0°2447	0°2535	—
103°0	—	26°9352	—	—	27°005	—	—	36°7405	—	—	36°692
103°5	—	—	0°1890	0°1844	—	—	—	—	0°2419	0°2509	—
104°0	—	27°1242	—	—	27°189	—	—	36°9824	—	—	36°943
104°5	—	—	0°1871	0°1824	—	—	—	—	0°2391	0°2483	—
105°0	—	27°3113	—	—	27°371	—	—	37°2215	—	—	37°191
105°5	—	—	0°1852	0°1804	—	—	—	—	0°2364	0°2458	—
106°0	—	27°4965	—	—	27°551	—	—	37°4579	—	—	37°437
106°5	—	—	0°1833	0°1784	—	—	—	—	0°2337	0°2433	—
107°0	—	27°6798	—	—	27°730	—	—	37°6916	—	—	37°681
107°5	—	—	0°1814	0°1765	—	—	—	—	0°2311	0°2408	—
108°0	—	27°8612	—	—	27°906	—	—	37°9227	—	—	37°921
108°5	—	—	0°1795	0°1746	—	—	—	—	0°2285	0°2383	—
109°0	—	28°0407	—	—	28°081	—	—	38°1512	—	—	38°160
109°5	—	—	0°1777	0°1727	—	—	—	—	0°2260	0°2359	—
110°0	28°50	28°2184	—	—	28°253	35°70	37°60	38°3772	—	—	38°406
110°5	—	—	0°1759	0°1703	—	—	—	—	0°2235	0°2342	—
111°0	—	28°3943	—	—	28°424	—	—	38°6007	—	—	38°629
111°5	—	—	0°1741	0°1690	—	—	—	—	0°2211	0°2311	—
112°0	—	28°5684	—	—	28°593	—	—	38°8218	—	—	38°860
112°5	—	—	0°1723	0°1671	—	—	—	—	0°2187	0°2288	—
113°0	—	28°7407	—	—	28°761	—	—	39°0405	—	—	39°089
113°5	—	—	0°1705	0°1653	—	—	—	—	0°2164	0°2264	—
114°0	—	28°9112	—	—	28°926	—	—	39°2569	—	—	39°315
114°5	—	—	0°1687	0°1635	—	—	—	—	0°2141	0°2241	—
115°0	—	29°0799	—	—	29°089	—	—	39°4710	—	—	39°539
115°5	—	—	0°1669	0°1617	—	—	—	—	0°2119	0°2218	—
116°0	—	29°2468	—	—	29°251	—	—	39°6829	—	—	39°761
116°5	—	—	0°1651	0°1600	—	—	—	—	0°2097	0°2196	—
117°0	—	29°4119	—	—	29°411	—	—	39°8926	—	—	39°980
117°5	—	—	0°1633	0°1582	—	—	—	—	0°2075	0°2173	—
118°0	—	29°5752	—	—	29°569	—	—	40°1001	—	—	40°198
118°5	—	—	0°1616	0°1565	—	—	—	—	0°2054	0°2151	—
119°0	—	29°7368	—	—	29°726	—	—	40°3055	—	—	40°413
119°5	—	—	0°1599	0°1548	—	—	—	—	0°2033	0°2129	—

Évek száma	Magassági növekedés					Vastagsági növekedés					
	H méter		$h=\Delta H/\Delta t$		H m	D cm			$d=\Delta D/\Delta t$		D cm
	mért	interpolált	mért	számlított	számlított	mért	javit.	interpolált	mért	számlított	számlított
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
120:0	30:00	29:8967	—	—	29:880	37:80	39:70	40:5088	—	—	40:626
120:5	—	—	0:1582	0:1531	—	—	—	—	0:2012	0:2107	—
121:0	—	30:0549	—	—	30:034	—	—	40:7100	—	—	40:837
121:5	—	—	0:1565	0:1515	—	—	—	—	0:1991	0:2086	—
122:0	—	30:2114	—	—	30:185	—	—	41:9091	—	—	41:046
122:5	—	—	0:1548	0:1498	—	—	—	—	0:1970	0:2064	—
123:0	—	30:3662	—	—	30:335	—	—	41:1061	—	—	41:252
123:5	—	—	0:1531	0:1482	—	—	—	—	0:1950	0:2044	—
124:0	—	30:5193	—	—	30:483	—	—	41:3011	—	—	41:456
124:5	—	—	0:1515	0:1466	—	—	—	—	0:1930	0:2023	—
125:0	—	30:6708	—	—	30:630	—	—	41:4941	—	—	41:659
125:5	—	—	0:1499	0:1450	—	—	—	—	0:1910	0:2002	—
126:0	—	30:8207	—	—	30:774	—	—	41:6851	—	—	41:859
126:5	—	—	0:1483	0:1434	—	—	—	—	0:1890	0:1982	—
127:0	—	30:9690	—	—	30:918	—	—	41:8741	—	—	42:057
127:5	—	—	0:1467	0:1419	—	—	—	—	0:1870	0:1962	—
128:0	—	31:1157	—	—	31:060	—	—	42:0611	—	—	42:253
128:5	—	—	0:1451	0:1403	—	—	—	—	0:1850	0:1941	—
129:0	—	31:2608	—	—	31:200	—	—	42:2461	—	—	42:447
129:5	—	—	0:1435	0:1388	—	—	—	—	0:1831	0:1922	—
130:0	31:40	31:4043	—	—	31:339	39:80	41:70	42:4292	—	—	42:640
130:5	—	—	0:1419	0:1372	—	—	—	—	0:1812	0:1902	—
131:0	—	31:5462	—	—	31:476	—	—	42:6104	—	—	42:830
131:5	—	—	0:1404	0:1358	—	—	—	—	0:1793	0:1883	—
132:0	—	31:6866	—	—	31:612	—	—	42:7897	—	—	42:917
132:5	—	—	0:1389	0:1343	—	—	—	—	0:1775	0:1864	—
133:0	—	31:8255	—	—	31:746	—	—	42:9672	—	—	43:205
133:5	—	—	0:1374	0:1329	—	—	—	—	0:1757	0:1844	—
134:0	—	31:9629	—	—	31:879	—	—	43:1429	—	—	43:389
134:5	—	—	0:1359	0:1314	—	—	—	—	0:1740	0:1826	—
135:0	—	32:0988	—	—	32:011	—	—	43:3169	—	—	43:572
135:5	—	—	0:1345	0:1300	—	—	—	—	0:1723	0:1807	—
136:0	—	32:2333	—	—	32:141	—	—	43:4892	—	—	43:752
136:5	—	—	0:1331	0:1286	—	—	—	—	0:1707	0:1789	—
137:0	—	32:3664	—	—	32:269	—	—	43:6599	—	—	43:931
137:5	—	—	0:1317	0:1272	—	—	—	—	0:1691	0:1770	—
138:0	—	32:4981	—	—	32:396	—	—	43:8290	—	—	44:108
138:5	—	—	0:1303	0:1258	—	—	—	—	0:1676	0:1752	—
139:0	—	32:6284	—	—	32:522	—	—	43:9966	—	—	44:283
139:5	—	—	0:1289	0:1244	—	—	—	—	0:1661	0:1734	—
140:0	32:70	32:7573	—	—	32:646	41:70	43:60	44:1627	—	—	44:457
140:5	—	—	0:1276	0:1230	—	—	—	—	0:1647	0:1716	—
141:0	—	32:8849	—	—	32:769	—	—	44:3274	—	—	44:682
141:5	—	—	0:1263	0:1217	—	—	—	—	0:1633	0:1699	—
142:0	—	33:0112	—	—	32:891	—	—	44:4907	—	—	44:798
142:5	—	—	0:1250	0:1204	—	—	—	—	0:1620	0:1682	—
143:0	—	33:1362	—	—	33:012	—	—	44:6527	—	—	44:967
143:5	—	—	0:1237	0:1191	—	—	—	—	0:1607	0:1665	—
144:0	—	33:2599	—	—	33:131	—	—	44:8134	—	—	45:133
144:5	—	—	0:1224	0:1178	—	—	—	—	0:1595	0:1648	—

Évek száma	Magassági növekedés					Vastagsági növekedés					
	H méter		$h=\Delta H/\Delta t$		H m	D cm			$d=\Delta D/\Delta t$		D cm
	mért	inter-polált	mért	számi-tott	számi-tott	mért	javit.	inter-polált	mért	számi-tott	számi-tott
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
145·0	—	33·3823	—	—	33·248	—	—	44·9729	—	—	45·298
145·5	—	—	0·1211	0·1165	—	—	—	—	0·1584	0·1631	—
146·0	—	33·5034	—	—	33·365	—	—	45·1313	—	—	45·461
146·5	—	—	0·1198	0·1152	—	—	—	—	0·1573	0·1614	—
147·0	—	33·6232	—	—	33·480	—	—	45·2886	—	—	45·622
147·5	—	—	0·1186	0·1140	—	—	—	—	0·1563	0·1598	—
148·0	—	33·7418	—	—	33·594	—	—	45·4449	—	—	45·782
148·5	—	—	0·1174	0·1128	—	—	—	—	0·1553	0·1582	—
149·0	—	33·8592	—	—	33·707	—	—	45·6002	—	—	45·940
149·5	—	—	0·1162	0·1115	—	—	—	—	0·1543	0·1565	—
150·0	33·90	33·9754	—	—	33·818	43·45	45·35	45·7545	—	—	46·097
150·5	—	—	0·1151	0·1103	—	—	—	—	0·1533	0·1549	—
151·0	—	34·0905	—	—	33·929	—	—	45·9078	—	—	46·252
151·5	—	—	0·1140	0·1091	—	—	—	—	0·1523	0·1534	—
152·0	—	34·2045	—	—	34·038	—	—	46·0601	—	—	46·405
152·5	—	—	0·1129	0·1079	—	—	—	—	0·1514	0·1518	—
153·0	—	34·3174	—	—	34·146	—	—	46·2115	—	—	46·557
153·5	—	—	0·1119	0·1068	—	—	—	—	0·1504	0·1502	—
154·0	—	34·4293	—	—	34·253	—	—	46·3620	—	—	46·707
154·5	—	—	0·1109	0·1056	—	—	—	—	0·1496	0·1487	—
155·0	—	34·5402	—	—	34·358	—	—	46·5116	—	—	46·856
155·5	—	—	0·1099	0·1044	—	—	—	—	0·1488	0·1472	—
156·0	—	34·6501	—	—	34·462	—	—	46·6604	—	—	47·003
156·5	—	—	0·1089	0·1033	—	—	—	—	0·1480	0·1457	—
157·0	—	34·7590	—	—	34·566	—	—	46·8084	—	—	47·149
157·5	—	—	0·1080	0·1022	—	—	—	—	0·1472	0·1442	—
158·0	—	34·8670	—	—	34·668	—	—	46·9556	—	—	47·293
158·5	—	—	0·1071	0·1011	—	—	—	—	0·1465	0·1427	—
159·0	—	34·9741	—	—	34·769	—	—	47·1021	—	—	47·436
159·5	—	—	0·1062	0·1000	—	—	—	—	0·1458	0·1413	—
160·0	35·00	35·0803	—	—	34·869	45·10	47·00	47·2479	—	—	47·577
160·5	—	—	0·1053	0·0988	—	—	—	—	0·1451	0·1398	—
161·0	—	35·1856	—	—	34·968	—	—	47·3930	—	—	47·717
161·5	—	—	0·1044	0·0978	—	—	—	—	0·1444	0·1384	—
162·0	—	35·2900	—	—	35·066	—	—	47·5374	—	—	47·855
162·5	—	—	0·1035	0·0967	—	—	—	—	0·1438	0·1370	—
163·0	—	35·3935	—	—	35·163	—	—	47·6812	—	—	47·992
163·5	—	—	0·1026	0·0957	—	—	—	—	0·1432	0·1356	—
164·0	—	35·4961	—	—	35·258	—	—	47·8244	—	—	48·128
164·5	—	—	0·1017	0·0947	—	—	—	—	0·1426	0·1342	—
165·0	—	35·5978	—	—	35·356	—	—	47·9670	—	—	48·262
165·5	—	—	0·1008	0·0936	—	—	—	—	0·1420	0·1329	—
166·0	—	35·6986	—	—	35·447	—	—	48·1090	—	—	48·395
166·5	—	—	0·0999	0·0926	—	—	—	—	0·1414	0·1315	—
167·0	—	35·7985	—	—	35·539	—	—	48·2504	—	—	48·526
167·5	—	—	0·0991	0·0916	—	—	—	—	0·1408	0·1302	—
168·0	—	35·8976	—	—	35·631	—	—	48·3912	—	—	48·656
168·5	—	—	0·0983	0·0906	—	—	—	—	0·1402	0·1288	—
169·0	—	35·9959	—	—	35·721	—	—	48·5314	—	—	48·785
169·5	—	—	0·0975	0·0896	—	—	—	—	0·1396	0·1275	—

Évek száma	Magassági növekedés					Vastagsági növekedés						
	H méter		$h=\Delta H/\Delta t$		H m	D cm			$d=\Delta D/\Delta t$		D cm	
	mért	interpolált	mért	számlított	számlított	mért	javit.	interpolált	mért	számlított	számlított	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
170:0	36:00	36:0934	—	—	35:810	46:60	48:50	48:6710	—	—	48:913	
170:5	—	—	0:0967	0:0886	—	—	—	—	0:1390	0:1262	—	
171:0	—	36:1901	—	—	35:899	—	—	48:8100	—	—	49:039	
171:5	—	—	0:0959	0:0877	—	—	—	—	0:1384	0:1249	—	
172:0	—	36:2860	—	—	35:987	—	—	48:9484	—	—	49:164	
172:5	—	—	0:0951	0:0867	—	—	—	—	0:1378	0:1236	—	
173:0	—	36:3811	—	—	36:074	—	—	49:0862	—	—	49:288	
173:5	—	—	0:0943	0:0858	—	—	—	—	0:1372	0:1224	—	
174:0	—	36:4754	—	—	36:160	—	—	49:2234	—	—	49:410	
174:5	—	—	0:0935	0:0848	—	—	—	—	0:1366	0:1211	—	
175:0	—	36:5689	—	—	36:245	—	—	49:3600	—	—	49:531	
175:5	—	—	0:0927	0:0839	—	—	—	—	0:1360	0:1199	—	
176:0	—	36:6616	—	—	36:329	—	—	49:4960	—	—	49:651	
176:5	—	—	0:0919	0:0830	—	—	—	—	0:1354	0:1187	—	
177:0	—	36:7535	—	—	36:411	—	—	49:6314	—	—	49:770	
177:5	—	—	0:0912	0:0821	—	—	—	—	0:1348	0:1175	—	
178:0	—	36:8447	—	—	36:494	—	—	49:7662	—	—	49:887	
178:5	—	—	0:0905	0:0812	—	—	—	—	0:1342	0:1163	—	
179:0	—	36:9352	—	—	36:575	—	—	49:9004	—	—	50:003	
179:5	—	—	0:0898	0:0803	—	—	—	—	0:1336	0:1151	—	
180:0	37:00	37:0250	—	—	36:655	48:10	50:00	50:0340	—	—	50:118	
180:5	—	—	0:0891	0:0794	—	—	—	—	0:1330	0:1139	—	
181:0	—	37:1141	—	—	36:735	—	—	50:1670	—	—	50:232	
181:5	—	—	0:0884	0:0786	—	—	—	—	0:1324	0:1128	—	
182:0	—	37:2025	—	—	36:813	—	—	50:2994	—	—	50:345	
182:5	—	—	0:0878	0:0777	—	—	—	—	0:1318	0:1116	—	
183:0	—	37:2903	—	—	36:891	—	—	50:4312	—	—	50:457	
183:5	—	—	0:0872	0:0769	—	—	—	—	0:1312	0:1105	—	
184:0	—	37:3775	—	—	36:968	—	—	50:5624	—	—	50:567	
184:5	—	—	0:0866	0:0761	—	—	—	—	0:1306	0:1093	—	
185:0	—	37:4641	—	—	37:044	—	—	50:6930	—	—	50:677	
185:5	—	—	0:0860	0:0752	—	—	—	—	0:1300	0:1082	—	
186:0	—	37:5501	—	—	37:119	—	—	50:8230	—	—	50:785	
186:5	—	—	0:0854	0:0744	—	—	—	—	0:1294	0:1071	—	
187:0	—	37:6355	—	—	37:193	—	—	50:9524	—	—	50:892	
187:5	—	—	0:0849	0:0736	—	—	—	—	0:1288	0:1060	—	
188:0	—	37:7204	—	—	37:267	—	—	51:0812	—	—	50:998	
188:5	—	—	0:0844	0:0728	—	—	—	—	0:1282	0:1049	—	
189:0	—	37:8048	—	—	37:340	—	—	51:2094	—	—	51:103	
189:5	—	—	0:0839	0:0720	—	—	—	—	0:1276	0:1039	—	
190:0	37:90	37:8887	—	—	37:411	49:50	51:40	51:3370	—	—	51:207	
190:5	—	—	0:0834	0:0712	—	—	—	—	0:1270	0:1028	—	
191:0	—	37:9721	—	—	37:483	—	—	51:4640	—	—	51:309	
191:5	—	—	0:0829	0:0705	—	—	—	—	0:1264	0:1018	—	
192:0	—	38:0550	—	—	37:554	—	—	51:5904	—	—	51:411	
192:5	—	—	0:0825	0:0697	—	—	—	—	0:1258	0:1007	—	
193:0	—	38:1375	—	—	37:623	—	—	51:7162	—	—	51:512	
193:5	—	—	0:0821	0:0689	—	—	—	—	0:1252	0:0997	—	
194:0	—	38:2196	—	—	37:692	—	—	51:8414	—	—	51:612	
194:5	—	—	0:0817	0:0682	—	—	—	—	0:1246	0:0987	—	

Évek száma	Magassági növekedés					Vastagsági növekedés						
	H méter		$h=\Delta H/\Delta t$		H m	D cm			$d=\Delta D/\Delta t$		D cm	
	mért	inter-polált	mért	számi-tott	számi-tott	mért	javit.	inter-polált	mért	számi-tott	számi-tott	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
195*0	—	38*3013	—	—	37*760	—	—	51*9660	—	—	51*710	
195*5	—	—	0*0814	0*0674	—	—	—	—	0*1240	0*0977	—	
196*0	—	38*3827	—	—	37*842	—	—	52*0900	—	—	51*808	
196*5	—	—	0*0811	0*0667	—	—	—	—	0*1234	0*0967	—	
197*0	—	38*4638	—	—	37*899	—	—	52*2134	—	—	51*905	
197*5	—	—	0*0808	0*0660	—	—	—	—	0*1228	0*0957	—	
198*0	—	38*5446	—	—	37*960	—	—	52*3362	—	—	52*000	
198*5	—	—	0*0806	0*0653	—	—	—	—	0*1222	0*0947	—	
199*0	—	38*6252	—	—	38*026	—	—	52*4584	—	—	52*095	
199*5	—	—	0*0804	0*0645	—	—	—	—	0*1216	0*0937	—	
200*0	38*80	38*7056	—	—	38*090	50*80	52*70	52*5800	—	—	52*189	
200*5	—	—	0*0802	0*0634	—	—	—	—	0*1210	0*0927	—	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Zahl der Jahre	ge-messen	inter-poliert	ge-messen	be-rechnet	be-rechnet	ge-messen	korri-giert	inter-poliert	ge-messen	be-rechnet	be-rechnet	
	H meter		$h=\Delta H/\Delta t$			D cm			$d=\Delta D/\Delta t$		D cm	
	Höhenwachstum					Dickenwachstum						

40... éveknek megfelelő $H_{20} = 3'0$ m, $H_{30} = 6'3$ m, $H_{40} = 10'0$ m hosszát a derékszögű koordinátarendszerben felrajzoltam nagy léptékben milliméterpapirosra (egy év = 2 milliméter, 1 méter magasság = 1 centiméter). Azután a pontokat összekötöttem (interpoláltam), majd minden egyes éveknek megfelelő H -értéket a görbéről leolvastam, táblázatba írtam, azután az egymásután következő évek értékei közötti ΔH különbségeket (folyó növedékeket) kiszámítottam.

Még jobb megvilágítás kedvéért ezen differenciálási munka lefolyásából ragadjunk ki egy rövid, pl. a 23—29 évekre terjedő darabot, mely időnek megfelelő H interpolált értékek íme itt vannak: $H_{23} = 4'2863$, $H_{24} = 4'6075$, $H_{25} = 4'9347$, $H_{26} = 5'2672$, $H_{27} = 5'6043$, $H_{28} = 5'9454$, $H_{29} = 6'2899$... Ha most minden következőből az előző évi értéket levonjuk, megkapjuk az egy-egy éveknek megfelelő ΔH fejlődési különbséget. Lesz tehát $\Delta H_{23.5} = 0'3212$, $\Delta H_{24.5} = 0'3272$, $\Delta H_{25.5} = 0'3325$, $\Delta H_{26.5} = 0'3371$, $\Delta H_{27.5} = 0'3411$, $\Delta H_{28.5} = 0'3445$... Ezeket a különbségeket, mivel a Δt nem végtelen kicsiny, hanem mérhető, hiszen egy évek vettem fel, azért pl. $H_{25} - H_{24} = \Delta H_{24.5}$ növekedést a $(t_{24} + t_{25}) : 2 = t_{24.5}$ időpontnak megfelelően helyeztem el úgy a táblázatban, mint a grafikonokon és így vettem figyelembe értéküket a számításoknál is.

Ha most a ΔH fejlődési különbségnek és ezen életfolyamat lejátézkodásához szükséges Δt idő viszonyának a határértékét képezem: $\lim \Delta H / \Delta t = dH/dt$, akkor megkapom azt az értéket, mely megfelel a növekedés Sachs-féle nagyperiódusa elméleti fogalmának. Ezen az alapon az ontogenetikus fejlődés menete és a növekedés Sachs-féle nagyperiódusa között az összefüggés matematikailag definiálva van: mert — mint látjuk — a növekedés Sachs-féle nagyperiódusa az ontogenetikus fejlődés S -alakú görbéjének az idő szerinti differenciálhányadosa.

Az egy-egy éveknek megfelelő $\Delta H / \Delta t = h$ értékek az I. számú táblázat „ $h = \Delta H / \Delta t$ mért” jelzésű 4. számú rovatában láthatók. Ezek alapján rajzoltam meg a 4. ábra szaggatott vonallal jelzett görbéjét. Ezen itt következő $h_{10.5} = 0'1834$, $h_{35.5} = 0'3540$, $h_{60.5} = 0'2944$, $h_{85.5} = 0'2269$ értékekből számítottam ki az egyenletek r és w exponenciális koeficienseit, míg a $h_{6.5} = 0'1227$, $h_{35.5} = 0'3540$ értékekből nyertem az a és b együtthatók értékét.

Az r , w , a , b koeficiensek értékének a kiszámítása az ilyen, két vagy több tagú exponenciális függvényeknél a szokásos módszerek segítségével meglehetősen hosszadalmas. Ha azonban a kísérleti adatokat, melyekből az r , w , a , b koeficienseket ki akarjuk számítani, megfelelően választjuk, akkor az eljárást lényegesen egyszerűsíthetjük. Ezen cél elérésére nagyon hasznos tanáccsal szolgált Walek Károly dr. kollégám, főiskolánk

matematika tanára, aki azt ajánlotta, hogy válasszuk meg a t_1, t_2, t_3, t_4 időt olymódon, hogy azok között az időközök egyenlők legyenek, vagyis $t_2 - t_1 = \tau, t_3 - t_2 = \tau, t_4 - t_3 = \tau$ legyen. Ez akkor adódik, ha

$$t_1 = t_1 + 0$$

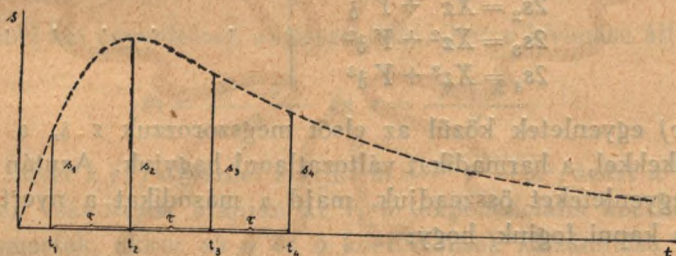
$$t_2 = t_1 + \tau$$

$$t_3 = t_1 + 2\tau$$

$$t_4 = t_1 + 3\tau$$

Mivel ezen exponenciális kifejezésnél az idő a kitevőben szerepel, azért ha az egymásután következő kísérleti adatok ideje $\tau, 2\tau, 3\tau$, vagyis *arithmetikai* haladvány szerint változik, akkor a függvénynek megfelelő helyen való $e^{-(r-m)t}$ és $e^{-(r+m)t}$ értékei *geometria*i haladványt alkotnak és ez a körülmény az egyenlet megoldását lényegesen egyszerűsíti.

Ha az r, w, a, b koefficienseket az (1) egyenlettel ki akarjuk számítani, akkor a görbének a menetét, legalább négy ponton kell ismernünk, tehát legalább négy alkalmas kísérleti értékre van szükségünk. Válasszuk meg a kísérleti pontokat olymódon, mint azt a 3. ábra mutatja:



3. ábra.

Annak bemutatása, hogy az r, w, a, b koefficiensek kiszámításának megkönnyítése céljából miként célszerű a kísérleti pontokat megválasztani.

Tapasztalatom szerint a fák szóbanforgó növekedési görbéinek kiszámításánál célszerű a t_2 időt ott venni, ahol a Sachs-féle nagyperiódus értéke a legnagyobb, a többi értékeket pedig úgy kell megválasztani, hogy t_1 a t_2 előtt, t_3 és t_4 pedig a t_2 mögött legyenek egyenlő τ időközönként elhelyezve. Ha módunkban van, akkor célszerű a kísérleteket úgy végezni, hogy a mérések ezen előnyös időpontba essenek, ha ezt nem tudnánk elvégezni, akkor elegendő és megbízható kísérleti adat birtokában gondos közbeiktatás által grafikai interpoláció útján alkothatjuk meg a szükséges értéket.

Egyszerűsítés kedvéért az (1a) egyenlet kitevőjében a zárjelek között lévő értékeket jelöljük egy betűvel, és pedig:

$$(r - m) = x$$

$$(r + m) = y$$

akkor ha a t folyó idő kifejezésére tervbe vett megállapodást is alkalmazásba vesszük, a megoldáshoz szükséges négy egyenletet a következőképpen írhatjuk fel:

$$\left. \begin{aligned} 2s_1 &= ae^{-xt_1} & + & be^{-yt_1} \\ 2s_2 &= ae^{-x(t_1+\tau)} & + & be^{-y(t_1+\tau)} \\ 2s_3 &= ae^{-x(t_1+2\tau)} & + & be^{-y(t_1+2\tau)} \\ 2s_4 &= ae^{-x(t_1+3\tau)} & + & be^{-y(t_1+3\tau)} \end{aligned} \right\} \quad (1b)$$

Legyen most ezen egyenletekben egyszerűsítés céljából:

$$ae^{-xt_1} = X \quad \text{és} \quad be^{-yt_1} = Y$$

azután legyen:

$$e^{-x\tau} = z \quad \text{és} \quad e^{-y\tau} = \beta$$

akkor ezen kifejezések behelyettesítése után az előző (1b) egyenleteket írhatjuk:

$$\left. \begin{aligned} 2s_1 &= X & + & Y \\ 2s_2 &= Xz & + & Y\beta \\ 2s_3 &= Xz^2 & + & Y\beta^2 \\ 2s_4 &= Xz^3 & + & Y\beta^3 \end{aligned} \right\} \quad (1c)$$

Az (1c) egyenletek közül az elsőt megszorozzuk $z \cdot \beta$, a másodikat $(z + \beta)$ értékekkel, a harmadikat változatlanul hagyjuk. Azután az első és harmadik egyenleteket összeadjuk, majd a másodikat a nyert összegből kivonjuk és kapni fogjuk, hogy:

$$s_1 z \beta - s_2 (z + \beta) + s_3 = 0$$

Ugyanígy járunk el a második, harmadik és negyedik egyenlettel és nyerni fogjuk, hogy:

$$s_2 z \beta - s_3 (z + \beta) + s_4 = 0$$

Mivel itt a kezdő X és Y egyenletek értékei kiesnek, ez az egyenlet érvényes minden olyan három pontra, melyek az abszcisszára vonatkoztatva egyenlő távolságra vannak egymástól.

Az utóbbi két egyenletből most $z \cdot \beta$ és $(z + \beta)$, illetve z és β értékei kiszámíthatók. És pedig:
ha $(z + \beta)$ értékét B -vel jelöljük, lesz:

$$z + \beta = \frac{s_1 s_4 - s_2 s_3}{s_1 s_3 - s_2 s_2} = B$$

ha $z \cdot \beta$ értékét C -vel jelöljük, lesz:

$$z \cdot \delta = \frac{s_2 s_4 - s_3 s_1}{s_1 s_3 - s_2 s_2} = C$$

honnan most már egyszerűen adódik, hogy:

$$z = \frac{B \pm \sqrt{B^2 - 4C}}{2} \quad \text{hasonlóan} \quad \delta = \frac{B \mp \sqrt{B^2 - 4C}}{2}$$

A most nyert z és δ értékekből az x és y , illetve r és m értékeit a következőképpen kapjuk:

$$z = e^{-xr} \quad \text{honnan} \quad x = -\frac{\log z}{\tau \log e}$$

$$\delta = e^{-yr} \quad \text{honnan} \quad y = -\frac{\log \delta}{\tau \log e}$$

Míntehogy pedig előző megállapodásunk szerint:

$$y = r + m$$

$$x = r - m$$

ezen legutóbbi két egyenletnek az összeadása, illetve kivonása által nyerjük:

$$m = \frac{y - x}{2} \quad \text{és} \quad r = \frac{y + x}{2}$$

Végül, mivel a (2) egyenlet szerint $m = \sqrt{r^2 - w^2}$, azért $w^2 = r^2 - m^2$.

Ha ezen számítások alapján az r , w exponenciális koefficiensek értékét megismertük, akkor az a és b koefficiensek kiszámítása következik.

A számításhoz szükséges és elegendő két tetszőleges t_1 , t_2 időpontban h_1 , h_2 kísérleti úton nyert érték. Az előzőekben megadott h_1 , h_2 , h_3 , h_4 kísérleti értékek bármelyikét vehetjük, esetleg egy másik h értéket is választhatunk. Mivel pedig az előző számítási műveletek elvégzése után a $t \cdot (r - m)$, valamint $t \cdot (r + m)$ kitevőkben szereplő tényezők mindenikét ismerjük, a további számításokat lényegesen egyszerűsíthetjük, hogy az (1a) egyenletnek megfelelően meghatározzuk az $e^{-(r-m)t}$ és $e^{-(r+m)t}$ exponenciális kifejezések értékét és helyükre egyszerű numerikus értéküket behelyettesítve, folytatjuk az egyenlet ismeretlen tagjainak a kiszámítását.

$$e^{-(r-m)t_1} = D_1$$

$$e^{-(r+m)t_1} = E_1$$

$$e^{-(r-m)t_2} = D_2$$

$$e^{-(r+m)t_2} = E_2$$

Ezek után az (1a) egyenletek a következő alakot nyerik:

$$2s_1 = aD_1 + bE_1$$

$$2s_2 = aD_2 + bE_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1d)$$

Most ezen két utóbbi egyenletet az a és b ismeretlenekre megoldjuk és nyerni fogjuk, hogy:

$$a = \frac{2s_1 E_2 - 2s_2 E_1}{D_1 E_2 - D_2 E_1} \quad b = \frac{2s_2 D_1 + 2s_1 D_2}{D_1 E_2 - D_2 E_1}$$

A számítás technikai kivitelének egyszerűsítése és világosabbá tétele céljából a II. táblázatban látható vázlatot állítottam össze olymódon, hogy a számítás meneténél ezeket a rovatokat kell egymásután kitölteni, illetve

II. táblázat.

Az r , w , a , b koefficiensek kiszámításának mintája.

$$h_1 = h_{t_1} = h_{10.5} = 0.1834; \quad h_2 = h_{t_2} = h_{35.5} = 0.3540; \\ h_3 = h_{t_3} = h_{60.5} = 0.2944; \quad h_4 = h_{t_4} = h_{85.5} = 0.2269; \quad \tau = 25$$

$z + \delta = \frac{h_1 h_4 - h_2 h_3}{h_1 h_3 - h_2 h_2} = \frac{0.1834 \cdot 0.2269 - 0.3540 \cdot 0.2944}{0.1834 \cdot 0.2944 - (0.3540)^2} = \frac{-0.062604}{-0.071323} =$		0.87775	= B
$z \cdot \delta = \frac{h_2 h_4 - h_3 h_3}{h_1 h_3 - h_2 h_2} = \frac{0.3540 \cdot 0.2269 - (0.2944)^2}{0.1834 \cdot 0.2944 - (0.3540)^2} = \frac{-0.006349}{-0.071323} =$		0.08901	= C
$B^2 = 0.77045$ $-4C = -0.35604$ $\frac{0.41441}{0.41441} = F$		$\log F = 0.61741 - 1$ $= 1.61741 - 2$ $N \log 0.80870 - 1 = 0.64373$	: 2 = R
$z = \frac{+B + \sqrt{B^2 - 4C}}{2} = \frac{+B + R}{2} = \frac{0.87775 + 0.64373}{2} =$		0.76074	= z
$\delta = \frac{+B - \sqrt{B^2 - 4C}}{2} = \frac{+B - R}{2} = \frac{0.87775 - 0.64373}{2} =$		0.11701	= δ
$x = \frac{-\log z}{\tau \log e} = \frac{-\log 0.76074}{25.0434294} = \frac{-0.88124 - 1}{10.85735} = \frac{0.11876}{10.85735} = x =$		0.010938	= r - m
$y = \frac{-\log \delta}{\tau \log e} = \frac{-\log 0.11701}{25.0434294} = \frac{-0.06822 - 1}{10.85735} = \frac{0.93179}{10.85735} = y =$		0.085820	= r + m
$r = \frac{y + x}{2} = \frac{0.096758}{2} =$		0.048379	= r
$m = \frac{y - x}{2} = \frac{0.074882}{2} =$		0.037441	= m
$\omega^2 = r^2 - m^2 = (r + m)(r - m)$ $\log(r + m) = 0.93359 - 2$ $\log(r - m) = 0.03894 - 2$		$\omega^2 = N \log 0.97253 - 4$ $\omega = N \log 0.48626 - 2 =$	: 2 0.000938 = ω^2 0.030638 = ω

$h_1 = h_{t_1} = h_{0.5} = 0.1227; \quad h_2 = h_{t_2} = h_{35.5} = 0.3540$ $e^{-(r-m)t} = D, \quad e^{-(r+m)t} = E$ $b = \frac{2 h_2 D_1 - 2 h_1 D_2}{D_1 E_2 - D_2 E_1} = \frac{0.7080 \cdot 0.93138 - 0.2454 \cdot 0.67823}{0.93138 \cdot 0.04752 - 0.67823 \cdot 0.57245} =$ $= \frac{+0.49298}{-0.34399} = \dots\dots\dots -1.4331 = b$ $a = \frac{2 h_1 E_2 - 2 h_2 E_1}{D_1 E_2 - D_2 E_1} = \frac{0.2454 \cdot 0.04752 - 0.7080 \cdot 0.57245}{0.93138 \cdot 0.04752 - 0.67823 \cdot 0.57245} =$ $= \frac{-0.39363}{-0.34399} = \dots\dots\dots +1.1443 = a$		
--	--	--

a kijelölt számolási műveleteket kell fokozatosan elvégezni. A minta maga nyomtatott betűkkel, a végrehajtott számítás cursív betűkkel van szedve. Ez a példa az I. táblázatban közölt 200 éves lúcfenyő magassági növekedéséhez tartozó w , r , a , b együtthatók kiszámítását mutatja, melynél a levezetésben szereplő s_1 , s_2 , s_3 , s_4 értékek helyébe, természetesen mindenütt ugyanazon időnek megfelelő h_1 , h_2 , h_3 , h_4 kísérleti értékek vannak beillesztve.

Ha w , r , a , b együtthatókat ismerjük, akkor azokat az (1) vagy (2) egyenletbe behelyettesítve bármilyen t időpontnak megfelelő s vagy S elméleti értékét kiszámíthatjuk úgy, mint azt az I. táblázat 5. és 6. rovataiban láthatjuk. Ha nagyon sok kísérleti adatot akarunk feldolgozni, mint ez nálam történt, ezen törvényszerűség kutatásánál, akkor az s és S kiszámításánál is kívánatos valamilyen táblázatot készíteni és annak rendje szerint haladni, mert a tévedéseket ily módon hamarabb kikerülhetjük. Ez utóbbi számításoknak a menete azonban olyan egyszerű, hogy a követendő

III. táblázat.

$\left. \begin{aligned} a D \\ + b E \\ 2 s = \end{aligned} \right\} t = 65$	$= 1.1443 \cdot 0.93138$	$= 1.0658$		
	$+ (-1.4331 \cdot 0.57245)$	$= -0.8204$		
	$=$	$0.2454 : 2 = 0.1227$	0.1227	$= s$
$\alpha = \frac{a}{r-m}$	$= \frac{1.1443}{0.010938}$	$= 104.62$	104.62	$= \alpha$
$\beta = \frac{b}{r+m}$	$= \frac{-1.4331}{0.085820}$	$= -16.70$	-16.70	$= \beta$
		$87.92 = \alpha + \beta = C_0$	87.92	$= C_0$
$\left. \begin{aligned} - \beta E \\ - \alpha D \\ 2 S = \end{aligned} \right\} t = 60$	$=$	$= -(-16.70 \cdot 0.005804)$	$= 0.10$	
		$= - (104.62 \cdot 0.518800)$	$= -54.28$	
	$=$	$33.74 : 2 =$	16.87	$= S$

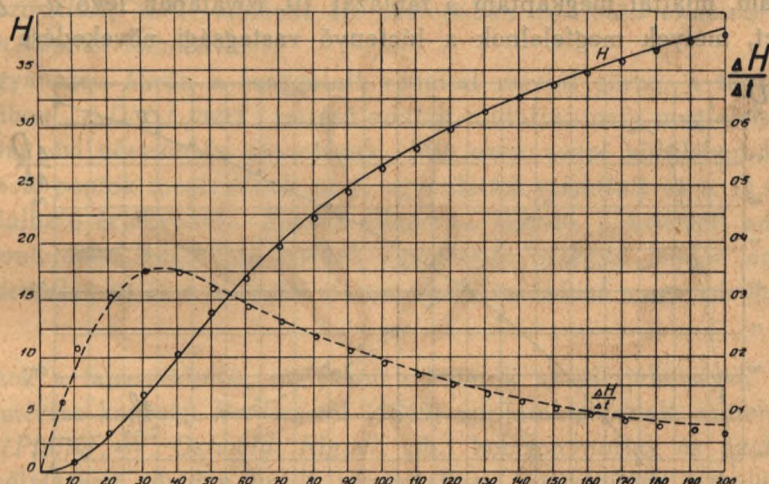
eljárásra a legelőnyösebb mintát mindenki maga is meg fogja szerkeszteni. Különben a III. sz. táblázatban egy-egy példa be van mutatva a s és S értékek kiszámítására is.

Meg kell azonban jegyezmem, hogy a csillapított harmonikus rezgőmozgás rendkívül sajátos és érzékeny függvény, mely különféle menetet vesz fel a koeficiensek viszonylagos értéke és előjele szerint. Más lesz, ha $r^2 > w^2$, ha $r^2 < w^2$, ha $r^2 = w^2$, avagy más, ha $+a$, $+b$, vagy $-a$, $-b$, vagy $\pm a$, $\mp b$ az előjel. A jelenlegi esetünkben az lesz a helyes, ha $r^2 > w^2$ és ha $+r$, $+w$, $+a$, $-b$ lesznek a koeficiensek, ez a számítások menetéből ki is adódik. Mivel azonban az élőlények növekedése görbéjének a menete nem teljesen azonos a konstans koeficiensekkel bíró csillapított rezgőmozgás görbéjével, mert — mint később látni fogjuk — az élőlényeknél a koeficiensek a biológiai viszonyoknak megfelelően változnak és ezáltal a növekedés görbéjének menete bárhol eltérhet a hozzá legközelebb álló konstans koeficiensekkel bíró rezgőmozgás görbéjének menetétől, azért ha nem találjuk el szerencsésen a kiszámításhoz mindkét függvényben szereplő közös pontokat, akkor esetleg a megoldás nem sikerül, mert olyan koeficienseket kapunk, melyeket ha az egyenletbe visszahelyezzük, nem adják meg azt a menetet, mely a kísérleti adatoknak megfelel. Az ilyen esetben többszöri próbálgatás által kikeressük azokat a pontokat, melyek megadják azt a menetet, amelyik a szóbanforgó nagyperiódus görbéjéhez a legközelebb áll.

Sok individuumra vonatkozó mérés középértékén alapuló számításnál nehézség ritkábban jelentkezik. Az itt látott fák növekedésének példájánál azért a mért és számított görbék menete elég jól fedik egymást, de egyes individuumokra vonatkozó méréseknél a biológiai tényezők tág határok közötti változása folytán az életjelenségeket kifejező görbe olyan nagymértékű hullámozást mutathat, hogy az elméleti görbe csak akkor egyezhet a kísérleti adatokkal, ha a biológiai viszonyok módosító hatását is figyelembe vesszük. Ez utóbbira vonatkozólag a későbbi fejtegetéseimben, főleg a második közleményemben, még részletesebben vissza fogok térni.

A koeficiensek kiszámításánál — mint az előzőekben már láttuk — először az r és m értékét, azután újabb kiszámítással az a és b értékét határoztam meg. Mikor azután $r = 0.048379$, $w = 0.030643$, $m = 0.037441$, $a = 1.144308$, $b = -1.433101$ koeficiensek megvoltak, ezeknek az eredeti (1) egyenletbe való behelyettesítése által kiszámítottam az egyenlet szolgáltatta azon h értékeket, melyek a táblázat 5. számú rovatában láthatók. Ezeket az adatokat a 4. számú ábrán szaggatott vonallal megrajzolt Sachs-féle görbe mellé, minden 10—10 évnek megfelelően felraktam és bekarikázással tettem a másiktól megkülönböztethetővé. Miként láthatjuk, a két görbe menete nemcsak teljesen egyértelmű, hanem elég jól egyezik is egymással.

Ugyanezen r , w , a , b koeficienseknek a (3) számú integrál képletbe való behelyettesítése által kiszámítottam a *Guttenberg*-féle H magassági adatokat, vagyis az ontogenetikus fejlődés menetének adatait. Ezek az értékek az I. számú táblázat 6. rovatában találhatók, a 4. számú ábrán ezek körbe foglalt pontokkal vannak jelölve. Az egyezés a mért és a számított értékek között itt is teljesen kielégítő; az eltéréseket a biológiai viszonyok változásával magyarázom. Ha a növény külső és belső biológiai viszonyai állandók volnának, akkor a számított értékek a mért értékeket pontosan követnék.

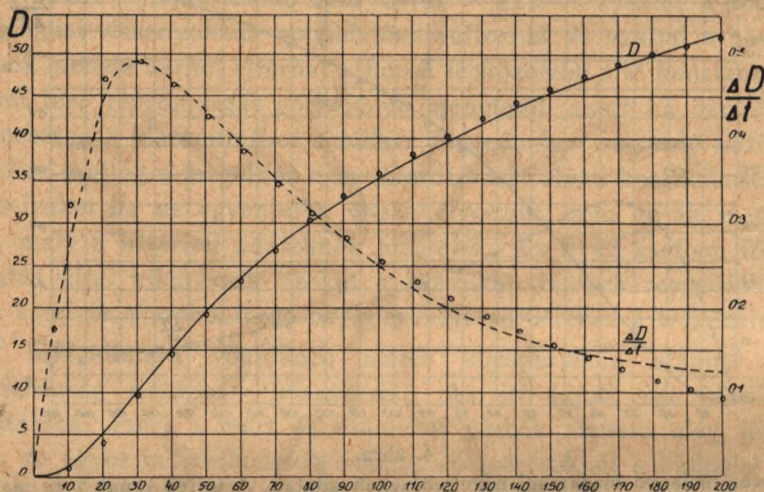


4. ábra.

Egy 200 éves lúcfenyő magassági növekedésének adatai. A teljes vonal a fa magasságát mutatja, *Guttenberg* mérései alapján. A szaggatott vonallal kihúzott görbe a magassági növekedés *Sachs*-féle nagyperiódusát adja. Ezen vonalak mellett látható bekarikázott pontok által jelzett görbe az (1), illetve (3) egyenlettel számított értékeket jelzik.

Vizsgáljuk meg ezek után ugyanezen lúcfenyőnek a vastagsági növekedését. Az eredeti *Guttenberg*-féle mérési adatokat az I. számú táblázat 7. oszlopában látjuk. Az évgűrök vastagsági méréseit *Guttenberg* mellmagasságban (130 cm) készített metszeten végezte. Míg a fák ezen magasságot elérhették, eltelt körülbelül 11 év. Ezeknek az eddig keletkezett évgűröknek a vastagsága — mint *Guttenberg* rajza is mutatja (Tafel XX.) — hiányzik az adatokból. A mi vizsgálatainknál ezt a hiányt pótolni kell. Ezt a különbséget az eredeti mérési adatok extrapolálása által állapíthatjuk meg oly módon, hogy az eredeti adatokat milliméterpapirosra nagy lépésekben felrakjuk és a görbe természetes menetének megfelelően megrajzoljuk a folytatását. Ha az évgűrök olyan intenzitással nőttek volna, mint a 20 év utáni mellmagasságban lévő évgűrök, akkor ezen extrapoláció

szerint az első 11 év alatt a lúcfenyő átmérője körülbelül 1'9 cm-rel nagyobb vastagságot ért volna el. Ezt az 1'9 cm vastagságot hozzá kell adni a *Guttenberg*-féle mérési adatok minden egyes értékéhez, melyek a 11. év után következnek, mert csak így mutatják a vastagsági adatok a fa minden időben elért valóságos vastagságát. A csatolt I. számú táblázat 7. rovata az eredeti adatokat, a 8. rovat ezen 1'9 cm-rel helyesbített értékeit szolgáltatja. Ezeket a 8. rovatban lévő javított adatokat milliméterpapirosra felrajzoltam és a magasság tárgyalásánál leírt módon interpoláltam és az egyes éveknek megfelelő értékeket a 9. oszlopba beírtam, majd a leírt módon differenciáltam, miáltal megkaptam a táblázat 10. rovatában lévő $d = \Delta D / \Delta t$ értékeket, melyek megfelelnek a lúcfenyő vastagsági növekedése *Sachs*-



5. ábra.

Ugyanezen 200 éves lúcfenyő vastagsági növekedésének adatai. A teljes vonal a fa vastagságát, a szaggatott vonal a vastagsági növekedés *Sachs*-féle nagyperiódusát mutatja a fa különféle korában. Ezen vonalak mellett látható bekarikázott pontok által jelzett görbe a (3), illetve (1) egyenlettel számított értékeket jelzi.

féle nagyperiódusának. A differenciálás alkalmával ezen hozzáadott 1'9 konstans eltűnik, miáltal a differenciál hányados értékét ez nem befolyásolja, míg az első évek differenciál hányadosát az így javított eredeti görbe extrapolálása és a nyert értékek differenciálása által sikerül elegendő pontossággal meghatározni. Ezeknek az I. számú táblázat 10. rovatában látható 10'5, 30'5, 50'5, 70'5 időpontoknak megfelelő $d_{10'5} = 0'2623$, $d_{30'5} = 0'4924$, $d_{50'5} = 0'4341$, $d_{70'5} = 0'3573$ értékekből számítottam az aperiódusosan csillapított rezgőmozgás r' , m' , illetve w' koefficienseit, majd a $d_{6'5} = 0'1739$, $d_{30'5} = 0'4924$ értékekből az a' és b' értékeket. A számítások szerint kiadódó értékek a következők: $r' = 0'059028$, $m' = 0'048773$, $w' = 0'033249$, $a' = 1'45032$, $b' = -2'03307$.

Ezen koefficienseknek az (1) egyenletbe való visszahelyezése által kiszámítottam azután a növekedés azon elméleti értékeit, melyek az I. számú táblázat 11. rovatában láthatók, valamint a fejlődés ontogenetikus menetének azon elméleti adatait, melyek az I. sz. táblázat 12. rovatában vannak.

Ha a mért és számított értékeket ezek után grafikusán ábrázoljuk, az 5. számú rajzban látható görbéket kapjuk. Ezen az ábrán az S-alakú teljes vonal a lúcfenyő ontogenetikus fejlődésének a 8. oszlopban látható — a fa teljes életére vonatkoztatott — *mérési adatok* alapján megrajzolt görbét mutatja. Az ennek közelében látható bekarikázott pontok a (3) egyenlettel számított, az I. táblázat 12. oszlopában található elméleti értékek alapján vannak felhordva.

Ugyanezen ábrán a szaggatott vonallal rajzolt görbe, a táblázat 10. oszlopában „ $\Delta D/\Delta t$ mért” jelzésű adatait mutatja, mely megfelel a törzsvastagság évi növekedési menetének. Míg ezen vonal közelében lévő bekarikázott pontok megfelelnek az 1. egyenlettel számított és a 11. oszlopban található értékeknek. Miként világosan látható, a kísérleti adatok és az egyenletekkel számított értékek egymással kielégítő módon egyeznek. *Az eltéréseket itt is a biológiai viszonyok változásával magyarázom.*

★

Azok a tapasztalatok, melyeket a kutatók az életjelenségek lefolyásának mérése kapcsán Harting-től (1845) napjainkig tettek, mint azt már sokan (Pfeffer, W. Ostwald, Rippel, stb.) bebizonyították és az irodalmi összefoglalásban röviden én is reámutattam, egyöntetűen azt igazolják, hogy az ontogenetikus fejlődés menetének sajátos S-alakú lefolyása teljesen általános jelenség az összes élőlényeknél. Egyformán megnyilvánul ez a törvényszerűség az egyetlen sejtől, a fejlődés kezdetétől a különféle időpontokig vegetatív úton szaporodott sejteknek a számában, azok térfogati és súlynövekedésében, azok táplálékfogyasztásában, a melléktermékek keletkezésében, a hőtermelésben, stb. épen úgy, mint a soksejtű élőlényeknek a fejlődés kezdetétől a különféle időpontokig elért hosszúsági, vastagsági, térfogati, súlyszerinti, stb. fejlődésében, az asszimilált vagy disszimilált tápanyagok mennyiségében, a termelt kalóriák összegében, stb. Mindezek a jelenségek egyöntetűen az ontogenetikus fejlődés jellegzetes S-alakú függvényének a jegyében folynak le.

Ezzel parallel az ontogenetikus fejlődés menetének az időszerinti változása, vagyis a növekedés Sachs-féle nagyperiódusa szintén állandóan ugyanolyan formában jelentkezik minden egyséjtű és minden soksejtű élőlénynél, azok ismert életjelenségének mindenikénél egyaránt, mint teljesen jellegzetes folyamat. Ami természetes is, mert a növekedés nagyperiódusa — mint az előzőkben már láttuk — nem más, mint az ontogenetikus fejlődés menetének az időszerinti differenciál hányadosa. Az ontogenetikus fejlődés

dés lefolyásának sajátos S-alakú függvényéből következik, hogy differenciál hányadosként a nagyperiódus jellegzetes alakját kell kapnunk.

Ezen adathalmaz megvizsgálása után világosan láthatjuk, hogy a növekedés nagyperiódusa elvileg azonos, illetve bizonyos feltételek mellett azonos lefolyású az aperiódusosan csillapított rezgőmozgás görbéjével. Erre nézve döntő bizonyítékok azok a tények, melyeket az előzőekben bemutatam; mert a példákban látott *mért és számított* adatok a legkiegészítőbb módon fedik egymást, melyekhez hasonlókat bőven tapasztaltam és későbbi közleményeimben még többet is be fogok mutatni.

Valóban a növekedés nagyperiódusának az alakja mindig hasonló az aperiódusosan csillapított rezgőmozgás görbéjének az alakjához és ha a kettő között az egyezés nem annyira tökéletes, hogy a kísérleti adatokat a megadott (1) vagy (3) képlettel konstans r , w , a , b koeficiensek mellett pontosan követni lehessen, annak az az oka, hogy az élőlény fejlődésének a külső biológiai viszonyai nem konstansok, vagy a belső biológiai viszonyok a zavaró külső, vagy valamely eddig ismeretlen belső oknál fogva (pl. energetikai tényezők megváltozása miatt) nem olyan szabályos lefolyásúak, mint amilyent a csillapított rezgőmozgás állandó koeficiensek mellett képvisel. Következésképpen a két jelenség tökéletesen csak akkor fedheti egymást, ha az aperiódusosan csillapított rezgőmozgás koeficienseit a külső és belső biológiai viszonyok szerint változóknak tekintjük.

Ilyen elképzelés mellett most már szinte az a meglepő, ha azt látjuk, hogy a példa gyanánt bemutatott lúcfenyő hosszúsági és vastagsági növekedésének törvényszerűsége olyan jól egyezik az aperiódusosan csillapított rezgőmozgás törvényszerűségével, holott a képletben szereplő koeficienseket mind a magasság, mind az átmérő folyó növedékének a kiszámításánál állandóknak tételeztem fel. Ennek az az oka, hogy ezen 200 éves fák nagy élettartama és ezalatt elért nagy méretei mellett az évi növekedések viszonylag kicsinyek s az időjárási viszonyok módosulása folytán a növekedésben beálló változások a nagy méretekhez képest csekélyek. Azután a kísérleti adatok sok egyednek a mérési közepeire vonatkoznak, ahol az egyéni ingadozások elmosódnak úgy, hogy ezen fák növekedési adatainál főleg azok a tényezők dominálnak, melyek a konstans külső biológiai viszonyokra és a belső biológiai viszonyok szabályos lefolyására jellegzetesek, mely körülmények között azoknak a „*belső okoknak*“, vagy úgy is mondhatjuk, az *élet alaptényezőinek* a szerepe jut érvényre, melyek az élet lefolyásánál a legnagyobb fontosságúak. Az élő szervezetben ezen alaptényezők küzdenek állandóan egymással, melyeknek abszolút és relatív nagysága az öröklésen kívül a fejlődés folyamán a külső biológiai viszonyok szerint is változik. Ezt az állandó harcot, illetőleg

ennek lefolyásánál kialakuló egyensúlyi helyzetet írja le a növekedés nagyperiódusa és az ontogenetikus fejlődés menete. Mivel ezen fáknál a külső biológiai tényezők változásának a befolyása elmosódik, az alaptényezők úgy viselkednek, mintha konstans értékek volnának, és ilymódon a növekedés menete az elméleti függvényhez közel hasonló szabályos lefolyást nyer.

Jobban megzavarják a külső biológiai viszonyok a fejlődés nagyperiódusának képét a gyorsabb fejlődésű egysejtű és soksejtű élőlényeknél, ahol a külső biológiai viszonyoknak, a hőmérsékletnek, a világosságnak, a tápanyagok minőségének, viszonylagos mennyiségének, koncentrációjának, stb. az idő szerinti változása a növekedés lefolyását nagymértékben átalakítja, azután a növekedés nagyperiódusának és ezzel kapcsolatosan az ontogenetikus fejlődésnek a görbájén kisebb-nagyobb behorpadásokat, kiemelkedéseket, esetleg hullámos alakulatokat idéznek elő. Ezeket a jelenségeket már régóta ismerik a fiziologusok és elnevezték ezeket a *növekedés kisperiódusának*. Ezek a kisperiódusok a fáknál is látszanak, mert az évi hossznövekedés, azután az évgyűrűk vastagodása valóban nem egyforma, hanem az időjárás szerint változik. Csakhogy — mint az előzőekben is kiemeltem — az ingadozások a fa nagy méretéhez képest viszonylag kisebbek; tehát a nagyperiódus méretéhez képest elenyésző kicsinyek.

Az élőlények növekedésének nagyperiódusa mellett jelentkező kisperiódusok tehát minden kétséget kizáróan bizonyítják, hogy a növekedés lefolyásának a képe a biológiai viszonyok szerint is változik. Másrészt egyszerű matematikai összefüggés, hogy egy függvény menete módosul, mihelyt a koeficiensek értékei megváltoznak, így a csillapított rezgőmozgás lefolyása is más lesz, ha koeficiensei a reá ható okok folytán módosulnak. A biológiai viszonyok a növekedést befolyásolják, a növekedés változása folytán pedig a rezgőmozgás egyenletének koeficiensei fognak megváltozni. A növekedési jelenség és a csillapított rezgőmozgás függvénye tehát csak akkor fedheti egymást, ha az utóbbinak koeficienseit az élőlény külső és belső biológiai viszonyai szerint változóknak tekintjük.

A kutatók idevonatkozó tapasztalatai, saját kísérleteim és elméleti megfontolásaim alapján kimondom tehát, hogy:

Az élőlények növekedésének és több egyéb a növekedéssel összefüggő életjelenség lefolyásának a törvényszerűsége egyezik az aperiódusosan csillapított rezgőmozgás törvényszerűségével olyan feltétel mellett, ha a csillapított rezgőmozgás koeficienseit a biológiai viszonyok szerint változóknak tekintjük.

Teljes világosság kedvéért újból meg kell jegyeznem, hogy s = növekedés, stb. alatt egy határértéket, $s = \lim \Delta S / \Delta t = dS/dt$ értünk, ahol S jelenti akár egy sejtnek, akár egy soksejtű élőlénynek a súlyát, hosszát,

szélességét, térfogatát, sejtjei számát, az asszimilált vagy disszimilált tápanyagnak, vagy a termelt hőnek a mennyiségét, stb., t jelenti a szóbanforgó valamely életfolyamat lejátszódásához szükséges időt.

Ha mi az r , w , a , b koeficienseket a biológiai viszonyok szerint változóknak tekintjük, akkor a megadott (3. és 1) egyenletek segítségével képesek leszünk az élőlényeknek akár az ontogenetikus fejlődés folyamán jelentkező eltéréseit, kisebb-nagyobb ingadozásait, esetleges periódusosságát, akár a növekedés *Sachs*-féle nagyperiódusában fellépő, bonyolultnak látszó módosulásokat kifejezni úgy, hogy az elméleti számítások ezáltal a kísérleti adatokat pontosan képesek lesznek fedni.

Az előadottak után mindenki előtt világos, hogy úgy a példa gyanánt bemutatott fának, mint bármely soksejtű élőlénynek a fejlődési menetét mutató görbe úgy is felfogható, mint egy eredő, mely az élőlényt alkotó sejteknek a nagy- és kisperiódusaiból adódik össze. Minden egyes sejt fejlődésének megvan a nagyperiódusa, valamint megvannak a kisperiódusai. Mivel pedig az élőlényt alkotó sejteknek a periódusai térben és időben egymáshoz képest el vannak tolva és egymás fölé vannak halmozva, érthető ez a nagyfokú bonyolultság, mely az élet lefolyásának képét olyan komplikálttá teszi. Az a szabályosság azonban, mely az élőlény kifejlődésénél és szervezetének működésénél mégis mindenütt tapasztalható, reményt nyújt arra, hogy szívós kitartással itt is reá fog jutni a tudomány azokra az ismeretekre, melyek végre is feltárják az emberi szellem előtt az élet lefolyását szabályozó erőket és ezek működésének törvényeit. Természetesen meg kell találni a kutatás helyes irányát, sorrendjét és módszerét, mely ide elvezet. Ebben az irányban a legelső lépésünk az (1) és (3) egyenletek koeficiensei jelentésének a megértése kell hogy legyen.

Hogy az r , w , a , b koeficiensek értékei valóban a biológiai viszonyok szerint változnak, azt egy következő értekezésemben fogom még pontosabban megmutatni, mely után igyekezni fogok a szóbanforgó koeficiensek jelentését megvilágítani.

Összefoglalás.

Az életjelenségek lefolyásának vizsgálatánál nem az ontogenetikus fejlődés menetének S-alakú görbáját vizsgáltam, mint az eddigi kutatók tették, hanem az élőlények növekedésének *Sachs*-féle nagyperiódusát vettem kiindulásul, melyről felismertem, hogy *a fejlődés nagyperiódusa a legnagyobb hasonlatosságot mutatja a periódus nélkül csillapított rezgőmozgást ábrázoló görbe menetéhez.*

Az aperiódusosan csillapított rezgőmozgás egyenlete a következő:

$$2s = a \cdot e^{-(r - \sqrt{r^2 - w^2})t} + b \cdot e^{-(r + \sqrt{r^2 - w^2})t} \quad (1)$$

ahol s a t folyó időnek megfelelő kilengés (elongatio) nagyságát adja, mely arányosnak vehető az élőlény valamely életjelenségével, $e = 2.71828 \dots$ a természetes logaritmus alapja, a, b, r, w koeficiensek értelmét később fogjuk megismerni. r, w gyökjel alatti összefüggést egyszerűsítés céljából jelöljük m betűvel, akkor lesz:

$$m = \sqrt{r^2 - w^2}, \text{ ahol } m \text{ értéke reális, vagyis } r^2 > w^2 \quad (2)$$

Az (1) egyenletbe a (2) értékét behelyettesítve lesz:

$$2s = ae^{-(r-m)t} + be^{-(r+m)t} \quad (1a)$$

Az (1a) egyenletet integrálva és a (2) rövidítést használva, lesz:

$$\begin{aligned} 2s &= 2 \int_0^t s dt = \\ &= -\frac{a}{r-m} e^{-(r-m)t} - \frac{b}{r+m} e^{-(r+m)t} + \frac{a}{r-m} + \frac{b}{r+m}, \end{aligned} \quad (3)$$

A kísérleti és számítási értékek egyezésének ellenőrzése céljából *példa gyanánt* a lúcfenyő (*Picea excelsa*) 200 évi hosszúsági és vastagsági növekedési mérési és számítási adatait mutatom be, de ezen kívül sok kísérleti példa és tapasztalat van az irodalomban, melyek az egyezést bizonyítják. Ezen az alapon kimondhatom, hogy:

Az élőlények növekedésének és több egyéb a növekedéssel összefüggő életjelenség lefolyásának a törvényszerűsége egyezik az aperiódusosan csillapított rezgőmozgás törvényszerűségével olyan feltétel mellett, ha a csillapított rezgőmozgás koeficienseit a biológiai viszonyok szerint változóknak tekintjük.

Teljes világosság kedvéért újból meg kell jegyezmem, hogy s növekedés stb. alatt egy határértéket $s = \lim \Delta S / \Delta t = dS/dt$ értünk, ahol S jelenti akár egy sejtnek, akár egy soksejtű élőlénynek a súlyát, hosszát, szélességét, térfogatát, sejtjeinek a számát, az asszimilált vagy disszimilált tápanyagnak, vagy a termelt hőnek a mennyiségét stb., t pedig jelenti a szóbanforgó valamely életfolyamat lejátszódásához szükséges időt.

Azok az eltérések, melyek a kísérleti és a számított értékek között előfordulnak, az élőlény külső és belső biológiai viszonyainak a fejlődés ideje alatt történő változásai miatt állanak elő. A rezgőmozgás egyenletének r, w, a, b koeficiensei tehát felfogásom szerint az élő szervezet fejlődése folyamán nem konstansok, hanem a külső és belső biológiai viszonyok függvényei.

Ha mi az r, w, a, b koeficienseket a biológiai viszonyok szerint változóknak tekintjük, akkor a megadott (3) és (1) egyenletek segítségével képesek leszünk az élőlényeknek, akár az ontogenetikus fejlődése folyamán

jelentkező eltéréseit, kisebb-nagyobb ingadozásait, esetleg rithmusosan jelentkező periódusosságát, akár a növekedés *Sachs*-féle nagyperiódusában fellépő, bonyolultnak látszó módosulásait kifejezni úgy, hogy az elméleti számítások ezáltal a kísérleti adatokat képesek lesznek pontosan fedni.

Hogy az r , w , a , b koefficiensek értékei valóban a biológiai viszonyok szerint változnak, azt egy következő értekezésemben fogom bebizonyítani.

Zusammenfassung.

Bei der Erforschung des Ablaufes der Lebenserscheinungen untersuchte ich nicht die *S*-förmige Kurve des ontogenetischen Entwicklungsganges, wie dies die bisherigen Forscher taten, sondern ich nahm die *Sachs*'sche „*grosse Periode des Wachstums der Lebewesen*“, an der ich erkannte, dass sie die grösste Aehnlichkeit habe mit der die aperiodisch gedämpfte harmonische Schwingungsbewegung darstellenden Kurve.

Die Gleichung der aperiodisch gedämpften Schwingungsbewegung lautet:

$$2s = a \cdot e^{-(r-\sqrt{r^2-w^2})t} + b e^{-(r+\sqrt{r^2-w^2})t} \quad (1)$$

wo s der Zeit t entsprechende Schwingungsgrösse (Elongatio) bedeutet, welche proportional genommen werden kann mit irgend einer Lebenserscheinung eines Lebewesens. $e = 2.71828 \dots$ die Grundlage des natürlichen Logarithmus. a , b , r , m , w sind Koeffizienten, deren Bedeutung wir im Verlaufe unserer weiteren Erörterungen finden werden. Zwischen den Exponenten-Koeffizienten m , r , w besteht folgender Zusammenhang:

$$m = \sqrt{r^2 - w^2}, \text{ wo } r^2 > w^2, \text{ folglich ist sie eine Realgrösse} \quad (2)$$

Wenn wir (2) in die Gleichung (1) einsetzen, erhalten wir:

$$2s = a e^{-(r-m)t} + b e^{-(r+m)t} \quad (1a)$$

Das Integral der Gleichung (1), resp. (1a) ist:

$$\begin{aligned} 2S &= 2 \int_0^t s dt = \\ &= -\frac{a}{r-m} e^{-(r-m)t} - \frac{b}{r+m} e^{-(r+m)t} + \frac{a}{r-m} + \frac{b}{r+m} \quad (3) \end{aligned}$$

Um die Uebereinstimmung der einerseits durch das Experiment erzielten und andererseits durch die Rechnung erhaltenen Werte zu zeigen, führe ich als Beispiel das Längenwachstum der Fichte (*Picea excelsa*) von

200 Jahren an, wie dieses einerseits gemessen und anderseits berechnet wird durch die Gleichungen (1) und (3).

Auf Grund dessen behaupte ich, dass die Gesetzmässigkeit im Wachstum und verschiedener mit dem Wachstum zusammenhängender Lebenserscheinungen übereinstimmt mit der Gesetzmässigkeit der aperiodisch gedämpften Schwingung, unter der Bedingung, dass wir die Koeffizienten derselben je nach den biologischen Verhältnissen für variabel betrachten.

Zur grösseren Verständlichkeit muss ich nochmals bemerken, dass wir unter s = Wachstum, etc. einen Grenzwert, $s = \lim \Delta S / \Delta t = dS/dt$ verstehen, wo S bedeuten kann das Gewicht, Länge, Breite, Volumen, Zahl, Menge der assimilierten oder dissimilierten Nahrung, oder produzierte Wärme, etc. eines ein- oder mehrzelligen Wesens, t hingegen die zum Ablauf einer hier genannten Lebenserscheinung benötigte Zeit.

Wenn wir die Koeffizienten r , w , a , b als mit den biologischen Verhältnissen variabel betrachten, so können wir mit Hilfe der uns gegebenen Gleichungen (3) und (1) ausdrücken sowohl die in der ontogenetischen Entwicklung sich ergebenden Abweichungen, kleinere oder grössere Schwankungen, eventuell die sich zeigenden Periodizitäten, als auch die in der Sachs'schen grossen Periode des Wachstums auftretenden kompliziert erscheinenden Modifikationen, so dass dann die theoretischen Berechnungen sich mit den im Experiment erhaltenen Resultaten decken.

Dass die Koeffizienten r , w , a , b sich mit den biologischen Verhältnissen tatsächlich ändern, gedenke ich in meiner nächsten Arbeit zu beweisen.

*

Die Arbeit ist vollinhaltlich in deutscher Sprache erschienen in der *Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn*. XXXVI. Ungarische Akademie der Wissenschaften. Budapest, 1929.

*

Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 12. März 1928.

Vizsgálatok az erdőtalaj protozoa-faunájáról.

(A m. kir. Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskola Növényteni Intézetének mikrobiológiai laboratóriumából.)

Irták: dr. Fehér Dániel és dr. Varga Lajos.

Bevezetés.

Az utolsó évtizedekben végzett talajbiológiai vizsgálatok mind bizonyosabbá tették, hogy a talajban lefolyó biológiai folyamatoknak rendkívül fontos szerepük van a talajt borító növényzet táplálkozási folyamatainál. Nagyon fontossá válik ez a szerep az *erdő* életében, ahol az erdő talajában élő különböző mikroorganizmusok végzik azon biológiai és biokémiai folyamatokat, amelyeknek végső eredményeként az erdő talajára évről-évre lehulló szerves anyag elkorhad és szervesetlen anyaggá válik, amely formában azután a fák gyökerei által felvehető állapotba kerül. Annak a rendkívül élénk tevékenységnek ellenére is, amely a tudományos kutatás terén a *mezőgazdasági talajok* mikrobiológiáját illetően az utolsó évtizedekben lefolyt, az *erdőtalaj* biológiájára vonatkozó részletes és beható kutatások még nagyon gyér számmal állanak rendelkezésre. (I.)

Az erdőmérnöki főiskola növényteni intézetének mikrobiológiai laboratóriumában lefolytatott mikrobiológiai vizsgálatok, amelyek egyúttal a mikroflórának dinamikai jelenségével is foglalkoznak, a közelmúltban nyilvánosságra hozott vizsgálatok eredményeképpen néhány alapvető törvényszerűséget tártak fel ezen a téren. Ahhoz azonban, hogy a talajban lefolyó mikrobiológiai tevékenység teljes képét kialakíthassuk, szükséges volt még a talaj *faunájának* a vizsgálatával is foglalkozni azon célból, hogy ennek a szerepét is megismerjük a fentebb vázolt folyamatok létrehozásánál.

Az első lépés volt tehát az erdőtalaj protozoa-faunájának megismerésére vonatkozó vizsgálatok lefolytatása. A mezőgazdasági talaj protozoa faunáját illetően különösen az amerikai és angol irodalomban az utóbbi években több vizsgálat látott napvilágot. Amennyire azonban a kezeink között lévő legújabb irodalom ismerete meggyőz bennünket, az erdőtalajok protozoa-faunájára vonatkozólag eddig úgyszólván sehol sem végeztek beható vizsgálatokat.

*) Bemutatva a Magy. Tud. Akadémia III. osztályának az 1928. november hó 12-én tartott ülésén.

A protozoáknak a talaj életében elfoglalt szerepét az eddigi vizsgálatok teljes biztonsággal még nem tisztázták. Egyes szerzőknek az a nézete, hogy a talajprotozoák különösen a nitrit- és nitrátbaktériumok működését befolyásolják és a talajban felhalmozódó nitrátmennyiséget megkisebbitik, még nem nyert bebizonyítást. Hasonlóképpen eldöntetlen még a 15 évvel ezelőtt *Russell* által felállított az az elmélet is, amely a talajprotozoákat teszi felelőssé a talaj kifáradásáért.

Igen érdekesek azok a vizsgálatok is, amelyek azt látszanak igazolni, hogy az *Azotobacter* nitrogénkötő képességét és tevékenységét a talajprotozoák lényegesen és kedvező irányban befolyásolják. (II.)

Különben sem szabad szem elől téveszteni, hogy ha a talajprotozoák nem is játszanak aktív szerepet a talaj különböző szerves tápláló anyagainak az elkészítésében, mégis már azáltal is, hogy a talajt aránylag nagy számban népesítik be és különleges életformájuk következtében gyorsan szaporodnak és ezért aránylag nagy tömegben mennek tönkre, elhalt tetemeik korhadásánál elég nagy mennyiségű N-t és más szerves anyagot juttatnak a talajba, ami által az esetleg a baktériumok működésében okozott kárt részben ki is egyenlítik.

Eltelktve azon számos adattól, amelyet ezen vizsgálataink folyamán nyertünk és a továbbiakban közölni fogunk, azt találjuk, hogy a talajprotozoák száma a mezőgazdasági művelés alatt álló talajoknál meglehetősen nagy. Így pl. *Crump* egyes talajoknál 42.300 Flagellátát és 23.200 Amoebát is talált 1 gr földben és *Cutler* és *Crump* grammonként télen 150.000, nyáron 600.000 Flagellátát és 5000, illetőleg 15.000 Amoebát is találtak jól megművelt talajokban. (III.)

A talajban élő protozoák szerepét a velük foglalkozó kutatók különösen a talaj baktériumaival szeretik összefüggésbe hozni. Csaknem minden kutató azt a legfontosabbnak tartott kérdést tűzi maga elé, hogy milyen kölcsönös hatással vannak egymás életére a talaj protozái és baktériumai. Erre a kétségtelenül nagyon fontos és érdekes talajbiológiai kérdésre vonatkozólag ma két teljesen ellentétes elmélet uralkodik, amely elég súlyos harcban áll egymással. Az egyik elméletnek a harcosai az *amerikai talajbiológusok* és hívei, akik azt vallják, hogy a talajban élő protozoák rendes körülmények között betokozódott állapotban vannak s így természetesen semmiféle hatással sem lehetnek a velük együtt élő baktériumokra. Ezzel az elmélettel szemben áll az *angol iskola*, amelyhez csatlakozik az újabban szép eredménnyel dolgozó *orosz talajbiológusok* nagy része is. Ez az iskola azt hangoztatja, hogy a talajban rendes körülmények között tekintélyes mennyiségű aktív protozoa él, amelyek éppen a baktériumokkal táplálkoznak s így ezeknek számát tetemesen megcsökkentve, a talaj termékenységéhez annyira fontos baktériumokra káros hatással vannak. Az angol

iskolának (*Cutler, Crump, Sandon*) direkt számolással sikerült kimutatnia, hogy a talaj baktériummennyisége fordítva arányos annak protozoa faunájának tömegével.

Röviden összefoglalva: az egyik elmélet a talaj protozoáinak nem tulajdonít nagy fontosságot a talaj és az azt borító növényzet életében; a másik iskola ellenben — épen ellenkezőleg — igen nagy fontosságot tulajdonít. S úgy látszik, hogy a legújabb kutatások az utóbbiak felé hajlítják a mérleg mutatóját.

Az általunk végzett vizsgálatoknak a célja az volt, hogy megállapítsa a különböző erdőtalajokban a protozoák számát az erdőtalaj életét befolyásoló egyéb organikus és anorganikus faktorokkal való összefüggésükben. Hiszen az erdőtalaj maga is nem egyéb, mint egy különleges *élettér (biotop)*, amelyben a *szerves élőlények összességének tagjai (biocönosis)* egymás életét kölcsönösen befolyásolják. Ez a befolyásolás úgy az élő szervezetek részéről, mint a fizikai és kémiai állapotoknak az összességénél annyira fontos, hogy megismerésük gazdaságilag minden tekintetben szükségesnek és tudományos szempontból is ajánlatosnak látszik.

Vizsgálatainknak a célja az is volt, hogy a talaj életét befolyásoló fizikai és kémiai változások, valamint az ezeknek alávetett protozoák életkörülményeinek kikutatása, különösen *quantitativ* szempontból, lehetőleg hosszú időn keresztül, amely magában foglalja egy egész tenyészési esztendőnek az életét, lehetőleg minél több organikus és anorganikus faktor vizsgálata keretében történjék.

Meggyőződésünk ugyanis, hogy egy biocönosis életkörülményeibe, amelyek roppant komplikáltak, csak úgy remélhetünk betekintést nyerni, ha az illető biotopnak minél több organikus és anorganikus faktorát felkutatjuk. E kutatásnak pedig egy esztendőnél kevesebb idejűnek nem szabad lennie. Tehát csak minél hosszabb idő és minél több organikus és anorganikus faktor vizsgálata deríthet fényt valamely biotop biocönosisának életére. Aki csak apró részleteket ragad ki, az a kutató úgy jár, mint aki egy drámában csak egyetlen szereplő tevékenységét figyeli. Érthet-e az valamit az *egészből*? Már pedig a biológia bőségesen kutatta eddig az egyeseket; a modern biológiának most már messzebbre kell jutnia: az *egész*et kell figyelnie, ha ennek *életét* akarja megismerni.

A protozoákat tekintve, nem arra törekedtünk, hogy egy adott talajban azoknak faji és individuális elterjedését megismerjük, hanem különböző módszerekkel kutassuk azoknak számát és kutassuk azokat a befolyásokat, amelyeknek a hatása a protozoák életében megnyilvánul. Ilymódon a *protozoák quantitativ analizisét* igyekeztünk adni; hiszen a talajban a protozoák nem *egyedeikkel*, hanem *tömegükkel* okozhatnak és okoznak is változásokat és szerepelnek az erdőtalaj életében és ezzel kapcsolatban az egész erdő életében fontos befolyással.

A vizsgálatoknál használt eljárások.

A talajprotozoák vizsgálata általánosan elismerten igen nagy nehézségekbe ütközik. Mikroszkópikus élőlényekről lévén szó, amelyek a talaj részecskéihez kötve élnek életüket, igen nehéz őket alkalmas módon előkészítve a mikroszkóp tárgyasztalára vinni. A vizsgálatok nagy nehézségét az a körülmény is okozza, hogy közvetlenül igen nehéz őket a talajból kivonni és így közvetlen úton megvizsgálni. Másrésről a legcsekélyebb változások is, akár fizikaiak, akár kémiaiak legyenek ezek, a talajprotozoák életének gyors megszűnését okozhatják. Ha csekély idő áll rendelkezésünkre, akkor elpusztulnak; ha pedig elég idejük marad a betokozódásra, akkor a protozoákra általánosan jellemző életmódváltozást: a betokozódást (cystaképzést) hajtják végre.

A talajprotozoák vizsgálatára számos módszert dolgoztak már ki, amelyek különböző szempontokból, de leginkább szisztematikailag, a talajprotozoák megvizsgálását tűzték ki célul. A sokféle módszer közül megpróbáltuk a *hígítási direkt módszert*, amelynek az a lényege, hogy meghatározott mennyiségű talajt vízben fokozatos hígításnak vetnek alá, miközben különböző eszközökkel a talajt a legapróbb részecskékre igyekeznek szétválasztani, vagyis *talajszuszpenziót* igyekeznek előállítani és így az erős hígításban a protozoákat egyenesen vizsiki mikroszkóp alá. Ennek a különben nagyon fáradságos és hosszadalmas módszernek az a hátránya, hogy nagyon nehéz a különböző talajprotozoákat a szuszpenzióból kivonni és minden tekintetben kifogástalan eredményt csak akkor érhetünk el, hogyha lehetőleg az egész szuszpenziót cseppenként vizsgáljuk át, ami viszont teljesen lehetetlen. Hiszen közben a hosszú idő miatt megváltozik az illető szuszpenzió eredeti fizikai és kémiai állapota, amely *ceteris paribus* maga után vonja a protozoák mennyiségének és életkörülményeinek megváltozását is. De a szuszpenziókészítés azzal a hátránnyal is jár, hogy az erős mechanikai hatás, amely a hígítás és keverés természetes és kiküszöbölhetetlen kísérője, a talaj finom rögöcskéihez hozzátapadó, vagy a rögöcskék közti oldatban élő talajprotozoákat tönkretesz, ezeknek finom parányi testét megsemmisíti.

A különböző módszerek közül a legjobbnak találtuk a *Cutler-féle hígítási tenyésztési módszert*, amely kitűzött célunknak legjobban megfelelt. (1.) Ennek a lényege a következő (IV.):

Meghatározott mennyiségű talajt, amelyet három mm-es szitával át kell szitálni, csiramentes (steril) vízben fokozatos hígításnak vetünk alá. Ebből az átszitált talajból veszünk egy-egy 10 gr-os átlagpróbát. Az egyik átlagpróba fog szolgálni a *teljes protozoaszám* (tehát *aktív + cysták*) meghatározására, míg a másik próba a *cysták* vizsgálatának a céljait fogja szolgálni. E két próba közül tehát az egyiket közvetlenül csiramentes desztillált vízzel keverve, a következő hígítási fokokat állítottuk elő:

Szám				
1	10 gr talaj	100 cm ³ H ₂ O-ban = 1 : 10		hígítás
2	10 cm ³ az 1. sz. hígításból	90 cm ³ H ₂ O-ban = 1 : 100		hígítás
3	10 cm ³ a 2. sz. hígításból	90 cm ³ H ₂ O-ban = 1 : 1000		hígítás
4	20 cm ³ a 3. sz. hígításból	30 cm ³ H ₂ O-ban = 1 : 2500		hígítás
5	20 cm ³ a 4. sz. hígításból	20 cm ³ H ₂ O-ban = 1 : 5000		hígítás
6	30 cm ³ az 5. sz. hígításból	15 cm ³ H ₂ O-ban = 1 : 7500		hígítás
7	30 cm ³ a 6. sz. hígításból	10 cm ³ H ₂ O-ban = 1 : 10000		hígítás

Szám

8	20 cm ³	a 7. sz. hígításból	30 cm ³ H ₂ O-ban = 1 : 25000	hígítás
9	20 cm ³	a 8. sz. hígításból	20 cm ³ H ₂ O-ban = 1 : 50000	hígítás
10	30 cm ³	a 9. sz. hígításból	15 cm ³ H ₂ O-ban = 1 : 75000	hígítás
11	30 cm ³	a 10. sz. hígításból	10 cm ³ H ₂ O-ban = 1 : 100000	hígítás

Ezekből a hígításokból azután 1—1 cm³-t vettünk és *Petri*-csészében ágárlemezekre oltottuk rá. Az ágárlemezekre a megkeményedés után még steril vizet öntöttünk, hogy ezáltal a kiszáradás ellen megóvjuk. A fenti hígítási fokokból mindig 2—2 párhuzamos sorozatot készítettünk és ezeket 20⁰-os elektromosan fűtött és szabályozott termosztátban helyeztük el 28 napig, miközben minden 7., 14., 21. és 28. napon végeztük a leolvasásokat. Ez a leolvasás az ágárlemezekből való mikroszkópi készítmények előállítása által történt úgy, hogy a készítményeket kettős szemlencserendszerrel ellátott mikroszkóp alatt legalább 1000—1200-szoros nagyítás mellett átvizsgáltuk.

Az így készült tenyészetekben természetesen megjelentek úgy az *aktiv*, mint a *cystákból* előbújt protozoák is.

A második 10 gr-os talajpróbát egy éjjelen keresztül 2%-os sósavval kezeltük. A 2%-os sósav neutralizálja a karbonátokat és a maradék sósav azután az élő protozoákat megöli, azonban a betokozódott (encystált) alakokat érintetlenül hagyja. Másnap azután a sósav eltávolítása után a talajpróbát ugyanúgy kezeltük, mint az előzőt. Ez utóbbi próbákból készített *Petri*-csészék tartalmának a leolvasása szolgáltatta a fenti hígításos tenyésztési módszer szerint a *betokozódott protozoák* számát. Ezt a számot az első próba készítésével nyert *Petri*-csészék eredményeinek számából levontuk és így nyertük az *aktiv protozoák* számát.

A kitenyésztett protozoák, illetőleg a tenyészésre berendezett *Petri*-csészék átvizsgálása igen nagy, fáradságos és sok időt megkövetelő munka volt. Hiszen csak egy erdőrészletből 44 darab *Petri*-csészét kellett átnézni; itt nem számítjuk a hígításnak nagy gondot és pontosságot igénylő, hosszú időbe kerülő mechanikus munkáját.

Természetesen ez az eljárás sem mondható tökéletesnek, miután sok olyan protozoafaj van, amely ezen mesterséges feltételek mellett kevésbé, vagy egyáltalában nem tenyészik. Másodszor nem bizonyos az sem, hogy vajjon csakugyan minden cysta ellen tud-e állni a 2%-os sósav eléggé intenzív kémiai hatásának.

Mindezek ellenére mégis ezt az eljárást, illetőleg módszert választottuk, miután a magunk elé tűzött feladat megoldásához, amikor négy erdőtípus protozoa-faunáját kellett tizenkét hónapon keresztül megvizsgálnunk, olyan eljárást kellett választanunk, amely ezen tömegvizsgálatok céljaira megfelel; másrészt nem lett volna célszerű, a már egyszer kiválasztott eljárástól már csak azért sem eltérni, hogy ezáltal azokat az esetleges hibafaktorokat, amelyeket az eredetileg általunk választott eljárás magában rejt, más eljárásnak egyéb és újabb esetleges hibatényezőivel ne komplikáljuk.

Végeredményben célunk elsősorban az volt, hogy a *protozoák életének a többi szerves és szervetlen faktorokkal való összefüggéseiben meg-*

nyilvánuló időszak jelenségeit vizsgáljuk meg és erre a célra ezt az eljárást találtuk a legalkalmasabbnak. További vizsgálataink folyamán azonban, amikor a protozoafajok előfordulásának a differenciálását fogjuk megkezdeni, más tenyésztési módok alkalmazását is mérlegelés tárgyává fogjuk tenni. Az alkalmazott vizsgálati módszer szerint meghatározott eredmények tehát az összes táblázatokban és kimutatásokban a protozoák számát pro gramm természetes állapotban lévő nedves földre adják.

Miután vizsgálataink folyamán a talaj protozoa-faunájának életébe lehetőleg a többi biológiai tényezővel való összefüggésben óhajtottunk tekintést nyerni, még quantitative mértük a következő szerves és szervetlen tényezőket is:

1. A *talajbaktériumok* számát, még pedig az *aerob* és *anaerob* baktériumok szerint elkülönítve olyan módon, hogy a gelatinán, illetőleg ágárlemezen kitenyésztett *aerob* és *anaerob* baktériumok számát együtt vettük *összbaktérium* szám-nak. (V.)

2. A mikroszkópikus *talajgombák* számát, amelyet egy a legújabban *Waksman* által ismertetett eljárás szerint savanyúvá tett talajkivonatos ágáron történő tenyésztés útján határoztunk meg. (VI.)

3. A *hidrogén-ion töménységének* (ph) értékeit, amelyeket a már ismertetett chinhydron elektrodával elektrometrikus úton mértünk meg. (VII.)

4. A *léghőmérsékletet*,

5. a *légnyomást*,

6. a *légnedvességet*, amelyeket mind hitelesített regisztráló műszerekkel jegyeztünk fel.

7. A *fényerősség* mérésére az *Eder—Hecht*-féle photometrikus eljárást használtuk és az erdőbe beeresztett fény mennyiségnek a szabad fényhez viszonyított mennyiségét átszámítva *Bunsen—Roscoe* egységekre, %-ban fejeztük ki. Egyszerűség kedvéért azonban a szabad levegő fényintenzitását és az erdei levegő fényintenzitását egyszerűen a leolvasott fokok számával adtuk meg, mindig egy perc leolvasási időt véve alapul. Ezekből a grafikonok szerint a *Bunsen—Roscoe* egységek bármikor kiszámíthatók. (VIII.)

8. A talaj *húmusztartalmát* káliumbichromáttal történő vizsgálati eljárással határoztuk meg. (IX.)

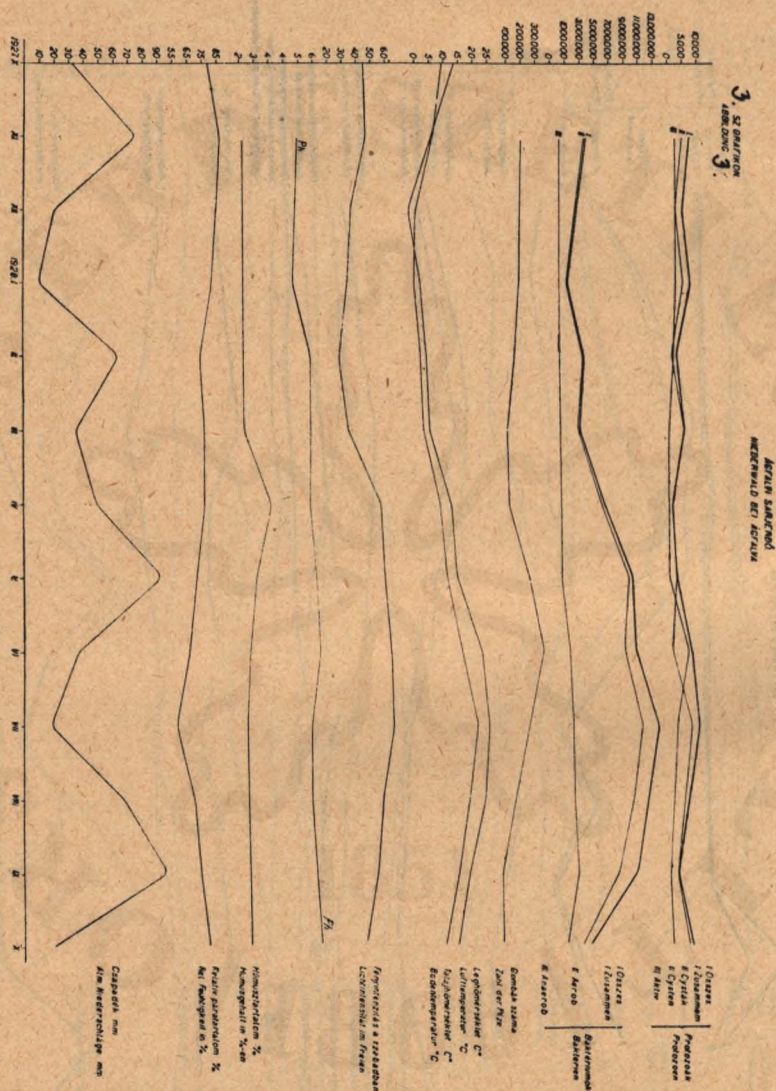
9. A talaj *vízkapacitását*. (IX.)

10. A talaj *porozitását* a *Wiesmann* által ajánlott módszerekkel határoztuk meg. (X.)

A vizsgálatok részletes leírása.

Szóbanforgó vizsgálatainkat a következő erdőrészletekre terjesztettük ki:

Tengerszínfeletti magassága 360—400 m. Termőhelyi osztály II. Fanem és elegyarány: lúcfenyő (*Picea excelsa* (Lam. et Dc.) Lk.) 0'5, feketefenyő (*Pinus nigra* Arn.) 0'1, vörösfenyő (*Larix decidua* Mill.) 0'1, gyertyán és nyár (*Carpinus betulus* és *Populus tremula* L.) 0'3. Kor: 24 év. Záródás: 1'0.



Aljnővényzet a következő: *Corylus avellana* L., *Cyclamen europaeum* L., *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) R. et Sch., *Viola silvestris* Lam., *Convallaria majalis* és mohok.

Üzemtervi előírás: nemes fajok felszabadítandók; uralkodó fanem a lúcfenyő, részben vörös- és feketefenyő, a hézagokban gyertyán, itt-ott nyár.

A mérési adatokat a II. számú táblázat és a 2. számú grafikon mutatja.

et Dc.) Lk.), 0'2 jegenyefenyő (*Abies alba* Mill.), 0'1 vörösfenyő (*Larix decidua* Mill.), néhány hagyásfával. Jelenleg a sarjak a fenyőket még túlhaladják, különösen a gyertyán, hárs, nyír, elvéve bükk és tölgy. 1921-ben erdősítették be.

Aljnövényzet: *Corylus avellana* L., *Genista germanica* L., *Genista pilosa* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Luzula nemorosa* (Pohl) E. Mey., *Festuca ovina* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Convallaria majalis* L., *Galium silvaticum* L., *Fragaria vesca* L., *Cyclamen europaeum* L., *Stellaria holostea* L., *Asperula odorata* L., *Epilobium montanum* L., *Campanula persicifolia* L., *Campanula glomerata* L., *Melampyrum pratense* L., *Melampyrum nemorosum* L., *Peltigera canina* Hoffm.

Üzemtervi előírás: az erdősítések felszabadítandók, hagyásfák kiszedendők.

A mérési adatokat a III. számú táblázat és a 3. számú grafikon mutatja.

4. Lúcos a Várison, Sopron mellett.

Meglehetősen nedves, mély, televényes agyagtalaj, a gneisz elmállásából keletkezett törmelékkal a gneisz felett. Vastag túalomtakaróval, erős mohtelepüléssel. A munkahely közelében a következő fontosabb mohokat találtuk: *Scleropodium purum* (L.) Limbr., *Mnium undulatum* (L.) Neck, *Mnium punctatum* (L.) Reich.

K = 0°. Tengerszínfeletti magasság 250–260 m. Kor: 49 év.

Fanem és elegyarány: 0'7 lúcfenyő (*Picea excelsa* (Lam. et Dc.) Lk.), 0'3 vörösfenyő (*Larix decidua* Mill.) erőteljes növekedésben, szórványosan erdefenyő (*Pinus silvestris* L.).

Üzemtervi előírás: gyérítésre elő van írva.

A mérési adatokat a IV. számú táblázat és a 4. számú grafikon mutatja.

Tekintettel arra, hogy a most vázolt tömegvizsgálatok rendkívül nagy munkateljesítményt kívántak, ennek az erdőrészetnek a mérésénél csak a protozoák számát és a klímafaktorokat mértük és inkább összehasonlító adatok szerzésére törekedtünk.

Az eredmények összehasonlító tárgyalása.

A) Biológiai rész.

Amint a táblázatok és a grafikonok bizonyítják, a *protozoák* és a talaj egyes *szerves és szervesetlen faktora*i között sok tekintetben *pozitív és negatív irányú összefüggést lehet kimutatni*. A grafikonok általában arról tanuszkodnak, hogy a protozoák *késő ősszel és a tél elején érik el maximális számukat*, ez a szám azután fokozatosan alászáll és a másik, az elsőnél alacsonyabb maximumot a *nyár folyamán* érik el. Rendkívül érdekes, hogy a protozoaszám első maximuma azon időszakra esik, amikor a baktériumszám a minimális értékeit éri el. Azután a baktériumszámmal együtt növekedik és ezzel együtt éri el a második maximumát a nyári időszakban.

Amíg azonban az összes erdőrészetek táblázatai és grafikonjai a baktériumszám és a talaj és a levegő hőmérséklete között félre nem érhető, határozott összefüggést mutatnak, addig ez az összefüggés a protozoaszámra vonatkozólag csak részleges, miután — amint a vizsgálatok mutatják — úgy látszik, hogy a talaj életében a döntő és főszerepet a *Nap hőenergiája* játsza, amely elsősorban a talaj és a levegő hőmérsékletében

és másodsorban a fényintenzításban nyilvánul meg. Ennek a két, a Nap hőenergiájának biológiai megnyilvánulását jelző, faktornak az emelkedésével és süllyedésével függ össze legszorosabban a baktériumszámnak a talajban való változása, amint ezt a vizsgálatok is világosan bizonyítják. A baktériumszám minimális értékeit a hőmérséklet és a fényintenzitás minimális értékei mellett éri el és legmagasabb értékei összesnek ezen értékek kulmináló pontjaival.

Ezzel ellentétben a *protozoaszám* éppen akkor éri el a maximumát, amikor a baktériumszám és a hőmérséleti és fényintenzitási faktorok minimális értékek között mozognak. Későbbi emelkedése pedig összesedik ezen faktorok emelkedő irányzatával.

Az ágfalvai lúcos és a főiskolai lúcos talajának protozoa-faunájára vonatkozó diagrammok mellett érdekes különbséget lehet felfedezni az *ágfalvai sarjerdőre* feldolgozott anyaggal szemben. Az ágfalvai sarjerdőben három maximum fedezhető fel, mégpedig az első januárban, a második márciusban, a harmadik júliusban és ez az utolsó maximum a legnagyobb. A késő őszi maximum nem annyira kifejezett, mint az ágfalvai lúcosban és a főiskolai lúcosban (lásd 3. sz. grafikont). Ennek oka kétségtelenül abban rejlik, hogy az ágfalvai sarjerdő, mint egészen fiatal állomány, egészen más talajviszonyokkal rendelkezik, mint a másik két erdőtypus. Sokkal magasabban fekszik és erősen ki van téve az uralkodó északnyugati és nyugati szeleknek. Ezek a szelek a talaj szárazságára, illetőleg a talaj nedvességtartalmára igen nagy befolyással vannak és nagy mértékben előidézik a talajnedvesség hullámzását. Ez okozhatja azt a különös jelenséget, ami a két másik erdőtypus protozoa-faunájának számában kimutatható. Úgy látszik tehát, hogy a *protozoaszám* erősen függ az egyes erdőtypusoktól. Minél kifejezettebben zárt erdőtypus talajáról van szó, annál biztosabban kimutatható a protozoák késő őszi maximuma, de nyílt és magasabban fekvő erdőtypusoknál egészen más viszonyokra mutatnak a vizsgálatok.

Hogy mi az a körülmény, amely a talajban élő protozoák késő őszi és télelejei maximumát előidézi, erre határozott és kielégítő választ adni még nem tudunk. Legfeljebb csak sejtjük azt, hogy valószínűleg a szerves és szervetlen faktoroknak éppen ősszel megnyilvánuló olyan kölcsönös összefüggése hozza ezt a maximumot létre, amely összefüggést az eddigi vizsgálatok folyamán még biztosan megtalálni nem tudtuk. Az kétségtelen, hogy az *őszi nagyobb csapadékmennyiség, amely ősz végén és tél elején a rövidebb napok alatt tovább megmarad és így a talaj párolgása minimális értékei között mozog, szintén kedvező hatást gyakorol a protozoák kifejlődésére.*

Ha ugyanis a grafikonokban az *évi csapadékmennyiség* görbáját a pro-

tozoák és különösen az *aktiv protozoák* görbéjével összehasonlítjuk, akkor azt látjuk, hogy *minden nagyobb csapadékhullás után a protozoák száma is emelkedett*. S bár ez az emelkedés nem párhuzamos a csapadékgörbével és nem erősen kidomborodó, mégis látni lehet, hogy az eső által a talajba jutó nagyobb csapadékmennyiség mindenesetre maga után vonja a talajban élő aktiv protozoák szaporodását, számuknak megnövekedését is, amely számnövekedést a *lappangó életből (anabiosis)* rendes életre jutó cysták száma is elősegíti. Hiszen az erdőtalajban mindenkor nagymennyiségű protozoacysta mutatható ki, amelyek csak a tenyésztéshez alkalmas időt várják, hogy új életet kezdjenek. A tenyésztésre alkalmas idő pedig bekövetkezik — úgy látszik — akkor, amikor a talaj *állandóbb jellegű vízmennyiséggel* telik meg. Az anabiozissal, lappangó élettel foglalkozó kutatók pedig kiderítették, hogy még magasabbrendű, többsejtű állatok is (*Rotatoria, Tardigrada*) 5—8 óra elteltével képesek újra rendes életet kezdeni. A betokozódott állapotban lappangó életet élő Amoebáknak sincs ennél sokkal több időre szükségük a rendes élet újra való felvételéhez, bár tapasztalataink szerint sok individuum 5—8 napig is megmarad betokozódott állapotban még a *Petri-csészék* ágárlemezeinek látszólag kedvező feltételei között is.

Különösen az *ágfalvai sarjerdőre* vonatkozó aktiv protozoák száma hirtelen megnövekszik akkor, amidőn nagyobb csapadékmennyiség leesése után a talaj nedvessége nagyobb és állandóbb lesz.

De nem lehetetlen az sem, hogy az *őszi lombhullás* szintén elősegíti a talajprotozoáknak kifejlődését, mégpedig azáltal, hogy ezeknek gazdagabban juttat szerves tápanyagot. Hasonlóképen figyelembe kell vennünk azt a körülményt is, hogy lombhullás idején a *fáknak vízpárologtató képessége* is csökken, amely eredménye egyrészt az őszi rövidebb napok alatt kifejlődő, csökkent mérvű asszimilációnak és másrészt következménye azon természetes jelenségnek, hogy ősszel a külső levegő páradúsabb voltánál fogva az így beálló nyomásesés következtében már elpárologtatott víznek a mennyisége is kevesbbedik. Ez a fontos körülmény kétségtávol azt fogja eredményezni, hogy a *talaj víztartalma*, kapcsolatosan az előbb említett csökkent vízpárologtatással, jelentékenyen magasabb és állandóbb marad. És ehhez hozzájárul még az a körülmény is, hogy az erdő talaját borító egyéb növényzet is beszűnteti életműködéseit, gyökérzetével több vizet egyáltalában fel nem vesz s így a talaj vízmennyiségének állandóbságát nem bontja meg.

És éppen ez az *állandóság* az, ami valószínűleg megmagyarázza a protozoák számának ezt az emelkedését. Természetesen a tél derekán beálló fagyok és a hőmérséklet erős csökkenése ezen maximális számnak hirtelen való csökkenését eredményezi. Azonban a mi kontinentális klímánk mel-

lett a nyári száraz hónapokban nem tudnak ezek a nedvesség iránt annyira érzékeny élőlények a hőmérsékleti faktorról arányosan megfelelő nagy számban kifejlődni.

A nyári csökkenés még különösen azzal is magyarázható, hogy a *talaj-nedvesség ugrásszerű változásai* a talajprotozoák tenyésztésére egyáltalában nem kedvezők. Nem szabad még figyelmen kívül hagyni azt a körülményt sem, hogy a mi idei (1928) nyarunk abnormisan száraz volt és ez akadályozta meg valószínűleg azt, hogy a második maximum a maga teljességében kifejezésre jusson. Ennek a nyári maximumnak az őszihez hasonló kifejezettségét azonban még akkor sem várhatnók, ha a mi klímánkban gyakran előforduló, dús nyári csapadék is jutna az erdők talajába, mert az erdőre jellemző gazdag növényzet igen nagy mértékben veszi igénybe a talaj vizét.

Feltűnő, hogy a *levegő* és a *talaj hőmérséklete* milyen csekély hatással van a protozoák életére és szaporaságára. Amint a diagrammokból is látható, késő ősszel, amikor a talaj hőmérséklete nagyon alacsony volt, a protozoák száma a legmagasabbra emelkedett. Viszont március, április és május hónapokban, valamint szeptemberben, amikor a talaj és a levegő hőmérséklete tekintélyesen magas volt, az *aktív protozoák száma minimális volt*, vagy pedig egyáltalában nem volt aktív protozoa kitenyészthető (lásd különösen az ágfalvai sarjerdőre vonatkozó diagrammot).

A *talaj összbaktériumainak száma és protozoáinak száma* között határozott összefüggést nem sikerült kimutatnunk és úgy látszik, hogy az *erdők állományának fajbeli összetétele* sem gyakorol érezhető befolyást a protozoa-fauna kifejlődésére.

És itt rátérhetünk annak a kérdésnek a tárgyalására is, amely a talajban élő *protozoák* és a *baktériumok kölcsönhatására* vonatkozik. Láttuk előbb, hogy az amerikai talajbiológusok a talaj protozoáinak nagy jelentőséget nem tulajdonítanak, szemben az angol-orosz talajbiológusoknak azzal a nézetével, hogy igenis a talaj protozoái lényegesen és aktíve befolyásolják a talaj baktériumainak életét. Sőt véleményük szerint a talaj baktériumainak száma *fordítva arányos a talaj protozoáinak számával*.

Anélkül, hogy bármelyik vélemény mellett is állást foglalnánk, tisztán a diagrammokban kétségtelenül látható és kiolvasható adatokra utalunk. Láthatjuk azokból, hogy a *talaj összbaktériumainak száma legalacsonyabb késő ősszel és télen*, míg tavasszal és nyáron számuk erősen növekedik, hogy körülbelül *júliusra* elérje a maximumot. Viszont a *talajprotozoák száma késő ősszel és a tél elején a legnagyobb*, amikor az összbaktériumok száma a legkisebb.

Ebből a vizsgálatainkkal kézzelfoghatóan bebizonyított tényből mind a két iskola következtetni tudna; mégpedig az angol-orosz iskola azt mon-

daná, hogy az összbaktériumok száma azért csökkent minimumra, mert maximumra emelkedett a talajprotozoák száma. Viszont nyáron kevés a protozoa, tehát emelkedett a baktériumok száma! Igaz, hogy részben el-
lentmond ennek a protozoák kicsiny nyári maximuma, de ezek száma mégis olyan kevés, hogy a baktériumok szaporodását nem volt képes megakadályozni.

Az amerikai iskola pedig azt olvashatná ki az említett diagrammokból, hogy a protozoák száma a talajban nincsen semmi befolyással a baktériumok életére, hiszen elég nagy nyári protozoaszám mellett is szigorú szabályszerűséggel egyenletesen emelkedik az összbaktériumok száma, tekintet nélkül az esetleg nagyobb számban fellépő protozoákra.

A mellékelt diagrammok azonban kétségtelenül azt mutatják, hogy a talajban élő aerob és anaerob baktériumok, tehát az összbaktériumok szaporodása egyenes függvénye a talaj és a levegő hőmérsékleti tényezőinek. Ez a függvény kimutatható mindegyik átvizsgált erdőtalajra vonatkozólag is. De kimutatható a talajban élő gombafflórára is teljes azonossággal.

Az összbaktériumok és a gombák élete tehát egyáltalában nem függ a talaj protozoáitól és ebben a véleményünkben az amerikai álláspont felé közelednénk. Viszont a talaj protozoáinak élete nincsen a baktériumokhoz kötve, amelyek sokkal szárazabb talajban is élénk szaporodásukkal bizonyosságot tesznek arról, hogy igényeikben és szükségleteikben kevésbé kényesek, mint a talaj protozoái.

Mi, akik célul tűztük ki azt, hogy a talaj protozoa-faunájának életét minél több organikus és anorganikus faktor megvizsgálásával kikutassuk, nem csatlakozhatunk egyik iskola felfogásához sem. Meggyőződésünk, hogy az egyes biotopok (életterek) biocönosisának kikutatásában soha sem lehet csak egy-két faktort vizsgálat tárgyává tenni. Minden biocönosis élete annyira bonyolult, hogy csakis a faktorok nagy számának figyelembevételével lehetünk eléggé merészek természeti törvényszerűségek kimondására.

Mi azért — még mindig eléggé óvatosan — annak a meggyőződésünknek adhatunk kifejezést, hogy az igazság itt is, mint sok más ellentétes vélemény között, a középen van. A protozoáknak igenis fontos szerepük van a talaj biocönosisában és ennek életében, de ez a szerep mégsem annyira fontos, mint ahogyan az angol-országi iskola állítja, viszont szerepüket nem szabad annyira sem lebecsülni, mint ahogyan ezt az amerikai talajbiológusok nagy része teszi. Mert minden biocönosisban az alkotó fajok fontos szerepet játszanak s így kétségtelen, hogy a talaj protozoái is nagy befolyással vannak a talaj életében. Arra a kérdésre, hogy ez a befolyás milyen erejű és irányú, még korainak tartjuk feleletet adni. Erre vonatkozólag további vizsgálatokat tartunk szükségessé.

A talajprotozoáknak s különösen a legfontosabb *Amoebáknak táplálkozására* vonatkozólag számos esetben megfigyeltük, hogy azok valóban táplálkoznak talajbaktériumokkal is, de a talaj egyéb organikusan formált anyagait is felhasználják táplálékul. Nem lehet tehát azt mondani, hogy kizárólag csak baktériumokkal táplálkoznak. Néhány esetben pedig megfigyelhettük, hogy a talajban élő amoebák a kannibáлизmustól sem riadnak vissza. Egy ízben a *Petri*-csészéből kivett tenyészetet vizsgáltuk, amikor egy jókora *Amoeba terricola* Ehrbg. vonta magára a figyelmünket, amint jellemző mozgásával egy kisebb *Amoeba limax* Duj.-t teljesen felfalt, bekebelezett. Pedig körülötte a baktériumok és bacillusok egész serege uszált ide-oda a táptalaj folyékony anyagában. Ugyanezt tapasztaltuk egy *Amoeba sphaeronucleolus* Greeff-nél is, amely egy kis *Amoeba radiosa* Ehrbg.-t falt fel.

Az anorganikus faktorok közül jelentős a talaj *hidrogénion töménysége* (ph) is, amely azonban a protozoák életében — úgy látszik — nem szerepel jelentékenyen. A vizsgálatok szerint az erdőtalaj ph-ja gyengén savanyú állapotra mutat s ebben nagy változás az év folyamán nem következik be. Mondhatjuk azért, hogy az erdőtalaj hidrogénion töménységének gyengén savanyú állapotra való utalása azt is tanúsítja, hogy a talajprotozoák életére ez a kedvező.

B) Erdőgazdasági rész.

Amíg az erdőtalaj baktérium-flórájának az erdő táplálkozásánál ki-mondottan és bebizonyítottan fontos szerep jut, addig ezt a talajprotozoák szerepére az eddigi vizsgálatok alapján megállapítani nem lehet. Az erdő talajában élő baktériumok működése szolgáltatja a fák számára az asszimilációhoz szükséges levegő CO_2 -jének utánpótlását. Ugyancsak ezek a baktériumok dolgozzák fel a talaj N-vegyületeit is és hozzák ezeket olyan alakra, hogy a fák gyökerei felvehetik.

Ezzel szemben — amint már a biológiai részben is rámutattunk — a protozoák szerepe még tisztázatlan. Az kétségtől bizonyos, hogy életműködésük folyamán ezek is szolgáltatnak bizonyos mennyiségű CO_2 -t az állományok levegője számára. Sőt ahhoz sem férhet kétség, hogy az erdő talajában élő protozoák elhalásakor ezeknek a korhadó teste viszont N-vegyületeket szolgáltat a talajbaktériumok számára. Az eddigi vizsgálataink folyamán azonban megállapíthatjuk, hogy ez a két faktor a protozoaműködés szempontjából különösebb jelentőséggel nem bír. Ezért ebből a szempontból vizsgálatainkat tovább kell folytatnunk, hogy állásfoglalásunkat véglegesen és teljes biztonsággal megállapíthassuk.

Előbbi véleményünket megerősíti az a körülmény, hogy — amint a vizsgálatok mutatják — a protozoák jelentékeny száma állandóan beto-

hozódott állapotban van az erdő talajában és különösen áll ez a nyári tenyészeti időszakra, ahol a nagy szárazság mint gátló körülmény szerepel a protozoák életében és őket betokozódásra kényszeríti, tehát aktív életműködésüket lehetetlenné teszi.

A fennmaradó *csekély számú aktív protozoa pedig jelentékeny mérvű életműködést nem fejthet ki*. Egy meghatározott mennyiségű erdőtalajban sokszor nagyobb mennyiségű aktív protozoa is fordul elő, tehát minthogy nagytekintélyű résztvevői az erdő biocönosisának, így életműködésükkel feltétlenül hatással vannak az erdő talajára, de úgy látszik, hogy az erdőben lévő szerepük egyébként sem áll azon a fokon, mint amelyen a kerti és a mezőgazdaság számára igénybevett talajokban, ahol az eddigi vizsgálatok szerint számuk is jelentékenyen nagyobb.

A baktériumok életműködésére a protozoák valószínűleg nincsenek nagyobb befolyással, hiszen legnagyobbbrészt azt a kárhatást tulajdonítják nekik, hogy baktériumokkal táplálkozva, azoknak a számát jelentékenyen megcsökkentik. Való, hogy táplálékukat nagyrészt a baktériumok közül veszik, tapasztalatunk szerint azonban meggondolandó, hogy vajjon tisztán a baktériumok világából nyerik-e minden tápanyagukat. A talajban lévő egyéb apró élőlények, gombacsírák és organikus anyagok bizonyára tápláléklul szolgálnak a protozoáknak. Ehhez számítjuk még azt a körülményt is, hogy az erdőtalaj protozoái között bizonyára előfordul a kannibálizmus esete is. Ez a kannibálizmus nem annyira a *Ciliatákra* áll, hanem különösen a talajprotozoák nagy számát kitevő *Amoeba*-fajokra. Tenyészetekben is tapasztaltuk — amint fentebb rámutattunk —, hogy egyes nagyobb testű *Amoebák* annak ellenére, hogy a táptalajokban rengeteg mennyiségű különböző baktériumfajta állott rendelkezésükre, mégis zsákmányul ejteték, egyenesen bekebelezték a kisebb *Amoeba-fajokhoz* tartozó társaikat. Az is ismeretes, hogy az *Amoebák* körében többször előfordul a kannibálizmusnak hasonló esete.

Erdőgazdasági szempontból rendkívül érdekes a protozoaszám alakulásának összehasonlítása az ágfalvai sarjerdőben és az ágfalvai lúcosban. Ugyanis az ágfalvai sarjerdő egy tarvágással letarolt területen újult fel, amelyet fenyőkkel telepítettek alá. Miután a fiatal lombfesarjak a talajnak még kellő védelmet nyújtani nem tudnak, így a protozoaszám kialakulása szempontjából ez azzal a hátrányos körülménnyel jár, hogy a protozoák más, idősebb korú és zárt állásban nőtt állományokban elért maximális számbeli kifejlődésüket elérni nem tudják. Ebből a szempontból tehát a *tarvágásos üzemmód szintén hátrányos a protozoafauna kialakulását illetőleg*.

Amint Dr. Fehér (I.) már rámutatott, a tarvágásos üzemmód az erdő CO₂ gazdálkodásának a szempontjából is káros, miután ezeken a nem

védett, tarra vágott területeken a szelek szárító hatása fokozottabban érvényesül és ezeken felül a közvetlen napsugaraknak ibolyántúli sugarai szintén érvényesítik káros hatásukat.

Ezen oknál fogva a tarvágásos üzemmód, ha talán közvetlenül a bakteriumszám kialakulását nem is befolyásolja, mégis ezeknek az életműködésére gátlólag hat. A protozoáknál, amelyek a hőmérsékleti szélsőség és a kiszáradás ellen felette érzékenyek, amint ezek a vizsgálatok mutatják, a tarvágásos üzemmód hasonlóképen szintén rendkívül hátrányos.

Az ágfalvai sarjerdő a többi megvizsgált erdőtipustól különben még abban is lényegesen különbözik, hogy benne sokszor hónapokra nem lehetett aktív protozoákat kimutatni. Amint a 3. sz. grafikonból és a III. sz. táblázatból kivehető, március-, április- és májusban nem volt aktív protozoa s júliusban egyszerre magas számmal jelentek meg. Szeptember havában megint csak betokozódott állapotban voltak találhatóak s októberben már teljesen ugyanabban a létszámban jelentek meg, mint júliusban. Igen, mert szeptemberben a talaj megtelhetett nedvességgel, ezt a növényzet már kevésbé zsákmányolta ki, a talajnedvesség állandóbb maradt s így a protozoák kedvező életkörülmények közé jutva, elhagyhatták betokozódott állapotukat. Itt mutatkozik tehát jól az *állandó nedvesség szükségessége a protozoák életében*. A többi megvizsgált erdő tehát *zárt állományú*, de itt nagyon fiatal erdőről lévén szó, a talaj nem is mondható még minden tekintetben igazi erdőtalajnak.

Különben nem akarunk feleslegesen szót szaporítani. A táblázatok és grafikonok, amelyek vizsgálataink eredményeit tartalmazzák, önmaguk beszélnek. Az érdeklődők sok olyan adatot is kiolvashatnak belőle, amelyeket mi itt, szűkre szabott terünket figyelembe véve, meg nem említettünk.

C) Szisztematikai rész.

Az átvizsgált erdőtalajokban megtalált, illetőleg kitenyésztett protozoákat a mellékelt V. sz. táblázat tünteti fel. Itt felsoroltuk azokat az eseteket is, amelyek csak egyszeri előfordulásra vonatkoznak. A táblázatból kivehető, hogy milyen fajok melyik erdőtipusban és melyik időszakban voltak megtalálhatóak. Látható, hogy vannak fajok, amelyek egész éven át és minden időszakban megvoltak, viszont több olyan faj is van, amelyek csak egy meghatározott évszakban tenyésznek. Különös, hogy ilyen fajoknak még a cystáit sem lehetett tenyésztésre bírni. Úgy látszik, hogy itt olyan *tartós cystákról* van szó, amelyek a táptalajban sem pattannak fel, hanem csakis *az illető fajra jellemző tenyésztési évszakot várják meg*. Ez is érdekes, biológiai jelenség, amely továbbkutatásra érdemes.

Említett táblázat mutatja azt is, hogy a talaj biocönózisában a leg-

nagyobb szerepet az *Amoebák* játszik, amelyeknek tíz fajtát sikerült megállapítanunk. Legkevesebb számban a *Mastigophorák* szerepelnek.

Egyes fajoknak az előfordulása az erdőtalajban érdekes és feltűnő jelenség. Így pl. az *Amoeba lucens* Frenzel-nek a talajban való előfordulására eddig sehol sem találtunk adatokat. A főiskolai lúcosban az *Amoeba horticola* Nägler-nek előfordulása nem feltűnő, mert mindenütt megművelt területek és kertek veszik körül.

Az egyes talajokra vonatkozó biológiai megfigyeléseinket — minthogy ezeknek közlése túlságosan a részletekbe vezetne — itt nem soroljuk fel.

Az eredmények összefoglalása.

1. Az erdőtalajban nagymennyiségű protozoa él, amelyeknek száma azonban jóval alatta marad a kerti- és mezőgazdaságilag megművelt talajok protozoa-számának.

2. A protozoák legnagyobb tömegét az *Amoebák* adják, amelyek a talaj rögeihez tapadva a rögöket átítató nedvesség felhasználásával folytatják életüket és mozgásukat.

3. Ezek a protozoák a Cutler-féle higitásos eljárással jól kitenyésztethetők és így ez az eljárás jó eredményt ad a talaj egy bizonyos mennyiségében előforduló protozoáknak és különösen az amoebáknak kvantitatív számáról. A kvalitatív (faji) meghatározás szintén megfelelően lehetséges ennek a módszernek az alkalmazásával.

4. Az erdőtalajban a protozoák két időszakban érnek el egy-egy számbeli maximumot: az egyik késő ősszel (nov.—dec.), a másik pedig a nyári hónapok elején áll be. Ez utóbbi maximum azonban nem annyira kifejezett, mint az első.

5. A maximum elérésében — valószínűleg — mint legfontosabb faktor, a talajnedvesség szerepel. Semmi egyéb anorganikus faktor (hidrogénion töménység, talajhőmérséklet, húmusztartalom, levegőnedvesség, stb.) nincsen akkora befolyással a protozoák életére, mint a csapadékmennyiség, illetőleg a talajnedvesség elegendősége és állandósága.

6. Feltűnő az aktív protozoák hiánya egyes nyári hónapokban.

7. Az erdőtalajban a protozoák nagy mennyisége betokozódott állapotban található meg.

8. Az erdőtalajban a legfontosabb szereppel a baktériumok rendelkeznek.

9. A talajbaktériumok és talajprotozoák között látszólag nincsen semmi összefüggés.

10. Táplálkozásukra a talajprotozoák felhasználják a különböző baktériumokat, de előfordul közöttük a kannibálizmus jelensége is.

11. A talajprotozoák egy része az egész éven keresztül megtalálható és kitenyészthető. Vannak azonban olyan fajok, amelyek a talaj biocönosisában csak elvétve, vagy pedig meghatározott évszakban lépnek fel.

12. A talaj protozoa-faunáját tekintve, nagy különbséget nem lehet tenni a fenyőerdő és lomberdő talaja között. Úgy látszik azonban, hogy a lomberdő talaja gazdagabb protozoafajokban.

13. A fiatal erdő talaja azonban lényegesen különbözik az öreg fákkal benőtt erdő talajától, ami természetesen a talajprotozoákat és ezek életét illeti.

14. Az erdőtalaj — úgy látszik — szegényebb protozoafajokban, mint a kertek és mezők talaja.

15. A talajbaktériumok az erdőtalajban a nyári hónapokban érik el számbeli maximumukat és minimumuk összeesik a talaj- és levegőhőmérséklet, valamint a fényintenzitás maximumával.

Irodalom. — Literatur.

- I. *Dr. Fehér*: Untersuchungen über die Kohlensäureernährung des Waldes. Vorläufige Mitteilung. (Biochemische Zeitschrift, 1927. Bd. 180, Heft 1—3.)
- Dr. Fehér*: Untersuchungen über die Kohlenstoffernährung des Waldes. [Flora (Allg. Bot. Zeitung), Bd. 121. S. 316—333.]
- Dr. Fehér*: Vizsgálatok az erdő CO₂ táplálkozásáról. (Magy. Tud. Akadémia Math. és Természettudományi Értesítője, XLIV. kötet, 322—329. o. Budapest, 1927.)
- Bokor*: Vizsgálatok az erdőtalaj mikroflórájáról. (Erd. Kísérletek, 1926. 1—2. f.)
- Bokor*: Ein Beitrag zur Mikrobiologie des Waldbodens. (Biochemische Zeitschrift, 1927. Bd. 181. Heft 4—6.)
- Dr. Fehér*: Néhány megjegyzés a „Vizsgálatok az erdőtalaj életét befolyásoló élettani tényezők biofizikai, biochemiai és bakteriologiai kölcsönhatásáról” című értekezéshez. (Erdészeti Kísérletek, 1927. 3—4. f.)
- Dr. Fehér*: Einige Bemerkungen zu meiner Arbeit „Untersuchungen über die Kohlensäureernährung des Waldes”. (Biochem. Zeitschr., 1928. Bd. 194. Heft 1—3.)
- Dr. Fehér—Sommer*: Vizsgálatok az erdőtalaj lélekzéséről, különös tekintettel annak az erdő életében elfoglalt biológiai szerepére és gazdasági jelentőségére. (Magy. Tud. Akadémia Math. és Természettudományi Értesítője. Budapest, 1928.)
- Dr. Fehér—Sommer*: Untersuchungen über die biologische und forstwirtschaftliche Bedeutung der CO₂-Atmung der Waldböden. (Magy. Tud. Akadémia Math. és Természettudományi Értesítője. Budapest, 1928.)
- Dr. Fehér—Sommer*: Untersuchungen über die Kohlenstoffernährung des Waldes. (Biochem. Zeitschrift, 1928. Bd. 199. Heft 4—6. S. 253—271.)
- II. *Doflein—Reichenov*: Lehrbuch der Protozoenkunde. (3. Auflage. Jena, 1928. G. Fischer.)
- Eylerth—Schoenichen*: Einfachsten Lebensformen des Tier- und Pflanzenreiches. I. u. II. Bd., 5. Auflage.

I. sz. táblázat.

Főiskolai lúcos.

Hónapok — Monate		X.	XI.	XII.	I.	II.
1.	Összesen — Zusammen	—	10.000	25.000	2.500	5.000
2.	Cysták — Cysten	—	7.500	10.000	1.000	2.500
3.	Aktív	—	2.500	15.000	1.500	2.500
4.	Aerob	4.000.000	1.490.000	1.250.000	1.750.000	2.790.000
5.	Anaerob	750.000	500.000	450.000	400.000	200.000
6.	Összesen — Zusammen	4.750.000	1.990.000	1.700.000	2.150.000	2.990.000
7.	Gombák száma — Zahl der Pilze	200.000	205.000	210.000	214.000	220.000
	Léghőmérséklet Lufttemperatur C°	13·56	5·87	— 2·24	+ 1·81	3·85
	Talajhőmérséklet Bodentemperatur C°	9·53	6·23	+ 0·39	— 0·05	+ 1·80
	Ph.	5·5	5·9	6·1	6·08	5·74
	Humusztartalom Humusgehalt %	2·15	2·0	1·8	1·7	1·2
	Csapadék Atmosph. Niederschläge mm	32·2	75·7	20·3	9·7	63·7
	Fényintenzitás a szabadban Lichtintensität im Freien	45·1	46·7	36·1	33·9	28·2
	Fényintenzitás az erdőben Lichtintensität im Walde	10·0	13·6	10·4	12·1	11·1
	Fényint. az erdőben, a szabadf. %-aiban Lichtintensität in %-en des Freilandl.	8·4	11·0	23·9	25·9	28·1
	Rel. páratartalom Rel. Feuchtigkeit in %	79	87	85	82	74

1—7. 1 gr. nedves földben.
pro gr. feuchter Erde.Porozitás } 49·2
Porosität }

Tabelle I.

Fichtenwald an der Hochschule.

III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Évi átlag Jahres- durch- schnitt
1.000	2.500	5.000	7.500	10.000	6.300	2.500	10.000	7.275
1.000	1.000	2.500	2.500	7.500	5.000	2.500	5.000	4.000
—	1.500	2.500	5.000	2.500	1.300	—	5.000	3.930
3.670.000	6.460.000	5.450.000	8.600.000	8.770.000	8.000.000	6.700.000	3.800.000	48.25.000
200.000	500.000	200.000	1.300.000	1.800.000	1.800.000	2.000.000	1.300.000	877.000
3.870.000	6.960.000	5.650.000	9.900.000	10.570.000	9.800.000	8.700.000	5.100.000	5.687.300
100.000	200.000	300.000	400.000	400.000	450.000	400.000	100.000	261.530
4'96	12'27	14'29	22'75	25'16	23'76	18'39	14'01	12'18
2'85	8'49	10'72	15'95	21'27	18'20	14'67	10'00	9'22
6'20	5'94	6'31	6'52	6'23	6'74	6'9	7'04	6'24
0'87	1'63	1'40	0'96	0'97	1'9	2'35	2'83	1'67
34'5	48'4	93'0	36'4	17'9	67'0	96'3	19'6	47'3
34'9	57'0	59'5	63'8	65'1	58'0	54'4	46'9	52'4
13'7	17'6	22'8	32'4	30'8	24'0	22'0	11'2	17'82
23'2	14'5	12'8	12'6	9'3	8'3	11'4	9'6	15'30
77	77	72	67	58	70	74	76	75'22

Vizkapacitás } 37·2
Wasserkapazität }

Levegőképesség } 12·0
Luftkapazität }

II. sz. táblázat.

Ágfalvi lúcos.

Hónapok — Monate		X.	XI.	XII.	I.	II.
1.	Összesen — Zusammen	—	10.000	50.000	2.500	1.000
2.	Cysták — Cysten	—	7.500	25.000	1.000	1.000
3.	Aktiv	—	2.500	25.000	1.500	—
4.	Aerob	—	3.200.000	2.300.000	960.000	3.250.000
5.	Anaerob	—	2.000.000	540.000	160.000	600.000
6.	Összesen — Zusammen	—	5.200.000	2.840.000	1.120.000	3.850.000
7.	Gombák száma — Zahl der Pilze	—	180.000	140.000	—	350.000
	Léghőmérséklet C° Lufttemperatur C°	13·56	5·87	— 2·24	1·81	3·81
	Talajhőmérséklet C° Bodentemperatur C°	9·53	6·23	+ 0·39	— 0·05	1·80
	Ph.	—	5·2	5·50	5·80	6·12
	Humusztartalom % Humusgehalt %	—	4·0	3·2	2·7	2·4
	Csapadék Atmosph. Niederschläge $\frac{m}{m}$	32·7	75·7	20·3	9·7	63·7
	Fényintenzitás a szabadban Lichtintensität im Freien	45·1	46·7	36·1	33·9	28·2
	Fényintenzitás az erdőben Lichtintensität im Walde	10·0	13·6	10·4	12·1	11·1
	Fényint. az erdőben, a szabadf. %-ában Lichtintensität in %-en des Freilandl.	8·4	11·0	23·9	25·9	28·1
	Rel. páratartalom Rel. Feuchtigkeit in %	79	87	85	82	74

1—7. 1 gr. nedves földben.
pro gr. feuchter Erde.

Porozitás)
Porosität) 49·8

Tabelle II.

Fichtenwald bei Ägfalva.

III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Évi átlag Jahres durch- schnitt
2.500	5.000	5.000	10.000	5.000	5.000	5.000	7.500	9.042
1.000	2.500	2.500	2.500	2.500	1.500	1.000	2.500	3.885
1.500	2.500	2.500	7.500	2.500	3.500	4.000	5.000	5.227
1.700.000	3.500.000	7.400.000	8.800.000	9.300.000	8.150.000	7.000.000	4.100.000	4.971.666
250.000	—	2.800.000	1.250.000	1.500.000	950.000	400.000	1.350.000	1.072.727
1.950.000	—	10.200.000	10.050.000	10.800.000	9.100.000	7.400.000	5.450.000	6.178.363
250.000	400.000	360.000	400.000	200.000	225.000	250.000	120.000	260.000
4°96	12°27	14°29	22°75	25°16	23°76	18°39	14°01	12°18
2°85	8°49	10°72	15°95	21°27	18°20	14°67	10°01	9°22
5°8	6°34	6°23	6°8	6°34	6°32	6°35	6°72	6°12
1°32	2°81	1°97	2°13	4°08	3°55	3°04	2°53	2°81
34°5	48°4	93°0	36°4	17°9	67°0	96°3	19°6	47°3
34°9	57°0	59°5	63°8	65°1	58°0	54°4	46°9	52°4
13°7	17°6	22°8	32°4	30°8	24°0	22°0	11°2	17°82
23°2	14°5	12°8	12°6	9°3	8°3	11°4	9°6	15°30
77	77	72	67	58	70	74	76	75°22

Vizkapacitás } 21
Wasserkapazität }

Levegőkapacitás } 28·8
Luftkapazität }

III. sz. táblázat.

Ágfalvi sarjerdő.

Hónapok — Monate		X.	XI.	XII.	I.	II.
1.	Összesen — Zusammen	—	7.500	5.000	7.500	2.500
2.	Cysták — Cysten	—	2.500	2.500	5.000	1.000
3.	Aktiv	—	5.000	2.500	2.500	1.500
4.	Aerob	—	3.600.000	2.300.000	1.050.000	3.162.000
5.	Anaerob	—	200.000	170.000	100.000	120.000
6.	Összesen — Zusammen	—	3.800.000	2.470.000	1.150.000	3.282.000
7.	Gombák száma — Zahl der Pilze	—	200.000	180.000	160.000	150.000
Léghőmérséklet Lufttemperatur C°		13°56	5°87	— 2°24	1°81	3°85
Talajhőmérséklet Bodentemperatur C°		9°53	6°23	0°39	— 0°05	1°80
Ph.		—	4°9	4°75	4°61	5°79
Humusztartalom Humusgehalt %		—	2°20	2°20	2°25	2°80
Csapadék Atmosph. Niederschläge $\frac{m}{m}$		32°7	75°7	20°3	9°7	63°7
Fényintenzitás a szabadban Lichtintensität im Freien		45°1	46°7	36°1	33°9	28°2
Fényintenzitás az erdőben Lichtintensität im Walde		—	—	—	—	—
Fényint. az erdőben, a szabadf. %-aiban Lichtintensität in %-en des Freilandl.		—	—	—	—	—
Rel. páratartalom Rel. Feuchtigkeit in %		79	87	85	82	74

1—7. 1 gr. nedves földben.
pro gr. feuchter Erde.

Porozitás) 47·0
Porosität)

Tabelle III.

Niederwald bel Ágfalva.

III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Évi átlag Jahres- durch- schnitt
5.000	1.000	2.500	7.500	10.000	6.200	2.500	7.500	5.372
5.000	1.000	2.500	1.000	7.500	5.000	2.500	1.000	3.041
—	—	—	6.500	2.500	1.200	—	6.500	3.525
2.640.000	5.800.000	9.550.000	8.930.000	11.300.000	10.000.000	8.000.000	3.100.000	5.786.710
200.000	350.000	400.000	1.500.000	1.900.000	2.000.000	2.500.000	1.000.000	870.000
2.840.000	6.150.000	9.950.000	10.430.000	13.200.000	12.000.000	10.500.000	4.100.000	6.654.375
100.000	110.000	250.000	350.000	250.000	150.000	60.000	70.000	169.166
4·96	12·27	14·29	22·75	25·16	23·76	18·39	14·01	12·18
2·85	8·49	10·72	15·95	21·27	18·20	14·67	10·00	9·22
5·81	5·76	6·20	6·45	5·90	5·94	6·24	6·58	5·73
2·03	4·17	3·16	2·73	2·52	2·61	2·7	2·81	2·68
34·5	48·4	93·0	36·4	17·9	67·0	96·3	19·6	47·3
34·9	57·0	59·5	63·8	65·1	58·0	54·4	46·9	52·4
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
77	77	72	67	58	70	74	76	75.22

Vizkapacitás }
Wasserkapazität } **33·3**

Levegőkapacitás }
Luftkapazität } **13·7**

IV. táblázat.

Várisi lucos

Hónapok — Monate		X.	XI.	XII.	I.	II.
1.	Összesen — Zusammen	—	5.000	10.000	5.000	—
2.	Protozoák Protozoen Cysták — Cysten	—	2.500	5.000	2.500	—
3.	Aktív	—	2.500	5.000	2.500	—
4.	Léghőmérséklet C° Lufttemperatur	13·56	5·87	2·24	+ 1·81	3·85
5.	Talajhőmérséklet C° Bodentemperatur	9·53	6·23	+ 0·39	— 0·05	+ 1·80
6.	Fényintenzitás a szabadban Lichtintensität im Freien	45·1	46·7	36·1	33·9	28·2
7.	Fényintenzitás az erdőben Lichtintensität im Walde	10·0	13·6	10·4	12·1	11·1
8.	Fényint. az erdőben, a szabadf. %-ában Lichtintensität in % -en des Freilandl	8·4	11·0	23·9	25·9	28·1
9.	Rel. páratartalom Rel. Feuchtigkeit in %	79	87	85	82	74
10.	Csapadék Atmosph. Niederschläge $\frac{m}{m}$	32·2	75·7	20·3	9·7	63·7

1—3. 1 gr. nedves földre vonatkoztatva.
pro gr. feuchter Erde.

IV. Tabelle.

Fichtenwald am Váris.

III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Évi átlag Jahres durch- schnitt
—	5.000	7.500	5.000	2.500	—	—	10.000	6.250
—	1.000	2.500	1.000	2.500	—	—	2.500	2.438
—	4.000	5.000	4.000	—	—	—	7.500	4.357
4·96	12·27	14·29	22·75	25·16	23·76	18·39	14·01	12·18
2·85	8·49	10·72	15·95	21·27	18·20	14·67	10·00	9·22
34·9	57·0	59·5	63·8	65·1	58·0	54·4	46·9	52·4
13·7	17·6	22·8	32·4	30·8	24·0	22·0	11·2	17·82
23·2	14·5	12·8	12·6	9·3	8·3	11·4	9·6	15·30
77	77	72	67	58	70	74	76	75·22
34·5	48·4	93·0	36·4	17·9	67·0	96·3	19·6	47·30

V. Táblázat.

**Az átvizsgált erdőtalajok megtalált, illetőleg, kitenyésztett
Die Verteilung der untersuchten Protozoen-**

Sorszám Nummer	Rend Ordo	Protozoa-fajok Protozoa-Arten	H ó n a p o k		
			November	December	Január
1.	Mastigophora	Bodo caudatus Duj	F.L.S.V.	F.L.S.V.	F.V.
2.		Cercomonas crassicauda Alexejff	—	—	—
3.		Mastigamoeba limax Moroff	—	—	S.
4.		Monas guttula Ehrbg.	F.V.	V.	S.V.
5.	Rhizopoda	Amoeba cucumis Gläser	F.L.S.V.	F.L.S.V.	F.L.S.V.
6.		Amoeba diploidea Hartm. & Neger	S.	S.	—
7.		Amoeba guttula Duj.	F.L.S.V.	F.L.S.V.	F.L.S.V.
8.		Amoeba horticola Nägler	—	—	—
9.		Amoeba limax Duj	F.L.S.V.	F.L.S.V.	F.L.S.V.
10.		Amoeba lucens Frenzel	—	—	—
11.		Amoeba radiosa Ehrbg	—	—	—
12.		Amoeba sphaeronucleolus Greeff	F.L.S.V.	F.L.S.	—
13.		Amoeba terricola Ehrbg	F.L.S.V.	F.L.S.V.	F.L.S.
14.		Amoeba velata Parona	—	—	—
15.		Arcella vulgaris Ehrbg.	F.L.S.V.	F.L.S.V.	F.L.S.V.
16.		Diffugia globulosa Ehrbg.	F.L.S.V.	F.L.S.	F.L.S.
17.		Diffugia lucida Pénard	F.L.S.V.	F.L.S.	F.L.S.
18.		Euglypha tuberculata Duj.	—	—	—
19.		Euglypha sp ?	—	—	—
20.		Geococcus vulgaris Francé	L. S.	S.	L. S.
21.		Parmulina obtecta Gruber	F.L.S.V.	F.L.S.V.	—
22.	Ciliata	Balantiophorus elongatus Schew.	F. S.	F. L. S.	F. L.
23.		Colpidium colpoda Stein.	L	L.	—
24.		Colpoda steini Maupas	F.L.S.V.	F. L. S.	F. L. S.
25.		Euplotes charon O. F. Müll	F.	F. L.	—
26.		Glaucoma scintillans Ehrbg.	F. L.	F. L.	F.

F. Fenyőerdő a főiskola botanikus kertjében.
Fichtenwald im bot. Garten der Hochschule.

L. Fenyőerdő Ágfalván.
Fichtenwald in Ágfalva

V. Tabelle.

Protozoa-faunájának megoszlása erdőtipusok és hónapok szerint.
Arten nach Jahreszeiten und Waldtypen.

M o n a t e								
Február	Március	Április	Május	Junius	Julius	Augusztus	Szeptemb.	Október
F. V.	F. L. V.	V.	—	—	—	—	F. S. V.	F. L. S. V.
—	F. V.	F. L. S. V.	F. L. S. V.	F. L. V.	F. L. S. V.	—	—	—
F. V.	F. L. S. V.	S. V.	—	—	L. V.	—	—	L. S.
—	—	F. V.	F. S. V.	F.	—	—	—	—
F. L. S. V.	F. L. S. V.	F. S. V.	V.	—	—	—	—	F. S.
—	—	F. L.	—	—	—	—	F. L. S.	L. S.
F. L. S. V.	F. L. S. V.	F. L. S. V.	F. L. S. V.	F. L. S. V.	F. L. S.	—	F.	F. L. S. V.
—	F.	—	F.	F.	—	—	—	—
F. L. S. V.	F. L. S. V.	F. L. S. V.	F. L. S. V.	F. L. S. V.	F. L. S. V.	—	F. L. S.	F. L. S. V.
—	—	S.	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	V.
—	—	—	—	—	—	—	F. L.	F. L. S. V.
F. L. S.	F. L. S. V.	F. L. S. V.	F. L. S. V.	F. L. S.	F. L.	—	F. L. S.	F. L. S. V.
—	—	F. V.	F. L. S.	F. L. S. V.	F. L.	—	L. S.	—
F. L. S.	F. L. S.	F. L. S. V.	F. S.	F. S.	L.	—	F. L. S.	F. L. S. V.
F. L. S. V.	F. S.	F. S.	L. S.	F. L. S. V.	F. L. S. V.	—	F. L. S.	F. L. S. V.
F. L. S.	F. S.	F. L. S. V.	S.	S.	—	—	F.	F. L. S. V.
F.	F. L.	F. L.	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	S.	—
—	L. S.	L.	L. S.	—	—	—	—	L. S.
—	F. L.	F. L. S.	F. L. S. V.	F. L. S. V.	F. L. S.	—	F. L. S.	F. L. S. V.
F. S.	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	F. L.	S.	—	—	—	—	V.
F. L. S. V.	F. L. S.	F. S.	F. S.	S.	F. L. S.	—	F. L.	F. L. S. V.
—	—	—	—	—	—	—	L.	F. V.
—	—	—	—	—	—	—	S.	F. L. S.

S. Sarjerdő Ágfalván. **V.** Várisi fenyőerdő Sopronban.
 Niederwald in Ágfalva. Fichtenwald am Váris bei Sopron.

VI. táblázat.

VI. Tabelle.

**Az évi középértékek összehasonlító táblázata.
Vergleichstabelle nach Jahresmittelwerten.**

Kísérleti erdők Versuchsfläche		Vári lucos Fichten- wald am Váris	Ágfalvi lucos Fichtenwald bei Ágfalva	Ágfalvi sarj- erdő Niederwald bei Ágfalva	Főiskolai lucos Fichtenwald an der Hoch- schule
Megfigyelési idő — Beobachtungszeit		von 1927. X-től — bis 1928 XI-ig			
1.	Összesen — Zusammen	6.250	9.042	5.372	7.275
2.	Cysták — Cysten	2.438	3.885	3.041	4.000
3.	Aktív	4.357	5.227	3.525	3.930
4.	Aerob	—	4.971.666	5.786.710	4.825.000
5.	Anaerob	—	1.072.727	870.000	877.000
6.	Összesen — Zusammen	—	6.178.363	6.654.375	5.687.300
7.	Gombák száma — Zahl der Pilze	—	260.000	169.166	261.530
	Léghőmérséklet C° Lufttemperatur	12.18	12.18	12.18	12.18
	Talajhőmérséklet C° Bodentemperatur	9.22	9.22	9.22	9.22
	Ph.	—	6.12	5.73	6.24
	Humusztartalom % Humusgehalt	—	2.81	2.68	1.67
	Csapadék Atmosph. Niederschläge m/m	47.3	47.3	47.3	47.3
	Fényintenzitás a szabadban Lichtintensität im Freien	52.4	52.4	52.4	52.4
	Fényintenzitás az erdőben Lichtintensität im Walde	17.82	17.82	—	17.82
	Fényintenz. az erdőben, a szabadf. %-aiban Lichtintensität in %-en des Freilandlichtes	15.30	15.30	—	15.30
	Rel. páratartalom % Rel. Feuchtigkeit in %	75.22	75.22	75.22	75.22

1—7. 1 gr. nedves földre vonatkoztatva
pro gr. feuchter Erde.

- Sandon, H.*: The Composition and Distribution of the Protozoen-Fauna of the Soil. (London, 1927. Oliver and Boyd.)
- Severtzova, L. B.*: The food Requirement of soil Amoebae with Reference to their Interrelation with soil Bacteria and soil Fungi. (Centralblatt f. Bakt., Parasit. u. Inf., Abt. II., Bd. 73., p. 162. 1928.)
- Winogradow, Thais Fedorowa*: Amöbenzucht auf dem Azotobacter chroococcum. (Centralblatt f. Bakt., Parasit. u. Inf. Abt. II., Bd. 72., p. 374. 1927.)
- Winogradow, Thais Fedorowa*: Beiträge zur Frage der Wirkung der Boden-amöben auf das Wachstum und die Entwicklung des Azotobacter chroococcum unter Versuchsbedingungen auf sterilem Boden. (Centralblatt f. Bakt., Parasit. u. Inf. Abt. II., Bd. 74., p. 14. 1928.)
- Yakimoff—Zérèn*: Contribution à l'étude des protozoaires des sols de Russie. 2me comm.: Les protozoaires du sol du Turkestan. (Centralblatt f. Bakt., Parasit. u. Inf. Abt. II., Bd. 87., p. 16. 1926.)
- III. *Crump, L. M.*: Numbers of protozoa in certain Rothamsted soil. (Jour. Agr. Science 10. P. 182—198. 1920.)
- Cutler, D. N.—Crump, L. M.*: Daily periodicity in the numbers of active soil flagellates: with a brief note on the relation of tropic amoebae and bacterial numbers. (Ann. Apl. Biol. 7. P. 11—24. 1920.)
- IV. *Cutler*: A method for estimating the number of active protozoa in the soil. (Jour. Agr. Science, 10. P. 135—143. 1920.)
- V. *Bokor*: Ein Beitrag zur Mikrobiologie des Waldbodens. (Biochemische Zeitschrift, 1927. Bd. 181. H. 4—6.)
- Bokor*: Vizsgálatok az erdőtalaj mikroflórájáról. (Erd. Kís., 1926. 1—2. f.)
- VI. *Waksman, Selman, A.*: Principles of Soil Microbiology. Baltimore, 1927.
- Waksman, Selman, A.*: Methoden der mikrobiologischen Bodenforschung. (Abderhalden's Handbuch der biol. Arbeitsmeth. Abt. XI. 3. Teil, p. 715—864.)
- VII. *Mislowitzer, Ernsi*: Die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration von Flüssigkeiten. Berlin, 1928.
- VIII. *Eder*: Abderhalden's Handbuch der biol. Arbeitsmethoden. Abt. II. 1. Teil.
- IX. *Vági*: A talajtan elemei. — Bodenkunde. Sopron, 1927.
- X. *Wiesmann*: Agrikulturchemisches Praktikum.

Az erdőhasználati munka racionalizálása.

Irta: vitéz Török Béla.

A nagy világgégés után bekövetkezett gazdasági válság egy lázas törekvést eredményezett, amelynek célja minden termelő üzembn a lehető legnagyobb mérvű gazdaságosság elérése. A termelés tényezői közül természetsszerűleg a munka az, amelyet leginkább javíthatunk az említett cél elérése érdekében. A munka javítására való törekvések, sőt az ennek érdekében folytatott tudományos kutatások s ezeknek eredményeiből felállított elméletek nem egészen új keletűek, azonban ezek gyakorlati jelentőségének tökéletes felismerése nagyobbára a háború utáni időkre esik. A munka javítása érdekében végzett első tudományos kutatások *Taylor* nevéhez fűződnek, aki munkásainak teljesítményét a munkának részletekre való tagozásával s az egyes részletmunkák elvégzéséhez szükséges időnek rögzítő órával való mérésével határozta meg. *Taylor* a megfelelő munkaerők kiválasztásával, célszerű és elsőrendű munkaeszközök alkalmazásával, a munka végrehajtásának észszerű organizálásával a teljesítményt 3—4-szeresre fokozta. A *Taylor*-rendszernek azonban meg voltak a maga hibái is. Nevezetesen a teljesítmény fokozását nem tisztán a végrehajtás észszerűsítésével, hanem, nem kis részben, nagyobb energia felhasználásával érte el, ami azután természetesen a munkások megerőltetéséhez vezetett. Eme tapasztalatokon okulva, midőn Németország a *Taylor*-rendszer bevezeti, gondoskodik arról is, hogy a munka mikénti észszerűsítése érdekében folytatott kutatások egyidejűleg a munkások igénybevételeének és fáradságának mérésére is kiterjedjenek. A kitűzött cél tehát a teljesítmény fokozása, anélkül azonban, hogy ez több energiát igényelne. Az idevonatkozó vizsgálatok és kutatások eredményeinek rendszerbe való foglalása alapján kifejlődik a munka tudománya, amely — mivel a gazdaságosság növelése mellett bizonyos szociális szempontokra is tekintettel van — olyan nagy népszerűségnek örvend, hogy az ipari és gazdasági élet minden ágában bevezetésre talál.

A kor szelleme az erdőgazdaságot sem hagyja érintetlenül. *Paul Wegge, Wappes, Spitzenberg, Herber, v. Monroy* bevezetik a munka tudományát az erdészeti irodalomba, amely akkora érdeklődést vált ki, hogy Prof. Dr. *H. H. Hilf* és mások fáradhatatlan és értékes előmunkálkodása után 1927-ben Eberswalde-ban megalakul „Az erdészeti munka tudomá-

nyának társasága". Ez a társaság azután az eberswaldei főiskola erdőhasználati tanszéke mellett egy erdészeti munkatudományi intézetet állít fel. Németországi tanulmányutam alatt alkalmam nyílt ebben az intézetben dolgozni s így azt hiszem nem lesz érdektelen, ha az itt szerzett tapasztalataim alapján, az idevonatkozó német vizsgálatokról és kísérletekről, valamint ezeknek jelentősebb eredményeiről röviden beszámolok.

A tudományos kutatások kiterjednek az erdőgazdaság mindama ágára, amelyek a gyakorlatban emberi, állati vagy gépi munkával vannak összekötve. Ezek volnának tehát főleg a termelési, szállítási és felújítási munkálatok. Egyrészt bizonyos korlátok közé szorított tanulmányi tervem miatt, másrészt, mivel az erdőgazdaságban a munka legnagyobb szerepet kétségtelenül az erdőhasználatban játszik, csak az e téren lefolytatott vizsgálatokkal foglalkoztam.

Nézzük tehát az erdőhasználati munka racionalizálása érdekében végzett kutatások célját, módját, az eddig elért jelentősebb eredményeket s végül ezeknek jelentőségét.

A kutatások célja leszögezni azokat az irányelveket, amelyeket a fatermelés munkaszerszámainak, eszközeinek, illetőleg gépeinek megválasztásánál, a munka menetének organizálásánál, a munkabéreknek úgy az erdőbirtokos érdekeinek, mint a munkások jogos igényeinek megfelelően való megállapításánál követnünk kell, hogy a fatermelési munkálatok teljesítményét fokozzuk s így az erdőgazdaság jövedelmét növeljük.

A kitűzött célnak megfelelően az erdőhasználati munka terén folyó kutatásokat két főrésztre oszthatjuk. Az elsőbe tartoznak azok, amelyeknek célja a különböző viszonyok között alkalmazandó munkaszerszámoknak, eszközöknek és gépeknek a megválasztása, amelyekkel azonos energiafogyasztás mellett a legnagyobb teljesítményt érhetjük el. A második részbe sorolhatjuk azokat a kísérleteket, amelyek a teljesítmény fokozhatása érdekében a munka menetének mikénti organizálásával, nemkülönben az igazságos munkabérek nagyságának kipuhatolásával foglalkoznak.

A kutatások módja a teljesítmény tényezőinek, tehát az elvégzett munkának s az erre fordított időnek pontos meghatározása, továbbá az így nyert adatoknak a gyakorlat céljaira alkalmas feldolgozása. Lényegében tehát a vizsgálatok a munka megfigyeléséből, a végzett teljesítmény méréséből s ezeknek az adatoknak a statisztikai feldolgozásából állanak. Formailag a kutatások két részre oszthatók, és pedig a külső felvételekre és a belső feldolgozásra. A külső, tehát a vágásterületeken történő felvételek a termelési munkálatok egyes részleteinek megfigyeléséből, valamint úgy ezeknek, mint az elvégzésükre fordított időnek a méréséből állanak. Ezeket nevezzük *időtanulmányoknak* (Zeitstudien). A belső feldolgozás az időtanulmányok adatainak kiszámítására s az ez alapon nyert eredmények-

nek statisztikai feldolgozására szorítkozik. A különböző viszonyok között, vagy ugyanazon körülmények mellett, de különféle szerszámokkal, más és más munkáscsoportok alkalmazásával végzett időtanulmányok statisztikába foglalt eredményeinek egybevetéséből vonhatjuk le azokat a következtetéseket, amelyek alapján az erdőhasználati munka észszerűsítésének alapelveit leszögezhetjük.

Maguk az időtanulmányok tulajdonképpen abból állanak, hogy a termelési munkálatokat megfelelő részekre bontva, rögzítő órával figyeljük az egyes részletmunkálatok elvégzéséhez szükségelt időt, nemkülönben a munka közben előálló elkerülhetetlen és elkerülhető idővesztéseket.

Természetesen, hogy kifogástalan eredményeket nyerjünk, a munkateljesítményen kívül a munkás által fogyasztott energiát is meg kell határoznunk, mert hiszen a teljesítmény növekedésének nem szabad az energiafogyasztás nagyobbodásán alapulni. Egy erre a célra szolgáló és a munkásra alkalmasan felszerelt készülék segítségével megmérhető a kilelegzett szén-sav, viszont a pihenés közben és munka közben kilelegzett szén-savmennyiség különbségéből ki lehet számítani a teljesített munka folytán fogyasztott energiát.

A megfigyelések megkezdése előtt pontosan fel kell jegyezni azokat a körülményeket, amelyek között a munka végbemegy. Nevezetesen a faállományokra, a vágásmódra, a munkásokra, a munkaszerszámokra, az eszközökre, a gépekre, az időjárásra vonatkozó adatokat, továbbá mindazokat a körülményeket, amelyek a munka végrehajtására akár lassító, akár gyorsító befolyással bírnak.

Az eredmények gyakorlati felhasználhatása érdekében a szükségelt munka- és időadatokat az összes termelt erdei választékokra elkülönítve kell feltüntetnünk.

Minden racionalizálásra törekvő kutatásnak lényege, hogy a vizsgált munkálatokat minél apróbb részletekre bontsuk fel, mert csak ez alapon nyerünk olyan alapos betekintést a munkálatokba, hogy ezeknek gazdaságosabbá tételére irányuló módosításokat tehessünk. Ebből a célból tehát a termelési munkálatokat két főrésztre osztjuk fel, nevezetesen előmunkálatokra és főmunkálatokra. Az előmunkálatokhoz sorolandók mindazok a munkák, amelyeket az egy-egy törzsből előállítandó összes erdei választékok elkészítése érdekében kell végrehajtanunk. Ezek tehát bizonyos kulcs szerint valamennyi erdei választékra szét lesznek osztva. A főmunkálatokhoz tartoznak azok a munkák, amelyek csak egyes erdei választékok előállítása miatt végeztenek s így csak ezeket terhelik. Ha például egy erdeifenyő törzset dolgozunk fel s belőle egy darab fűrészrönköt, bányafát és tűzifát termelünk, akkor az előmunkálatokhoz tartoznak a törzs felkeresésére, a döntési irány megállapítására,

a törzs szabaddátételére, a ledöntésre és legalyazásra, a használható törzsrész hosszának lemérésére fordított munkák; míg a főmunkákat képezik, jelen esetben három csoportra elkülönítve, a fűrészrönkönél: a szakállevágás, kimérés és lefűrészelés (olyan fafajnál, vagy választéknál, ahol kérgezés is előfordul, ez is ide tartozik); a bányafánál: a kimérés, lefűrészelés, összehordás és rakásolás (természetszerűleg, ha különböző minőségi osztályba tartozó bányafát termelünk, akkor minden egyes osztály külön csoportot alkot); a tűzifánál: fűrészelés, összehordás és sarangolás (hasábfánál természetesen a hasítás), mégpedig elkülönítve az egyes tűzifa választékokra.

Az egyes részletmunkálatok elvégzéséhez szükséges munkaidőt, továbbá a munka közben előálló elkerülhető, illetőleg elkerülhetetlen idővesztéseket rögzítő órával pontosan megállapítva, ezeket az adatokat a már elmondottak alapján megfelelő kimutatásba foglaljuk. Az időtanulmányoknál rendkívüli gond fordítandó arra, hogy a felvételt végző erdőmérnök a munkásokat ne zavarja. Éppen ezért a munkások dolgoznak a megszokott sorrendben és a felvételt végző, aki minden egyes részletmunkára fordított időt rögzítő órával mér, a nyert adatokat, az előzetesen előkészített jegyzőkönyv azon rovatába könyveli, ahová az a munka természeténél fogva tartozik. Olyan esetekben, amidőn az egyes részletmunkálatok annyira egybefolynak, hogy a külső felvételeknél az ezek elvégzésére fordított munkaidők nem volnának az egyes erdei választékok szerint elkülöníthetők, akkor ezt együttesen jegyezzük fel, megjelölve azonban mennyiségileg az összes erdei választékokat, amelyeket a szóbanforgó munkaidő terhel. A munkaidőnek az egyes választékokra való szétosztása ilyen esetekben a belső feldolgozás keretében történik meg, amikor is nagy gondot kell fordítani a szétosztás kulcsának helyes megállapítására. Nem mindig célravezető szétosztási kulcs a fatömeg, mert gondoljunk csak például arra, hogy az egy időben összehordott bánya- és tűzifánál a fatömeg szerinti szétosztás milyen hibákat eredményezne, már pedig a biesenthalai tanulmányi erdőgondnokságban végzett időtanulmányaink kapcsán éppen a bánya- és tűzifa összehordási munkálatai voltak azok, amelyeknél az említett speciális eset csaknem mindennapos volt.

Láthatjuk ezekből, hogy a racionalizálás terén végzett kísérletek lelke az időtanulmány¹⁾, amelynek lelkiismeretes és pontos végrehajtására a leg-

¹⁾ Különbön az eberswaldei főiskola erdőhasználati tanulmányi erdőgondnokságában végrehajtott időtanulmányoknak önmagukban véve is van már egy pedagógiai szempontból felbecsülhetetlen értékük és pedig az, hogy a gyakorlatok céljából ezeken résztvevő hallgatóság, a dolog természeténél fogva, a termelési munkálatok mélyébe olyan bepillantást nyer, amelyet sem előadásokon, sem más módszerrel megtartott erdőhasználati gyakorlaton, sőt még sokszor a gyakorlati alkalmazásban sem tud elérni. Eme munkálatok végrehajtására az erdőhasználati tanszék asszisztenseinek száma 10—12.

nagyobb gond fordítandó. Az időtanulmányok elvégzése, a kellő szaktudás mellett, természetesen megfelelő gyakorlati jártasságot kíván e téren, azonban a felvevő munkája pontosságának ellenőrzésére szolgál az ú. n. záróhiba, amely az egyes részletmunkák elvégzésére fordított munkaidők összegének s az egész felvétel időtartamának különbségéből adódik. Az olyan időtanulmányokat, amelyeknél a záróhiba nagysága 3%-nál nagyobb, legcélszerűbb a statisztikai felhasználásnál mellőzni.

A külső felvétel után következik a belső feldolgozás, melynek célja az időtanulmányok alapján megállapítani az egyes előállított erdei választékokat m^3 -ként terhelő munkaidők nagyságát. Itt azután természetesen megfelelő kulcs szerint szétosztjuk már az előmunkálatok elvégzésére fordított munkaidőt is az egyes erdei választékokra. Az így nyert eredményeket kimutatásba foglalva, már tiszta képet nyerünk — úgy összességben, mint az egyes erdei választékokon belül is — a részletmunkáknak egymáshoz, nemkülönben az elkerülhető és elkerülhetetlen időveszteségeknek a tényleges munkaidőhöz való viszonyáról.

Nézzük ezekután eme vizsgálatok nyújtotta jelentősebb eredmények egyenéhányát. — Mielőtt erre rátérnék, hangsúlyozni kívánom, hogy az eddigi eredmények nem tekinthetők még olyanoknak, amelyekből a gazdaságosan végrehajtott fatermelési munkálatok általános érvényű szabályai felállíthatók volnának. Ezt természetszerűleg csak akkor fogjuk majd elérni, ha a vizsgálatok a létező összes jelentősebb viszonylatokra ki lesznek terjesztve s minden egyes ilyen termelési helyről számtalan kísérleti adattal áll rendelkezésünkre. Ezzel szemben az eddigi eredmények vagy csak az időtanulmány helyének speciális viszonyaira vonatkoznak, vagy pedig olyan részleteredmények, amelyek még további kutatásokat kívánnak az illető téren. Az elmondottak ellenére mégis óriási fontosságot kell az eddigi eredményeknek tulajdonítanunk, mert kétségtelenül rámutatnak a fatermelési munkálatok észszerűsítésének módjára és arra, hogy ezáltal e téren a nagyobb munkateljesítmény s ennek következménye, az üzemi költségek csökkenése, tehát az erdőgazdasági tiszta jövedelem növelése feltétlenül elérhető.

Az erdőhasználati munka racionalizálását s ennek természetes következményét az erdőgazdasági termelés gazdaságosabbá tételét elérhetjük: a famunkásoknak megfelelő kiválasztásával, a fatermelésnél használt szerzőknek, eszközöknek, illetőleg gépeknek megfelelő javításával és a mindenkorai viszonyokhoz mért okszerű alkalmazásával, továbbá a termelési munkálatok végrehajtásának célszerű organizálásával és az egyes erdei választékok elkészítéséért fizetett munkabéregrészeknek igazságos, a munka elvégzésére normális körülmények között szükségelt tényleges munkaidőkkel arányban álló megállapításával.

A famunkások megfelelő kiválasztása egyik igen fontos előfeltétele annak, hogy egyáltalában racionalizálásról beszélhessünk. A famunkásnak szakmunkásnak kell lenni, aki a termelési munkálatokban való jártassága mellett ismeri a szerszámaikat és ért azok karbantartásához, nem pedig alkalmi napszámosnak.

Aki időtanulmányokat végzett, nap-nap mellett tapasztalhatta, hogy a fatermelésnél alkalmazott szakmunkás és az alkalmi munkás teljesítményei között, az összes befolyással bíró körülmények azonos feltételezése mellett is, 20–30%-nyi különbségek is lehetnek, milyen nagyokká nőhetnek azonban a differenciák ott, ahol a szerszám megválasztása (beleértve az élesítés, terpesztés, stb.), továbbá a munka végrehajtásának mikéntje is reájuk van bízva. Ennek a kíváncságnak a kielégítésére természetesen amúgy is törekszik minden erdőgondnok, de sokszor meg kell alkudjon az adott helyzettel a vidék kedvezőtlen munkásviszonyai miatt.

A fatermelési munkálatokhoz alkalmazandó szerszámok, eszközök, illetőleg gépek célszerű megválasztásának kérdése kettős, és pedig:

1. Milyen szerszámokat, eszközöket, illetőleg gépeket alkalmazzunk a különböző viszonyok között?

2. A fatermelési munkálatok teljesítményének növelését inkább szolgálja-e a célszerűsített kéziüzem, mint a gépiüzem?

Az első kérdést illetően abból az alapelvből kell kiindulnunk, hogy mindig olyan munkaeszközöket kell használnunk, amelyek az adott viszonyok között az egyéb körülmények azonos feltételezése mellett a legnagyobb teljesítményt biztosítják.

Kéziüzem esetén a kéziszerszámok és eszközök okszerű megválasztása már óriási lépésekkel viszi előre a racionalizálás ügyét. Ennek a kérdésnek gyakorlati megoldását nagyban nehezíti az a körülmény, hogy csaknem minden vidéken más és más szerszámokat használnak, sőt még egy és ugyanazon vidéken is minden különösebb ok nélkül azonos viszonyok mellett végrehajtott munkálatokat a legkülönbözőbb eszközökkel végeznek. Így pl. *Boege* említi, hogy egy vágásterületen egy alkalommal 57-féle döntőfűrész és 60-féle döntőfejszét használtak a munkások. Már pedig egészen világos, hogy egy és ugyanazon viszonyok között végrehajtott, azonos természetű munkákra, a sokféle között csak egyféle lehet a legalkalmasabb, és pedig az, amellyel az adott körülmények mellett a legnagyobb teljesítmény létesíthető. A munkaszerszám szerkezete változhatik a fajok szerint (itt csak kemény- és puhafára gondolok) és esetleg egyéb adott körülményeknek megfelelően, de semmiesetre sem függhet attól, hogy a munkás melyik felét szokta meg, mert nagyon helyesen jegyzi meg *Strehlke*, miszerint a megszokottság eredményezhet ugyan a kevésbé alkalmas szerszámmal is nagyobb teljesítményt, de mennyivel fokozódnék utóbbi, ha a

munkás a jó szerszámmal való munkában szerzett volna tökéletes jártasságot.

Az a gondolat, hogy egy és ugyanazon munkaviszonyok között csak egyféle szerszám lehet az, mellyel a munkás legkisebb megerőltetése mellett a legnagyobb teljesítmény érhető el, természetesen a szabványosításhoz vezet. Kétségtelen, hogy a szabványosítás, amely a technikai gyakorlat minden ágában tért hódított, a fatermelési munkálatok szerszámai-nál is bevezetésre kell találjon. Különben a szabványosításra való törekvés nem is mondható újnak, amennyiben *Gayer*, az erdőhasználaton kiváló német professzora, már több mint 30 évvel ezelőtt kísérleteket folytatott azirányban, hogy a fűrész szabványosításának alapelveit megállapíthassa. *Gayer* kísérleti eredményei ma már természetesen elavultak s így a racionalizálással kapcsolatban indultak meg az újabb kutatások a fatermelés munkaszerszámai szabványosításához vezető alapelvek megállapítására. Ez a probléma lendületet nyer akkor, midőn *Monroy* bevezeti a fűrészpenge anyagának vizsgálatát, aminek elhanyagolása volt valószínűleg egyik főoka annak, hogy *Gayer* munkálatai nem eredményezték a szabványos döntőfűrész bevezetését.

A mai ezirányú kutatások kiterjednek a döntőfűrészeknél, ezek anyagának, formájának, súlyának, a penge méreteinek, a fogazás formájának, a fogakra vonatkozó méretek (fogterület, fogközterület, fogmélység, élszög, metszőszög terpesztés mértékének stb.) vizsgálatára; a döntőfejszéknél pedig úgy a fej, mint a nyél formájának, súlyának és méreteinek legcélszerűbb megállapítására. Az idevonatkozó kísérletek már eddig is mutatnak fel nyilvánosságra hozott részleteredményeket²⁾, amelyeknek felsorolását azonban mellőzöm, mert az Iffában e téren folyó újabb kutatások olyan stádiumban vannak, hogy a közeljövőben várható ezek eredményeinek nyilvánosságra hozatala. A kutatások mikéntjébe és egyes eredményeibe nyert bepillantásom alapján merem remélni, hogy ezek fogják az alapját képezni a fatermelési munkaszerszámok szabványosítási problémája megoldásának.

Említenem is fölösleges talán, hogy a szabványos munkaszerszámok elérése önmagában véve milyen nagy mértékben viszi előre a racionalizálás ügyét, hiszen a vizsgálati alap: kipuhatolni az egyes munkaszerszámoknak azt a formáját és méreteit stb., amelyek alkalmazásával a legkisebb energia felhasználása mellett, a legnagyobb teljesítmény érhető el.

Természetesen a jó szerszám és a célszerű eszközök kipuhatolásának vizsgálatai nemcsak a döntőfűrészre és döntőfejszére, hanem a fatermelés egyéb szerszámainra és eszközeire is kiterjednek. Példaképen említem meg az újólág *Bergknecht* által bevezetett *Hätge*-féle famérőkörzöt, amellyel

²⁾ Prof. *Hilt* és *Bergknecht*: Arbeitslehre und Zeitstudie im Walde, „Deutsche Förster“, Nr. 46 és 47.

sokkal gazdaságosabban dolgozhatunk, mint a mérőrudakkal. *Bergknecht* egy idevonatkozó és 30 drb à 10 m hosszú törzseken végzett kísérletének eredményeképpen azt találta, hogy a famérőkörző alkalmazásával a törzsek hosszmérésének munkateljesítménye 2'33-szor akkora, mint a 2 méteres mérőrud használata esetén, emellett még azonban utóbbinál a munkások fáradtsága 25%-kal nagyobb.³⁾

A fűrészgépeket illetőleg ma még nincs és nem is lehet kiforrott vélemény aziránt, hogy minő viszonyok között melyik a legcélszerűbb, annyiival is kevésbé, mert úgyszólván napról-napra újabb, tökéletesebb gyártmányok kerülnek ki. A használatban lévő különböző szabadalmazott fűrészgépek szerkezetüket illetőleg az alábbiak szerint csoportosíthatók az áttekinthetős kedvéért:

I. Alternatív mozgást végző pengével bíró fűrészgépek.

Ilyen pl. Conti, Wade, stb.

II. Rotációs fűrészgépek.

1. Keretes fűrészgépek. Ilyen pl. Sektor, stb.

2. Sines fűrészgépek

a) szabad pengével, pl. Silva, stb.

b) vezetett pengével, pl. Rapid, Rinco, stb.

Eme rendszerek közül az alternatív mozgású fűrészgépek, melyek szerkezeti lényegükben az ú. n. róka fark bütűzőfűrészekkel azonosak, nagyobb súlyuk és nehezebb kezelhetőségük miatt, az erdei munkához kevésbé alkalmasak. A rotációs fűrészgépek, amelyek egymástól csak szerkezetük részleteiben különböznek, kisebb súlyuk s így könnyebb szállíthatóságuk, továbbá kezelhetőségük miatt az erdei munkáknál inkább megfelelnek. Arra a kérdésre, hogy ezek közül melyik a legjobb, vagy a különböző fafajoknál melyiket legcélszerűbb alkalmazni, ma még feleletet adni nem lehet, mert ehhez az eddig végzett kísérletek nem elég kiterjedtek az összes erdőgazdasági viszonyokra.

A második kérdést illetőleg, hogy t. i. a célszerűsített kéziüzem, avagy a gépüzem szolgáltat-e nagyobb teljesítményeket, az eddigi kísérletek eredményei arra engednek következtetni, hogy a gépüzemnek a fatermelési munkálatoknál való megfelelő alkalmazása a gazdaságosságot okvetlenül növeli, bár a teljesítmények növekvésének nagyságára vonatkozólag minden létező viszonyokra általános érvényű feleletet még nem adhatunk.

A biesenthalai tanulmányi erdőgondnokságban *Gerlinghoff*, majd *Gläser* által végzett vizsgálatok, amelyeknél egy Sektor fűrészgép munkaeredményét hasonlították össze a kézi fűrészeléssel, azt eredményezték, hogy a fűrészelési teljesítmény géppel 2—3-szor akkora, mint a kézi fűrészelés

³⁾ *Bergknecht*: Die Organisation der Arbeit auf Grund der Zeitstudie. „Deutsche Förster“, Nr. 46 és 47.

esetén.⁴⁾ — Megjegyzendő, hogy a kísérletnél a legjobb és előzetesen minden szükséges tényezőt illetőleg megvizsgált kézifűrész alkalmaztak, továbbá az elért eredményeket az összehasonlíthatás céljából egy emberre számították át. (A Sektor kiszolgálásához négy ember szükséges.)

A kérdés azonban tisztán a fűrészelési teljesítmények eredményeinek egymással való szembeállításával nem dönthető el, mert a gyakorlatot sokkal inkább érdekli, hogy miképpen viszonylanak a gépi és kézi fűrészelés összes munkateljesítményei egymáshoz. Az összes munkateljesítmények és a fűrészelési munkateljesítmények közötti viszony más lesz, mégpedig előbbi kisebbedni fog a gépi fűrészelés hátrányára, amennyiben a gépek használata esetén az ehhez szükséges nagyobb kiszolgáló személyzet, nehezebb szállíthatóság, a beállításhoz szükséges idő s a sokkal gyakrabban fellépő üzemi zavarok az összteljesítményt feltétlenül csökkentik. Éppen az elmondottak miatt már helyesebb képet nyerünk *Gläser* és *Schmidt*-nek idevonatkozó vizsgálataiból, amelyeket egy német Rapid fűrészgéppel és ezzel párhuzamosan a legmegfelelőbb, szintén előre alaposan megvizsgált kézifűrészsel kb. 2000 metszettel végeztek. Eme kísérletek eredményeit az összehasonlíthatóság kedvéért egy emberre átszámítva azt találták, hogy egy 50 cm átmérőjű törzsnél 1 m² fűrészelt felület előállításához az alábbi adatok szükségesek.⁵⁾

A részlet munka megnevezése	A munka elvégzéséhez szükséges idő		A gépi fűrészelés esetén a munka elvégzése hányszor	
	gépi	kézi	több	kevesebb
	fűrészelés esetén Sec.-ben		időt igényel, mint kézi fűrészelésnél	
Fűrészelés	333	1.009	—	3.03
Beállítás	179	0	—	—
Törzsfelkeresés	154	75	2.05	—
Pihenés és üzemi zavarok	333	175	1.90	—
Összes munka	999	1.259	—	1.26

Ebből a kísérletből látható, hogy a fűrészelés teljesítménye gépüzem esetén kb. háromszorosa a kézi üzemének, azonban a törzs felkeresésére (ez főleg a nagyobb kiszolgáló személyzet és ezenkívül a nehezebb szállíthatóság következménye), a gép beállítására fordított munkaidők, továbbá a gyakrabban fellépő üzemi zavarok folytán előálló időveszteségek már

⁴⁾ Forstarchiv, 1925. 54. oldal.

⁵⁾ Forstliche Arbeitswissenschaft. 60. oldal.

nagyobbak, úgyhogy végeredményében az említett kísérleteknél az összes munkateljesítmények úgy aránylanak egymáshoz, mint 1 : 1'259, vagyis gépüzem esetén a teljesítmény kb. 26%-al nagyobb. Ezeknek a vizsgálatoknak eredményei nagyjában összevágának *Strehlke* ama megállapításával, hogy a fatermelési munkálatoknál a gépüzem nagy általánosságban a teljesítményt 30%-al emeli.⁶⁾

Ezek s egyéb nyilvánosságra hozott kísérletek eredményei joggal engednek arra következtetni, hogy a fatermelési munkálatok teljesítményei gépüzem esetén még kedvezőtlen, szélsőséges viszonyok között is mindig meghaladják a kéziüzemmel elérhető eredményeket.

Amint az erdőhasználati munka racionalizálásának előfeltétele az ok-szerűen megválasztott s minden esetben jó karban lévő munkaszerszámok alkalmazása, úgy tulajdonképeni lényege a munka menetének célszerű organizálása. A munkamenet célszerű organizációjának a teljesítmény nagyobbodására való befolyását illetőleg elég utalni az ipari üzemekben e téren felmutatott eredményekre. Gondoljunk csak a hozzánk legközelebb álló fűrészüzemek mechanizálása folytán előállott óriási teljesítményekre, amelyek legnagyobb részben nem a nagyobb teljesítőképességű munkagépek, hanem a mechanizálás egyenes következményei. A mechanizálás pedig voltaképen lényegében nem egyéb, mint a munkamenet észszerűsítése, amennyiben az egyes részletmunkák egymásutánja közötti ü. n. üres járatokat csökkenti. A fatermelési munkálatoknál is beszélhetünk átvitt értelemben üres járatokról s ezek azok az idővesztések, amelyek a nem célszerű sorrendben végrehajtott, egymásután következő részletmunkák között szükségszerűleg előállanak. A teljesítmény fokozását tehát — a már fentebb elmondottakon kívül — úgy is elérhetjük, ha ezeket az idővesztéseket a lehető legkisebbre csökkentjük. Az elérendő cél tehát ezzel ki is van tűzve, kérdés most már, hol állanak ezek az idővesztések elő s miképen érhetjük el ezeknek csökkentését. Erre a kérdésre az időtanulmányoknak statisztikába foglalt eredményei önmagukban válaszolnak, amennyiben a teljesítmény két tényezőjének, a munkának és a munkaidőnek adatai rámutatnak arra, hogy a munka végrehajtásának melyik módja az, amelyik a legnagyobb teljesítményeket biztosítja. Természetesen a teljesítmény adatai mellett tekintettel kell lennünk az energiafogyasztás mérésének eredményeire is, hogy a nagyobb teljesítmény elérése mindig a munkával azonos mérvű fáradság mellett létesüljön.

Az e téren elért eredmények természetszerűleg szintén nem tekinthetők sem olyanoknak, amelyek sablonszerűen, bárminő viszonyok között végzett fatermelési munkálatok végrehajtására ráhúzhatók volnának, sem olyanoknak, amelyeken további javítással ne lehetne még nagyobb ered-

⁶⁾ Forstliche Arbeitswissenschaft. 58. oldal.

ményeket elérni. Kétségtelen jelentőségük azonban, hogy az adott viszonyok között a teljesítmény fokozását figyelemreméltó mértékben elérték s ezzel megjelölték azt az utat, amelyen esetleg más adott viszonyok között el lehet indulni.

Azok a németországi erdőgondnokságok, amelyek már a fatermelési munkálatok racionalizálása terén leszűrt eddigi eredmények alapján organizálták a végrehajtás menetét, körülbelül a következőképen járnak el.

Elsősorban is igen nagy súlyt fektetnek a vágásra kijelölt törzsek áttekinthető megjelölésére, amennyiben így az ezek felkeresésére fordított idő lényegesen csökkenthető, mert a munkás egy-egy szűkebb értelemben vett munkaterületen a döntésre kijelölt törzseket látva, a legrövidebb úton igyekszik ezeket elérni. Nem kevesebb gondot fordítanak arra, hogy a munkás a vágásterületen a termeléshez szükséges összes kifogástalan, jó karban lévő munkaszerszámokkal jelenjék meg, mert az időtanulmányok adatai azt igazolják, hogy a még ritkábban szükségelt eszközök hiányából is igen jelentős idővesztések származhatnak. A munka megkezdése előtt a munkások tartoznak összes elhozott munkaszerszámaikat és eszközeiket bemutatni. Ennek megtörténte után indul meg a munka, pl. két munkásból álló csoportoknál a következő sorrendben: A törzs ledöntése után következik — anélkül, hogy a fűrész a kézből letennék — a szakál levágása. Ennek befejeztével azonnal megkezdik a legalyazást, mégpedig az egyik munkás a bütütől a korona felé, a másik fordítva. Midőn az első munkás a koronát eléri, igyekszik úgy elhelyezkedni, hogy a másikat munkájában ne zavarja. Midőn a korona legalyazása már a befejezés felé közeledik, a második munkás a galyazást abbahagyja s hozzáfog a bütütől kezdve a törzs kiméréséhez, majd ennek s a teljes legalyazásnak befejeztével (begyakorolt munkásoknál ez egyszerre történik), összetalálkoznak a törzsnek egy olyan részénél, mely lefűrészelésre van kijelölve. Ezután elvégzik a törzs különféle erdei választékokra kijelölt részeinek lefűrészelését. Ennek megtörténtével, magukhoz véve az összes szerszámaikat és eszközeiket, indulnak a következő döntésre kijelölt törzshöz.

Midőn egy-egy munkáscsoport már elegendő törzset ledöntött s a fent leírt fázisig feldolgozott, akkor kezdődik a rakásolandó erdei választékok összehordása, rakásolása, a hasábfára kijelölt törzsrészek felhasogatása és sarangokba való rakása.

A munka menetének helyes organizálása következtében előálló munkateljesítmény növekedésének mértékét, alkalmam volt a biesenthali német állami erdőgondnokságban megfigyelni. Azok a munkáscsoportok például, akiket már régebben alkalmaznak a racionalizálás terén folytatott időtanulmányoknál, szemben a szintén 20—30 évi gyakorlattal bíró, de olyan

munkáscsoportokkal, akik még nincsenek e téren teljesen betanulva, olyan munkateljesítményeket produkálnak, amely utóbbiakat sok esetben 20—30 százalékkal is felülmúlja.

A munka menetének célszerű organizálásával kapcsolatban nagy súlyt kell helyezni az igazságos munkabéregrységáruk megállapítására: Az egyes erdei választékok elkészítéséért fizetett egységnyi munkabéreknak arányban kell lenni az ezekre fordított munkaidőkkel, mert ellenkező esetben a gazdaságosság rovására vannak. Nagyon sok erdőgondnok tapasztalhatta azt, hogy vannak bizonyos erdei választékok, amelyeket a munkások előszeretettel, és mások, amelyeket nem szívesen készítenek. Ez a körülmény legnagyobb részben az erdei választékokért fizetett munkaegységáruk között fennálló aránytalanságokban leli magyarázatát. Ennek azután az a kellemetlen következménye, hogy a munkások, amikor csak az ellenőrzést megkerülhetik, igyekeznek az egyes törzsrészeket, a munkabér szempontjából jobban dotált választékokká felkészíteni, ami igen sok esetben eshetik a fa gazdaságos feldolgozásának kárára. Az egyes választékok egységnyi munkabérei között fennálló helyes arány megállapítása tehát a fa gazdaságos megmunkálásának figyelmen kívül nem hagyható feltétele. Az aránytalanságok kiküszöbölésének egyetlen módja új, igazságos munkabérek bevezetése, melynek meghatározása nem igen könnyű, hiszen sok különböző tényező szerint változik. A kérdéses munkahelyen végzett munkaidőtanulmányok eredményei alapján ez is megoldható. Az időtanulmányok ama eredményei, amelyek feltűntetik a mindenkori adott viszonyoknak megfelelően, az egyes erdei választékok elkészítéséhez, jó karban lévő munkaszerszámokkal, normális teljesítőképességgel bíró munkások által szükségelt munkaidőket, erre a kérdésre is önmagukban felelnek. Ugyanis ismerve pontosan az említett munkaidőket s az illető vidéken a famunkásokkal azonos természetű munkát végzők átlagos óránkénti keresetét, eme két mennyiségből az igazságos munkabérek egyszerűen megállapíthatók. — Természetesen, hogy ezek a munkabérek tényleg igazságosak is legyenek, szükséges, miszerint a meghatározás alapjául szolgáló adatok számtalan vizsgálat eredményeiből legyenek összeállítva.

Az alábbi kimutatásban fel vannak tüntetve például *Strehlke*-nek idevonatkozó vizsgálatai alapján talált eredmények pengőre átszámítva.⁷⁾

Ebben a speciális esetben tehát igen érthető, ha a munkás vonakodik II. oszt. bányafát termelni, viszont szívesebben készít szálfát és I. oszt. bányafát, mint tűzifát s így az ellenőrző közegeknek a legnagyobb éberségre van szükségük, hogy a hibás törzsrészeknek a szerfaválasztékokba való befűrészelését megakadályozzák. Természetesen más viszonyok között nemcsak a munkabéregrységáruk, de még az egyes választékok között

⁷⁾ *Hilf, Ries, Strehlke: Forstliche Arbeitswissenschaft. 49. oldal.*

fennálló munkabéarányok is megváltoznak. Így a mi hazai viszonyaink között is mások a munka- és munkásviszonyok, stb., azonban kétségtelenül tapasztalható itt is, hogy az aránytalanságok igen sok vidéken fennállanak.

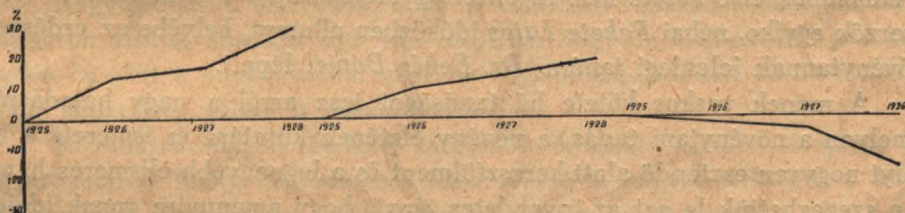
Erdei választék	Ténylegesen fizetett munkabér	Az időtanul- mányok alap- ján megállapi- tott munkabér	Túlfizetés	Kevesebb fizetés
	Pengő	Pengő	%	%
Szálfá	1.50	1.20	25	—
Hasábfá	2.90	2.60	12	—
I. oszt. bányafa . . .	4.00	2.50	60	—
II. oszt. bányafa . . .	5.90	7.30	—	24

A fatermelési munkálatok gazdaságosabbá tétele érdekében tehát ott, ahol az említetthez hasonló, vagy más természetű aránytalanságok állanak fenn, az egyes erdei választékok után fizetett egységnyi munkabérek között, ezeket meg kell szüntetni. Az aránytalanságok megszüntetését az igazságos munkabérek bevezetésével érhetjük el, amelyeknek olyanoknak kell lenni, hogy egyaránt kedvezőek legyenek úgy az erdőbirtokosokra, mint a famunkásokra. Eme paradoxonnak látszó állítás az erdőhasználati munka racionalizálásával kapcsolatban megoldható. Ugyanis az erdőbirtokosoknak az áll érdekükben, hogy az egyes erdei választékok m³-i, illetőleg üm³-i után fizetett munkabérek ne legyenek igazságtalanul magasak, viszont a munkások igényei a napi kereset bizonyos általánosan kialakult nagyságának elérésére törekszenek. A fent említett módon megállapított egységnyi munkabérek az erdőbirtokos szempontjából feltétlenül igazságosak, sőt — mint a gyakorlat igazolja — legtöbb esetben kedvezők, viszont a munkásoknak olyan esetekben is, ahol a m³-kénti munkabér csökken, a racionalizálás következtében előálló nagyobb teljesítmény folytán, anélkül, hogy magukat valamivel is jobban megerőltetnék, napi keresete növekszik. Ennek az igazolására szolgáljanak *Bergknecht*-nek a schlagengrubei erdőgondnokságban elért igen szép eredményei⁸⁾, amelyeket az ábra grafikonnjai tüntetnek fel. Az óránkénti munkateljesítmény, az óránkénti munkakereset és a tömörköbméterenkénti munkabérek görbéiből láthatjuk, hogy *Bergknecht*-nek sikerült négy év alatt a racionalizálás folytán előálló munkateljesítmények 30%-os növelése következtében egyidejűleg a munkások óránkénti keresetét 18%-kal növelni és a fatermelés köbméterenkénti munkabéreit 17%-kal súlyosítani.

⁸⁾ *Iffa*: Bericht für das Jahr 1928. 4. oldal.

Mindezekből összefoglalásképpen megállapíthatjuk, hogy az erdőhasználati munka racionalizálásának legnagyobb jelentősége a teljesítmény fokozása és az üzemi költségek kisebbedése következtében a fatermelési munkálatok gazdaságosabbá tétele s így az erdőgazdaság nyújtotta tiszta jövedelem emelkedése. A német szellemben végrehajtott racionalizálásnak szociális jelentősége, hogy a munkások érdekeire is tekintettel van, amennyiben, míg egyrészt a teljesítmény fokozása mellett súlyt helyez a munkásoknak a túleröltetéstől való kímélésére, másrészt igazságos munkabérek bevezetésével gondoskodik a napi keresetnek a munka nemétől való

Óránkénti teljesítmény A munkások óránkénti keresete A mértékű munkabérek



függetlenítéséről. A teljesítmény fokozása következtében, a munkások ugyanazon időre vonatkoztatott keresete, azonos fáradság mellett emelkedik, viszont a munkások keresetének a munka nemétől való függetlenítése következtében a fa gazdaságosabb kihasználása válik lehetővé, ami közvetve szintén a jövedelem fokozását szolgálja.

Véleményem szerint mindezek kétségtelenül indokolják az erdőhasználati munkálatok racionalizálására vonatkozó vizsgálatoknak a mi hazai viszonyainkra való kiterjesztését, hogy ennek eredményeképpen a fatermelési munkálatok gazdaságosabbá tételével a magyar erdőgazdaság jövedelmének fokozását e téren is egy lépéssel előre vigyük.

Irodalom.

Fehér-Mágócsy-Dietz: Erdészeti növénytan. I. kötet. II. kiadás. Sopron, Máhr Árpád. 1929.

Közel negyven éve annak, hogy a *Fekete—Mágócsy-Dietz*-féle Erdészeti Növénytan megjelent. Négy évtizednek kellett elteltie, amíg ennek a szakunkra nélkülözhetetlen tankönyvnek újabb kiadása kelhetett, bár a munkának első kötete már régen elfogyott és kapható nem volt. A társ-szerzők egyike, néhai *Fekete Lajos* időközben elhunyt, helyébe az erdészeti növénytantannak jelenlegi tanára, *Dr. Fehér Dániel* lépett.

A műnek vaskos kötete hű tanúságot tesz arról a nagy haladásról, amelyen a növénytanj tudás, a növény életének kutatása és ismerete a lefolyt negyven esztendő alatt keresztülment és a legnagyobb elismerés hangján szegezhetjük le azt az öröndetes tényt, hogy amennyire annak idején az akkori tudásnak legjavát nyújtotta az I. kiadás, annyira a mai — nagyon is kiterjedt — ismeretek nivóján áll a II-ik úgy tartalmát, mint külső felszerelését illetőleg.

A könyv tartalma a mai időknek megfelelően annyira megváltozott, hogy szinte teljesen új számba kell azt vennünk, különösen a sejttan és a szövettan teljesen át van dolgozva; a külső alak, a szaporodás szerveinek leírása — amelynek terén az újabb kutatások aránylag kevés változást hoztak — csak bővítést és kisebb változásokat mutat.

A közel hatszáz oldalra terjedő könyv tartalmát még rövid ismertetésbe sem tudom beleszorítani, meg kell elégednem annak felemlítésével, hogy behatóan és kimerítően tárgyalja a sejtet, annak alakját, anyagát, tartalmát, fejlődését és életét, a szövettan pedig ugyanoly alapos-sággal és részletességgel leírja a sejtek tömörüléséből keletkező különböző szöveteket és képleteket, azok szerepét a fák életében, a fatest fejlődését és az annak belsejében lejátszódó alakulásokat és átalakulásokat. Különösen kiemelendőnek tartom ebben a részben a fatest mechanikai szerkezetéről mondottakat, amelyek a fának, mint tartónak felépítését világítják meg, továbbá az évgyűrűnek és a fatest alakjának kifejlődését tárgyaló fejezeteket.

A szövettan képezi a műnek legfontosabb részét, látszik, hogy a szerzők éppen ezt a részt — amely körül az újabb kor fáradhatatlan kutatása, tökéletesített eszközei és eljárásai a legnagyobb változást hozták — a legnagyobb szeretettel, szorgalommal és gond-dal dolgozták fel.

A növények külső alakjának, a különböző szervek és képletek leírásánál dicséretére válik a munkának, hogy az óriási anyagot úgy fogta össze, hogy minden szükséges adatot megtalálunk benne, de nem találunk oly részre, amelyet feleslegesnek éreznénk.

Rendszeres összefoglalásban megtaláljuk a szárnak, a rajta fejlődő rügyeknek és leveleknek leírását, továbbá a szaporodás szerveinek, a virágzatnak és a termésnek tárgyalását.

A mű külső kiállítása minden igényt kielégít, 562 db tiszta, gondosan készült képe, közöttük sok eredeti kép és rajz, szép sorozat mikrophotographia, a szöveg megértését nagyon segíti, a szöveg fogalmazása világos, határozott és magyaros.

Nagy érdeme a könyvnek, hogy az erdészeti vonatkozásokat mindenütt előtérbe állítja, amellet úgy van megírva, hogy az erdőgazdaságon kívül állók is, akik a növénytannal akarnak foglalkozni, minden külön erdőmérnöki képzettség nélkül is használhatják azt.

30 oldalra terjedő részletes tárgymutató, amely minden kifejezés magyarázatának gyors megtalálását teszi lehetővé, nagyon elősegíti a könyv használatát. Anyagának céltudatos és helyes megválasztása, a szöveg gondos beosztása, hogy a fontos, fősúllyal bíró részek a betűtípus megváltoztatásával el vannak jól különítve a részletes magyarázatot, aprólékos útmutatást, forrásismertetést tartalmazó résztől, lehetővé teszi, hogy a mű nemcsak kézikönyvül szolgál a szakember számára, tankönyvül a főiskola hallgatóinak, valamint az egyetemi ifjúságnak is, hanem azonfelül a tudásnak és ismereteknek gyarapítására mindazok részére, akik a növénytán bármely körével foglalkoznak.

A minden tekintetben elsőrangú munka megérdemli az általános használatba vételt; aki forgatja, nagy érdeklődéssel fogja várni és kívánni a még hátralévő II. és III. kötetet.

Roth.

Kaán Károly: Az Alföld Problémája. Gazdaságpolitikai tanulmány. 1929.

Szomorú igazságot állapít meg *Kaán Károly*, amikor azt mondja, hogy „csak az ország megcsonkítása után... eszméltünk igazában az Alföld elmaradottságára”.

A világháború előtti évtizedek kulturális és gazdasági életének páratlanul gyors fejlődése, úgy látszik, elterelte a kormányzat és köztudat figyelmét a nagy magyar róna sajátos bajairól. Az országcsenkítés, a politikai és gazdasági összeomlás katasztrófáinak kellett az országra reánehedniök, hogy köztudattá váljék az a meggyőződés, hogy „boldogulásunk egyik sarkköve a magyar róna”.

Ez az alapmeggyőződés vezette *Kaánt* A Magyar Alföld megírásánál és ez készítette Az Alföld Problémájának megírására is. Valóban ennek a meggyőződésnek ereje hatja át *Kaán* munkájának minden sorát. Ennek szolgálatába állítja fényes írói készségét, az ideális törekvések lendületét és egy felelősségteljes vezető állásban eltöltött hosszú időn át szerzett tapasztalatait.

Ha e munkának azokat a fejezeteit olvassuk, amelyek a történeti múlt eseményeiben, a természeti viszonyok mostohaságában, a kormányzati és közigazgatási munka hiányosságaiban gyökerező bajait ismertetik Alföldünknek, akkor át kell éreznünk, hogy dolgos alföldi népünk nem önhibájával idézte fel a reánehezhető gondokat és nem hagyható magára a boldogulásért vívott nehéz küzdelmeiben.

A török hódoltság és a nemzetellenes császári politika az Alföldet sújtotta leginkább, itten fogyatkozott meg legerősebben a lakosság. Itten váltak pusztasággá az egykor sűrűn lakott virágzó vidékek.

A gazdasági, kulturális és szociális élet kifejlődésének útjában álló szerencsétlen település, a termelésre és népegészségre annyira kedvezőtlen bioklimatikai viszonyok alapokaikban mind hazánk történelmének e komor és annyi fájdalommal teli korszakaira vezethetők vissza.

Ezek az öröklött bajok orvosolhatók, vagy káros kihatásaikban lényegesen mérsékelhetők lettek volna, ha a rendi világot követő évtizedekben megvalósulásra talál *Széchenyi*-nek a rekonstrukció szolgálatába állított és az életviszonyok összességét felölelő nagy koncepciója. Ámde a császári abszolutizmus félt a nemzet megerősödésétől, az alkotmányos szabadság kormányai pedig az évszázadok mulasztását helyre pótolni törekvő lázas munkájukban csak egyes részeit ragadják ki e koncepciónak, a szerves egész tervszerű megvalósítása helyett.

Széchenyi koncepciója lebeg *Kaán* szemei előtt is, amikor a kibontakozás útjait keresi. Az anyagi, a szellemi, a politikai élet tényezőinek e koncepcióban megnyilatkozó nagyszerű szintézise az, amitől sikert vár.

Erős meggyőződéssel utal arra, hogy csak a fejlődés útjában álló akadályokat kell elhárítani, mert derék alföldi népünk mindenhol, ahol e feltételek megvoltak, önerejéből tudta megteremteni boldogulásának alapjait.

Ámde az akadályok megszüntetése és a fejlődés feltételeinek megteremtése egy összefüggő, szerves, nagy feladatkomplexum, amelybe beletartozik a közlekedési hálózat koncepciózus kifejlesztése, egy tervszerű telepítési- és birtokpolitika kezdeményező tevékenysége, az öntözés és fásítás terén megoldásra váró feladatok eredményes munkálása, a népműveltség emelése és a gazdasági szakismeretek terjesztése egyaránt.

A megoldásra váró feladatok szerves összetartozásának hangsúlyozása mint vezető szólam vonul végig *Kaán* egész munkáján. Minden jelentő-

sebb közigazgatási és gazdaságpolitikai intézkedésnek — az ármentesítési-, tagcsítási- és parcellázási tervek jóváhagyásától fel egészen a törvényhozási intézkedésekig — a tervszerű rekonstrukció egységes, közös céljába kell beletorkolni. És ezért a rekonstrukciónak az életviszonyok különböző területein szétszórt tényezőit, csakis a nemzet egyetemes érdekét szolgáló szerves törvényalkotások és csakis a reszortminiszterek egyoldalú érdekszolgálatára fölé emelkedő miniszterelnöki ügykör tudja a boldogulás céljait valóban előre vivő eredővé egyesíteni.

*

Az Alföld Problémája és *Kaán*-nak két évvel ezelőtt megjelent nagy munkája, A Magyar Alföld együttvéve is egy szerves közgazdaságpolitikai irodalmi alkotást adnak. Mert amíg az utóbbi az Alföld bajainak kórtörténetében és diagnózisában mélyül el, addig az Alföld Problémája az orvoslás eszközeinek és módjainak ismertetésében tűnik ki.

Lesenyi Ferenc.

FORSTLICHE VERSUCHE

RECHERCHES FORESTIÈRES.

FOREST RESEARCHES.

Année XXXI. Jahrgang.

Cahier 3—4. Heft. 1929.

Untersuchungen über die Protozoen-Fauna des Waldbodens.

(Aus dem Mikrobiologischen Laboratorium des Botanischen Institutes der
kön. ung. Hochschule für Berg- und Forstingenieure.)

Von: D. Fehér und L. Varga.

Einleitung.

Die mikrobiologischen Untersuchungen der letzten Jahre haben die ausserordentliche Wichtigkeit der biologischen Vorgänge im *Boden* erwiesen. Diese Vorgänge bekommen nun eine erhöhte Bedeutung im *Leben der Waldbestände*, welche ihre Nahrung aus dem Waldboden fast ausschliesslich im Wege der *organischen Zersetzungsprozesse* erhalten. Trotz den recht intensiven und ausgedehnten Untersuchungen auf diesem Gebiete seitens der *landwirtschaftlichen* Forschungstätigkeit, wurde dieses Problem auf dem *forstwirtschaftlichen Gebiete* noch wenig bearbeitet. (I.)

In unserem Institute befassen wir uns seit 1923 mit der Erforschung der Biologie des Waldbodens. Nachdem es uns gelungen ist, einige wichtige Gesetzmässigkeiten der biologischen Lebensvorgänge der *Mikroflora des Waldbodens* aufzuklären, haben wir uns entschlossen, nun auch die *Biologie der Fauna des Waldbodens* in Angriff zu nehmen. Zu diesem Zwecke war der erste Schritt die Untersuchung der *Protozoa-Fauna* und *ihrer Tätigkeit im Waldboden*.

So weit uns die einschlägige Literatur zugänglich ist, konnten wir ohne weiteres feststellen, dass umfassende Untersuchungen bezüglich der Protozoen-Fauna des Waldbodens dermalen noch nicht vorliegen. Die *biologische Rolle der Protozoen im Leben des Waldbodens* ist noch nicht vollkommen entschieden. Einige Forscher sind der Ansicht, dass diese haupt-

sächlich die Tätigkeit der *Nitrit-* und *Nitratbakterien* beeinflussen, und zwar derart, dass durch ihr Wirken die Nitratmengen des Bodens verringert werden.

Sehr interessant sind die neuesten Untersuchungen, welche zu beweisen scheinen, dass durch die *Bodenprotozoen* die Tätigkeit und das Wachstum des *Azotobacter* stark beeinflusst wird. (II.) Es ist übrigens nicht zu vergessen, dass auch dann, wenn die *Protozoen* bei dem organischen Zersetzungsprozesse keine aktive Rolle spielen würden, so könnten sie den Nährstoffgehalt des Bodens dadurch doch bereichern, dass sie bei ihren Lebensvorgängen *massenhaft absterben* und auf diese Art und Weise den Boden mit *organischen Substanzen* bereichern.

Wenn wir von unseren, im Laufe dieser Arbeit mitzuteilenden zahlenmässigen Angaben absehen, so finden wir, dass die *Anzahl der Bodenprotozoen*, namentlich in dem *Acker- und Gartenboden* ziemlich zahlreich ist. So hat zum Beispiel *Crump* in einigen Böden pro Gramm Erde in der Höchstzahl 42.300 *Flagellaten* und 23.200 *Amoeben* gefunden und *Cutler* und *Crump* fanden weiter pro Gramm im Winter 150.000, im Sommer 600.000 *Flagellaten* und 5000, resp. 15.000 *Amoeben* in gut bearbeiteten Böden. (III.)

Die meisten Forscher bringen die *biologische Rolle der Bodenprotozoen* in Zusammenhang mit den *Bodenbakterien*. Bezüglich dieses Problems stehen heute die Anschauungen in ziemlich schroffen Gegensatz. Nach der Auffassung der *amerikanischen Forscher* sind die *Protozoen* gewöhnlich *ohne Wirkung auf die Bodenbakterien*, da sie sich grösstenteils in *encystiertem Zustande* befinden. Die *englischen Biologen* sind dagegen der Ansicht, dass die Bodenprotozoen auf die Bodenbakterien eine *nicht unbedeutende Wirkung* ausüben. Diese Auffassung findet man auch in den letzten Arbeiten einiger *russischen Forscher*. Nach der Ansicht der letzt-erwähnten Forschungsrichtung befinden sich in dem Boden recht zahlreiche Protozoen, welche sich mit Bakterien ernähren und infolgedessen die Zahl derselben auch erheblich *verringern*. Infolge dieses Umstandes leidet natürlich auch die *Fruchtbarkeit* des Bodens, die ja mit der Tätigkeit der Bodenbakterien in engem Zusammenhange ist.

Der Zweck unserer Untersuchungen war nun zunächst, die *Anzahl der Protozoen* und jene *organischen und unorganischen Umweltfaktoren*, welche diese beeinflussen, zu untersuchen. Der Waldboden selbst kann ja als ein *besonderer Lebensraum (Biotop)* aufgefasst werden, in welchem die Gesamtheit der dort lebenden *Lebewesen (Biocönose)* sich gegenseitig beeinflussen.

Wir haben im Laufe unserer Untersuchungen getrachtet die Biologie der Bodenprotozoen *im Zusammenhange* mit den sie beeinflussenden phy-

sikalischen und *chemischen Umweltfaktoren quantitativ* durch eine *längere Beobachtungsperiode* zu untersuchen. Wir haben hauptsächlich die *quantitative Analyse* der Bodenprotozoen vor Augen gehalten und spielte daher das *individuelle* und *spezielle* Vorkommen der einzelnen Arten nur sekundäre Bedeutung. Wir sind nämlich der Ansicht, dass die Protozoen in dem Boden hauptsächlich *durch ihre Masse* wirken und infolgedessen wird nun hauptsächlich die *quantitative Analyse* ihren Zusammenhang mit dem Waldleben aufklären.

Wir sind der Ueberzeugung, dass die *physiologischen Verhältnisse einer Biocönose* nur dann richtig erkannt werden können, wenn möglichst *viele* von den diese äusserst komplizierte Lebensform beeinflussenden organischen und unorganischen Umweltfaktoren möglichst durch *längere Beobachtungsperioden* untersucht werden. Nur dann, wenn der zeitliche Verlauf dieser Lebenserscheinungen durch im Laufe des Wechsels der Jahreszeiten verfolgt wird, können wir uns die richtige Vorstellung von diesem Lebensverhältnis erreichen. Es sind viele von diesen Faktoren, so zum Beispiel die *Temperatur*, die *Lichtintensität* usw., welche durch kürzere Zeitperioden beobachtet fast wirkungslos zu sein scheinen, weil sie sich zwischen ganz minimalen Werten bewegen und erst im Laufe des Wechsels der Jahreszeiten weisen sie jene tiefgreifenden Aenderungen auf, die dann die Lebenserscheinungen des Waldbodens deutlich beeinflussen.

Untersuchungsmethodik.

Die Untersuchung der Bodenprotozoen ist bekanntlich dermalen noch mit ziemlich bedeutenden Schwierigkeiten verbunden. Sie leben ja eng verbunden mit den Bodenteilchen. Es ist daher äusserst schwierig, sie auf den Beobachtungstisch des Mikroskops zu bringen. Bei der direkten Beobachtung nämlich, bietet meistens die grösste Schwierigkeit dieser Umstand, dass die geringsten *physikalischen* und *chemischen Aenderungen*, die ja bei der direkten Beobachtung sich nicht vermeiden lassen, sehr rasch ihr *Absterben* herbeiführen. Und falls sie nicht absterben, so vorziehen sie sehr rasch den bekannten *Encystierungsprozess*, wodurch sie und ihre Lebensvorgänge der direkten Beobachtung wieder ziemlich rasch entzogen werden.

Wir haben nach kritischer und praktischer Prüfung der Frage die *Verdünnungsmethode* als unserem Zwecke am besten entsprechendes Verfahren gewählt. Dieses Verfahren, welches namentlich von *Cutler* sehr gut ausgearbeitet wurde, ist in der Literatur allgemein bekannt, so dass wir hier nur einen *kurzen Abriss des Verfahrens* geben und ansonsten auf die einschlägige Literatur verweisen. (IV.)

Wir haben im Walde nach Entfernung der Bodendecke die Erdproben aus verschiedenen Teilen gesammelt, vorsichtig durchgemischt, in sterilen Gläsern in das Laboratorium gebracht. Von dieser Erde haben wir ein bestimmtes Quantum in sterilem, destilliertem Wasser sukzessive der Verdünnung unterworfen, nachdem die Probe mit einer 3 mm Siebe wieder vorsichtig durchgeseiht wurde. Dass hier vorsichtig und *steril* gearbeitet wurde, braucht hier vielleicht nicht besonders erwähnt werden.

Von der so behandelten Probe haben wir 10 Gramm unmittelbar der Verdünnung unterworfen und ein anderes Quantum von der *gleichen* Gewichtsmenge hatten wir durch eine Nacht mit 2%-iger Salzsäure behandelt. Die *erste* Probe gibt bekanntlich die *Gesamtzahl der Bodenprotozoen*, die *zweite* die Zahl der *Cysten*. Der *Unterschied* der beiden Resultate gibt nun die Anzahl der *aktiven* Protozoen.

Die Verdünnungen werden wie folgt dargestellt:

Nr.	Verdünnung
1. 10 Gramm Erde	in 100 cm ³ H ₂ O = 1 : 10
2. 10 cm ³ von der Verdünnung Nr. 1	in 90 cm ³ H ₂ O = 1 : 100
3. 10 cm ³ von der Verdünnung Nr. 2	in 90 cm ³ H ₂ O = 1 : 1000
4. 20 cm ³ von der Verdünnung Nr. 3	in 30 cm ³ H ₂ O = 1 : 2500
5. 20 cm ³ von der Verdünnung Nr. 4	in 20 cm ³ H ₂ O = 1 : 5000
6. 30 cm ³ von der Verdünnung Nr. 5	in 15 cm ³ H ₂ O = 1 : 7500
7. 30 cm ³ von der Verdünnung Nr. 6	in 10 cm ³ H ₂ O = 1 : 10000
8. 20 cm ³ von der Verdünnung Nr. 7	in 30 cm ³ H ₂ O = 1 : 25000
9. 20 cm ³ von der Verdünnung Nr. 8	in 20 cm ³ H ₂ O = 1 : 50000
10. 30 cm ³ von der Verdünnung Nr. 9	in 15 cm ³ H ₂ O = 1 : 75000
11. 30 cm ³ von der Verdünnung Nr. 10	in 10 cm ³ H ₂ O = 1 : 100000

Die *Reinzucht* erfolgte in Petri-Schalen auf Nähragar, die 21 Tage lang in Thermostaten, durch elektrische Heizung und Regulation auf 22° C gehalten wurden. Die Ablesungen erfolgten auf jeden 7., 14. und 21. Tage, und zwar direkt unter Mikroskop bei 1000-facher Vergrößerung. Da wir überall mit parallelen Reihen gearbeitet haben, so hat nun die Untersuchung einer Versuchsparzelle 44 Petri-Schalen erfordert und da wir gleichzeitig vier Versuchsfelder untersucht haben, so mussten wir die mühsame und zeitraubende Arbeit der Durchmusterung von 176 Petri-Schalen leisten. Wir haben jede Waldparzelle monatlich einmal untersucht und infolgedessen mussten wir im Laufe des Jahres, abgesehen von den anderen Beobachtungen, 2112 Petri-Schalen untersuchen.

Natürlich sind wir dessen vollkommen bewusst, dass das Verfahren von *Cutler* keinen Anspruch auf Vollkommenheit erheben kann. Das Verfahren hat ja viele Mängel, so ist zum Beispiel der angewandte Nährboden sicherlich nicht für *alle Arten* gleichmässig günstig und ausserdem ist es ja auch nicht sicher, dass *alle Cysten* gegen die 2%-ige HCl unbedingt resistent sind. Aber trotz diesen mehrfachen Bedenken, haben wir, im Mangel eines besseren, diese Methode gewählt, die ja dem Zwecke unserer *Massenuntersuchungen* doch am besten entsprochen hat. Wir wollten auch die

bereits begonnenen Untersuchungen nicht durch einen Uebergang auf eine andere Methode komplizieren und dadurch möglichst zwischen den gleichen Fehlergrenzen verweilen zu können.

Bei den weiteren Untersuchungen, die wir noch in Gang zu setzen beabsichtigen, werden wir wahrscheinlich diese Methode gewissermassen abändern, oder mindestens ergänzen. Unsere bisherigen Resultate sind aber alle ausnahmslos mit *dieser Methode* vermittelt worden.

Die in den Tabellen mitgeteilten Protozoen-Zahlen beziehen sich daher alle ohne Unterschied auf ein Gramm feuchter Erde.

Bei unseren Untersuchungen haben wir noch die folgenden *organischen* und *unorganischen Faktoren* der untersuchten vier Waldtypen *quantitativ* gemessen:

1. Die *Gesamtzahl der Bodenbakterien*, wobei die Resultate der Gelatine- und Agarplatten, bei der letzteren die *aerobe* und *anaerobe* getrennt, zusammengestellt wurden. (V.)
2. Die *Bodenpilze* wurden nach einer Methode von *Waksman* bestimmt. (VI.)
3. Die *ph-Werte* wurden *elektrometrisch* mit der Methode und Apparat von *Mislowitzer* ermittelt. (VII.)
4. Die *Lufttemperatur*,
5. der *Barometerdruck* und
6. die *Luftfeuchtigkeit* wurden mit geeichten Registrierapparaten gemessen.
7. Die *Lichtintensität* wurde mit einem Photometer nach *Eder—Hecht* gemessen und die Prozente der Lichtintensität im Walde nach *Bunsen—Roscoe*-Einheiten berechnet. Die Lichtintensität im Freien und im Walde wurde einfach mit den Skalenteilen des Photometers registriert, wobei die Beobachtungszeit grundsätzlich immer eine Minute war. Aus diesen Daten kann die Lichtintensität nach den Grafikonen jederzeit ebenfalls in *Bunsen—Roscoe*-Einheiten berechnet und ausgesprochen werden. (VIII.)
8. Der *Humusgehalt* wurde mit *Kaliumbichromat* bestimmt. (IX.)
9. Die *Wasserkapazität* und
10. die *Porosität* der Boden wurden nach dem von *Wiesmann* empfohlenen Methoden bestimmt und berechnet. (X.)

Kurze Beschreibung der Versuchswälder.

1. Fichtenwald im botanischen Garten der Hochschule.

Alter 50 Jahre, auf Lehmboden, mit reichlichen Bodenpflanzen.

Bodenpflanzen: *Ligustrum vulgare* L., *Sambucus nigra* L., *Berberis vulgaris* L. zerstreut; dann *Hedera helix* L., *Rubus idaeus* L., *Galeopsis pubescens* Bess., *Viola*

silvestris Lam., *Lysimachia nummularia* L., *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) R. et Sch., *Ajuga reptans* L., *Fragaria vesca* L., *Epilobium montanum* L., *Convallaria majalis* L., *Mnium undulatum* (L.) Neck., *Fissidens taxifolius*.

Die Resultate der Untersuchungen zeigen *Grafikon* Nr. 1 und *Tabelle* Nr. 1.

2. Fichtenwald in Ágfalva, Forstverwaltung der Hochschule.

Betriebsklasse J. Glied I. Waldparzelle 12. Standortsklasse II. Höhe 400 m ü. d. M. Frischer, sandiger Lehmboden, liegt auf Schotter. Alter 24 Jahre. Bestandesschluss 1'0. Besteht aus 0'5 Fichte (*Picea excelsa* (Lam. et Dc.) Lk.), 0'1 Schwarzkiefer (*Pinus nigra* Arn.), 0'1 Lärche (*Larix decidua* Mill.), 0'2 Weissbuche (*Carpinus betulus* L.) und Pappel (*Populus tremula* L.).

Bodenpflanzen: *Corylus avellana* L., *Cyclamen europaeum* L., *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) R. et Sch., *Viola silvestris* Lam., *Convallaria majalis* L. und Moose.

Die Resultate der Untersuchungen zeigen *Grafikon* Nr. 2 und *Tabelle* Nr. II.

3. Unterbauter Niederwald in Ágfalva, Forstverwaltung der Hochschule.

Betriebsklasse H. Glied II. Waldparzelle 22. Standortsklasse II. Fläche 1 Kat-Joch. Alter 7 Jahre. Höhe 360 m ü. d. M. Frischer, sandiger Lehmboden, Untergrund an dem nördlichen Teil Schotter und an dem südlichen Teil Schiefer und Gneis. Besteht aus 0'5 Fichte (*Picea excelsa* (Lam. et Dc.) Lk.), 0'3 Tanne (*Abies alba* Mill.) und Lärche (*Larix decidua* Mill.). Den Niederwald bilden 0'2 Sprossen von *Carpinus betulus*, zerstreut einige *Castanea sativa* Mill. und *Fagus sylvatica* L.

Bodenpflanzen: *Corylus avellana* L., *Genista germanica* L., *Genista pilosa* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Luzula nemorosa* (Pohl) E. Mey., *Festuca ovina* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Convallaria majalis* L., *Galium silvaticum* L., *Fragaria vesca* L., *Campanula persicifolia* L., *Campanula glomerata* L., *Melampyrum pratense* L., *Melampyrum nemorosum* L., *Pestigora canina*.

Die Resultate der Untersuchungen zeigen *Grafikon* Nr. 3 und *Tabelle* Nr. III.

4. Fichtenwald bei Sopron am Váris.

Alter 49 Jahre. Lehmboden auf Gneis. Höhe 250–260 m ü. d. M. Besteht aus 0'7 Fichte (*Picea excelsa* (Lam. et Dc.) Lk.), 0'3 Lärche (*Larix decidua* Mill.). In der Nähe unseres Arbeitsplatzes haben wir folgende Moose gefunden: *Scleropodium purum* (L.) Limbr., *Mnium undulatum* (L.) Neck., *Mnium punctatum* (L.) Reich.

Die Resultate der Untersuchungen zeigen *Grafikon* Nr. 4 und *Tabelle* Nr. IV.

Bei dieser Versuchsparzelle haben wir wegen Zeitmangel nur die Bodenprotozoen und die wichtigsten Klimafaktoren gemessen.

Die Besprechung der Resultate.

A) Biologischer Teil.

Wie die *Grafikone* und die mitgeteilten *Tabellen* übereinstimmend zeigen, so wird die *maximale Protozoenzahl* in dem Waldboden im *Spätherbst*, beziehungsweise im *Anfang des Winters* erreicht. Diese Zahl erfährt sodann eine allmähliche Verringerung und steigt im Sommer wieder an, um

ihr *zweites Maximum* im Laufe des *Hochsommers* zu erreichen. Dieses letztere ist jedoch bedeutend geringer, als das erste Maximum. Es ist sehr interessant, dass das *Maximum* der Protozoenzahl mit dem *Minimum der Bakterienzahl* zusammenfällt. Dann verläuft die Protozoenkurve mit der *Bakterienkurve* annähernd parallel, um ihr Maximum im Sommer fast gleichzeitig zu erreichen.

Sämtliche Grafikone und Tabellen zeigen eine *auffallende Kongruenz* zwischen *Bakterienzahl* einerseits und der *Boden- und Lufttemperatur* andererseits, was aber bei den *Bodenprotozoen* überhaupt nicht vorzufinden ist. Den gleichen Zusammenhang bemerkt man auch, wenn man die Werte der *Lichtintensität* näher betrachtet. Diese *drei Faktoren* repräsentieren nun die Wirkung der *Sonnenenergie* und es kann nun zweifellos behauptet werden, dass *diese Energie im Leben der Bodenbakterien bei der Entfaltung ihres Wachstums und ihrer Lebenstätigkeit eine ausschlaggebende Rolle spielt*.

Mit der *Aenderung* dieser *Klimafaktoren* ändert sich auch *fast parallel die Anzahl der Bakterien*. Ihre *Maxima* und *Minima* fallen *fast vollkommen* zusammen.

Im Gegensatz zu diesen Erscheinungen erreichen nun die *Protozoen* ihr Maximum gerade in der Zeit, wo die *Temperatur und Lichtintensität sich im Minimum befinden*. Auf Grund unserer bisherigen Untersuchungen, können wir dieses Verhalten der Bodenprotozoen *nicht genügend erklären*. Wir möchten nur unsere Vermutung aussprechen, dass diese Erscheinung wahrscheinlich durch einen derzeit noch *unbekannten Zusammenhang der organischen und unorganischen Umweltfaktoren verursacht wird*, welcher, infolge der Umstände, eben im Herbst zu Tage tritt.

Das ist zweifellos, dass die *grössere Niederschlagsmenge* im Herbst hier *eine ausschlaggebende Rolle spielt*. Die *Protozoen* bedürfen ja für ihre Lebenstätigkeit der erhöhten *Feuchtigkeit* des Bodens. Zu diesem Behufe ist ja die Witterung im Herbst besonders günstig und geeignet, da infolge der kürzeren Tage und der geringeren *Sonnenwirkung*, die *Verdunstung* bei minderen Werten bleibt. Es kann daher die günstige Wirkung der *gefallenen Niederschlagsmengen* länger bestehen. Erst die in den Wintermonaten auftretenden *niederen Temperaturen* üben dann eine *hemmende Wirkung* aus, so dass die Protozoenzahl allmählich geringer wird.

Das *zweite Maximum* wird wahrscheinlich, wie bei den Bakterien, durch die *erhöhten Temperaturen* verursacht. Dieses Maximum kann jedoch nicht ihre vollständige Entfaltung erreichen, da der Mangel an notwendiger Feuchtigkeit im Sommer ihrer Vermehrung bald einen *Einhalt tut*.

Auf Grund unserer Beobachtungen glauben wir annehmen zu dürfen, dass die *grössere Niederschlagsmenge*, welche im Herbst in den Boden

gelangt, auf die *Entwicklung der Protozoen äusserst günstig wirkt*, und nicht nur die Bedingungen der Vermehrung begünstigt, sondern auch das Ausschlüpfen aus den Cysten verursacht. Es ist ja auf Grund der anabiotischen Forschungen bekannt, dass sogar die höheren, vielzelligen Organismen (*Rotatoria, Annelida, Tardigrada*) nach 5—6 Stunden wieder zum neuen Leben erwachen. Es ist sicher, dass die *encystierten Amöben* grösstenteils ebenfalls nicht längerer Zeit bedürfen, obwohl in vereinzelt Fällen, sogar bei den günstigen Lebensbedingungen in den Petri-Schalen noch *nach 6—7 Tagen Cysten* gefunden werden.

Es ist charakteristisch, dass im Niederwalde bei Ägfalva, *drei Maxima* vorkommen. Das erste im Jänner, das zweite im März und das dritte im Juli. Das Herbstmaximum ist hier nicht so ausgeprägt, wie in den anderen Beständen. Dieses abweichende Verhalten kann dadurch erklärt werden, dass dieser ganz *junge Bestand*, welcher nach einem starken Kahlschlag aufgeforstet wurde, den Boden noch nicht genügend beschirmen kann. Es wird daher der *Windwirkung*, namentlich im Herbst, in erhöhtem Masse ausgesetzt. Infolge der letzteren, wird nun die *Feuchtigkeit des Bodens* recht stark beeinflusst und grossen Aenderungen unterworfen. Die *Protozoenzahl* hängt daher sehr stark auch mit dem *Waldtyp* zusammen. Das *Spätherbst-Maximum* kann daher ausgeprägt nur bei den älteren Beständen nachgewiesen werden.

Ausser diesen Umständen sollte man auch nicht vergessen, dass im Spätherbst die *Verdunstung* durch die Baumkronen ebenfalls ihre minimale Werte erreicht. Dieser Umstand trägt daher auch zur *Erhaltung des günstigen Feuchtigkeitsgehaltes des Waldbodens* bei. Der herbstliche Laubfall ist wahrscheinlich ebenfalls nicht ohne Wirkung, da dadurch dem Boden reichlich *Nährstoffe* zugeführt werden. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass diese Umstände in den ersten Reihen das Maximum der Protozoenzahl und das *Optimum ihrer Lebenstätigkeit* herbeiführen.

Es ist auffallend, dass die *Luft- und Bodentemperatur* von verhältnismässig geringer Wirkung sind. Aus den Diagrammen können wir ohne weiteres entnehmen, dass die *Höchstzahl der Protozoen* gerade bei der *niedrigsten Bodentemperatur* erreicht wird. Dagegen in den warmen Frühjahrs-, Sommer- und Frühherbstmonaten sich ihre Anzahl nur unwesentlich erhöht hat.

Auf Grund dieser Untersuchungen konnten wir einen bestimmten Zusammenhang zwischen dem *Bakteriengehalt* des Bodens und der *Protozoen-Fauna nicht vermitteln*. Bei der Beurteilung dieser Frage möchten wir unsere Ansichten nur auf Grund der tatsächlichen Resultate unserer Untersuchungen aussprechen. Die Daten zeigen jedoch, dass wenigstens auf Grund unserer Resultate *zwischen dem Protozoengehalt einerseits und dem*

Bakteriengehalt anderseits kein unmittelbarer Zusammenhang nachgewiesen werden kann.

Das Bakterienleben im Waldboden steht ja in direktem Zusammenhang mit den Temperatur- und Lichtintensitätsfaktoren. Diese Gesetzmässigkeit zeigt sich vollkommen klar bei allen untersuchten Waldtypen. Diese Regel gilt ja auch für die Entwicklung der Pilzflora. Dagegen können wir auf Grund der dargestellten Untersuchungsergebnisse wohl aussprechen, dass die Entwicklung der Protozoen-Fauna ziemlich unabhängig von der Lebenstätigkeit der Bakteriumflora erfolgt.

Nach unserer Ansicht können wir weder der Auffassung der amerikanischen, noch der Auffassung der englischen Forscher vollständig recht geben.

Wir sind vielmehr der Ansicht, dass bei der Untersuchung der verschiedenen Biotopen, womöglich sämtliche Umweltfaktoren untersucht und in Betracht gezogen werden müssen, weil, wenn diese Probleme nur mit einigen Faktoren untersucht werden, so kann man sicherlich kein befriedigendes Resultat bekommen. Man muss auch die Beobachtungen durch längere Zeitperioden fortsetzen, um ebenfalls brauchbare Resultate bekommen zu können. Es sind viele Umweltfaktoren, die sich während kurzen Beobachtungsperioden nur zwischen engen Grenzen bewegen, so dass ihre Wirkung sich nicht bemerkbar machen kann. Solche Faktoren sind zum Beispiel: die Boden- und Lufttemperatur, Feuchtigkeitsgehalt, atmosphärische Niederschläge usw.

*Wir konnten in zahlreichen Fällen beobachten, dass die wichtigen Bodenamoeben sich nicht nur mit Bodenbakterien ernähren, sondern für ihre Nahrung auch andere organische Substanzen des Bodens benützen. Wir konnten in einigen Fällen sogar den Kannibalismus der Amoeben beobachten. So hat zum Beispiel vor unseren Augen in einigen Fällen die *Amoeba terricola* Ehrbg. eine kleinere *Amoeba limax* Duj. einverleibt, obwohl sie in dem Nährboden von zahlreichen Bakterien umgeben war. Das gleiche haben wir auch zwischen *Amoeba sphaeronucleolus* Greeff. und *Amoeba radiosa* Ehrbg. beobachtet, wobei die letztere vernichtet wurde.*

Die ph-Werte der Böden unserer Waldtypen waren nur mässig sauer. Infolgedessen haben die ph-Werte genau so, wie diese Erscheinung bezüglich auf die Bodenbakterien bereits durch Fehér (I.) registriert wurde, keine besondere Wirkung auf die Lebensbedingungen der Protozoen-Fauna ausgeübt. Sie sind wahrscheinlich dem mässig sauren Waldboden gut angepasst.

Der Humusgehalt des Waldbodens erreicht seine minimalen Werte infolge der erhöhten Bakteriumtätigkeit in den Sommermonaten und zeigt

im Laufe des Herbstes eine ständige Zunahme. Es konnte ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen *Humusgehalt und Protozoen-Fauna ebenfalls nicht ermittelt werden.*

B) *Forstwirtschaftlicher Teil.*

Wie die letzten Untersuchungen von *Fehér* (I.) gezeigt haben, so bekommt die *Bakteriumtätigkeit* des Waldbodens bei vielen Lebensvorgängen der Waldbestände eine erhöhte Bedeutung. Namentlich bei der *Kohlenstoffernährung* des Waldes und bei dem *Nitrogenstoffwechsel* des Waldbodens spielen sie eine ganz besonders wichtige Rolle.

Eine derart wichtige Bedeutung konnten diese Untersuchungen bezüglich der *Bodenprotozoen nicht nachweisen*. Es ist wahrscheinlich, dass sie zu der CO_2 -Atmung des Waldbodens ihrerseits ebenfalls beitragen und auch beim Verwesens ihrer Körper den N-Gehalt des Waldbodens bereichern. Wir konnten jedoch im Laufe dieser Untersuchungen feststellen, dass im Verhältnis zu der ganz hervorragenden Tätigkeit der Bodenbakterien auf diesem Gebiete die Wirkung der Bodenprotozoen von ganz untergeordneter Bedeutung ist.

Gerade in der Zeit, wo die Bodenprotozoen ihr Optimum erreichen, hat die *Bodenatmung ihre minimalen Werte* und in den Sommermonaten, wo die Bodenatmung ihre höchsten Werte erreicht, befinden sich die Protozoen zwischen minimalen Werten. Sogar — wie unsere Beobachtungen zeigen — gerade in den Sommermonaten die Protozoen grösstenteils in *encystiertem* Zustande verweilen. Ihre wirtschaftliche Rolle ist nach unserer Ansicht in den *landwirtschaftlich bearbeiteten Böden*, wo sie auch in grösserer Anzahl vorzufinden sind, viel bedeutender.

Andererseits aber konnten wir auch *keine schädliche Wirkung der Protozoen auf den Bakteriumgehalt nachweisen*. Es ist wahr, dass sie sich hauptsächlich mit Bakterien ernähren, aber in Anbetracht ihrer geringen Anzahl, dürften sie wohl keinen wahrnehmbaren Schaden anrichten. Und dieser Schaden wird wahrscheinlich auch, wenigstens teilweise, durch ihre, in den vorstehenden bereits geschilderte physiologische Tätigkeit in der CO_2 - und N-Ernährung des Waldbodens paralysiert.

Wie unsere Untersuchungen auch gezeigt haben und bereits erwähnt wurde, so wirkt der *Kahlschlagbetrieb* recht *ungünstig* auf die Entwicklung der Protozoen-Fauna. Bei den freigelegten, grossen und offenen Kahlschlagflächen wird der Boden nur ungenügend beschirmt. Infolgedessen die schädliche Wirkung der Winde, des scharfen *Temperaturwechsels* und des direkten *Sonnenlichtes* kommen hier in erhöhten Massen zur Geltung. Dadurch können die Protozoen im Verhältnis zu der Protozoen-Fauna der *geschlossenen Bestände* sich nur schlecht entwickeln. In dieser

Beziehung zeigen sie mit der Entwicklung der *Bakterium-Flora* ein gleiches Verhalten.

Es ist auffallend, dass bei dem *Niederwald bei Agfalva*, der ja für den Kahlschlagbetrieb ein typisches Beispiel darstellt, oft Monate hindurch keine aktiven Protozoen nachgewiesen werden konnten. Ihre Anzahl war in den Monaten September und Juli die gleiche. Im Juli kam die Temperaturwirkung zur Geltung, im September der günstige Einfluss der erhöhten und gleichmässigen Bodenfeuchtigkeit, so dass die Protozoen aus den Cysten herausschlüpfen konnten. Auch dieser Umstand beweist die wohltuende Wirkung der gleichmässigen *Bodenfeuchtigkeit* im Leben der Bodenprotozoen.

C) Systematischer Teil.

Die Artenverteilung, nach dem Zeitpunkt des Vorkommens geordnet, zeigt Tabelle Nr. VI. Hier sind auch jene Fälle aufgezählt, welche sich nur auf ein einmaliges Vorkommen der betreffenden Art beziehen. Es sind gewisse Arten, welche das ganze Jahr hindurch in den Kulturen aufzufinden sind. Dagegen sind viele Spezien, welche nur in bestimmten Jahreszeiten vorkommen. Bemerkenswert ist, dass ausser diesen Jahreszeiten nicht einmal die Cysten dieser Arten zum Entschlüpfen zu bringen waren. Hier handelt es sich wahrscheinlich um Dauercysten, welche nur in gewissen Jahreszeiten zum Leben erwachen.

Wie die Tabelle VI. zeigt, spielen die wichtigste Rolle im Waldboden die *Amoeben*. Wir konnten 10 Arten bestimmen. Das geringste Vorkommen zeigen dagegen die *Mastigophoren*. Auffallend ist das Auftreten der *Amoeba lucens Frenzel*, die gewöhnlich im Boden nicht vorzukommen pflegen. Das Auftreten der *Amoeba horticola Nägler* im Fichtenwald der Hochschule wird durch die Nähe der gärtnerisch bebauten Parzellen des botanischen Gartens genügend erklärt.

Zusammenfassung der Resultate.

1. Im Waldboden leben Protozoen in ziemlich grosser Anzahl, welche letztere jedoch im Verhältnis zu der Protozoen-Fauna der landwirtschaftlich bebauten Böden geringer ist.

2. Den grössten Teil der Protozoen-Fauna des Waldbodens bilden die *Rhizopoden* und zwischen diesen die *Amoeben*.

3. Die Protozoen des Waldbodens können mit der Verdünnungsmethode von *Cutler* gut gezüchtet und nachgewiesen werden. Diese Methode liefert bei der quantitativen Untersuchung der Protozoen-Fauna befriedigende Resultate.

4. Die Protozoen des Waldbodens erreichen jährlich zwei Wachstums-Optima. Das eine im Spätherbst (Nov.—Dez.), das andere am Anfang der Sommermonate. Dieses letztere ist jedoch von geringerem Umfang, wie das vorherige.

5. In der Entwicklung der Protozoen-Fauna des Waldbodens spielt die Bodenfeuchtigkeit die wichtigste Rolle. Die anderen Umweltfaktoren (Bodentemperatur, Lufttemperatur, Humusgehalt, pH, Luftfeuchtigkeit) spielen eine untergeordnetere Rolle. Nur die ganz niedrigen Temperaturen im Winter wirken ausgeprägt hemmend.

6. Auffallend ist das Fehlen der aktiven Formen in einigen Sommermonaten.

7. Im Waldboden befindet sich die grösste Anzahl der Protozoen in encystiertem Zustande.

8. Im Waldboden spielen die Bodenbakterien für die Ernährung des Waldes eine viel grössere und wichtigere Rolle, als die Protozoen.

9. Zwischen den Bodenbakterien und Bodenprotozoen konnte kein unmittelbarer Zusammenhang nachgewiesen werden.

10. Die Protozoen ernähren sich grösstenteils mit Bakterien, es konnte jedoch vereinzelt auch Kannibalismus nachgewiesen werden.

11. Den grössten Teil der Bodenprotozoen kann man durch das ganze Jahr auffinden und beobachten. Es gibt aber auch solche Arten, die nur sporadisch, oder nur in gewissen Jahreszeiten vorkommen.

12. Bezüglich der Protozoen-Fauna konnten wir vorläufig keinen ausgeprägten Unterschied zwischen Nadelwälder und Laubwälder finden.

13. Der Boden der Kahlschläge zeigt jedoch ganz deutlichen Unterschied bezüglich der Lebenstätigkeit der Bodenprotozoen. Infolge des mangelnden Schutzes durch den Bestandesschluss, wirkt der Kahlschlag ungünstig.

14. Die Protozoen-Fauna des Waldbodens ist auch in der Anzahl der Arten ärmer, wie die der landwirtschaftlich bebauten Böden.

15. Die Anzahl der Bakterien erreicht ihren Höhepunkt in dem Waldboden in den Sommermonaten und ihr Minimum fällt mit den Maxima der Boden- und Lufttemperatur, so wie die Lichtintensität, zusammen.

Rationalisierung im Hauungsbetrieb.

Von Béla v. Török.

Als man in Deutschland das amerikanische *Taylor-System* einführte, sorgte man auch dafür, dass dieses von den dort gefundenen Fehlern befreit werde. Da *Taylor* die grösseren Ergebnisse nicht nur durch die rationellere Arbeit, sondern auch durch grössere Inanspruchnahme der Arbeiter erreichte, strebte man in Deutschland danach, gelegentlich der Studien über die Arbeitsrationalisierung auch die Inanspruchnahme der Arbeiter festzustellen, um so auch die mit der Arbeit verbrauchte Kraft zu bestimmen. Das angestrebte Ziel war Steigerung der Leistung bei gleichen Kräfteverbrauch. Aus der Gesamtheit der Untersuchungen und Beobachtungen ergab sich die Arbeitswissenschaft, welche sich eben darum grosse Volkstümlichkeit errang, weil sie mit der Steigerung der Oekonomik auch soziale Ziele verbindet, infolgedessen fand sie Eingang fast in allen Zweigen des industriellen und wirtschaftlichen Lebens.

In die forstliche Literatur wurde die Arbeitswissenschaft von *Paul Wegge*, *Wappes*, *Spitzenberg*, *Herber*, *v. Monroy* u. a. eingeführt und fand so vielseitiges Interesse, dass nach der wertvollen und unermüdlichen Vorarbeit von Prof. *Dr. H. Hilf* im Jahre 1916 die Gesellschaft für forstliche Arbeitswissenschaft entstand, welche beim Lehrstuhl für Forstbenutzung der Hochschule zu Eberswalde das Institut für forstliche Arbeitswissenschaft errichtete.

Während meiner Studienreise fand ich Gelegenheit, dieses Institut kennen zu lernen und darinnen zu arbeiten, an Hand der hier gemachten Erfahrungen berichte ich kurz über den heutigen Stand dieser Forschungen in Deutschland.

Die wissenschaftlichen Untersuchungen erstrecken sich auf alle Zweige der Forstwirtschaft, welche in unmittelbarer Verbindung mit den Arbeiten der Praxis stehen, also hauptsächlich: Hauungsbetrieb, Bringung und Kulturbetrieb. Meine Untersuchungen flossen meiner Studienvorschrift entsprechend in erster Reihe auf dem Gebiete des Hauungsbetriebes.

Die in Bezug der Rationalisierung des Hauungsbetriebes angestellten Untersuchungen bezwecken die Feststellung jener Grundsätze, welche bei der Wahl der Fällungswerkzeuge, bzw. Maschinen, bei der Regelung des

Arbeitsganges, bei den Feststellungen des Lohnes, welcher sowohl den Interessen des Waldbesitzers, als auch den berechtigten Ansprüchen der Arbeiter Genüge leistet, ausschlaggebend sein müssen, um eine Steigerung der Hauungsergebnisse und damit eine Erhöhung der Erträge erreichen zu können.

In Verfolg dieser Ziele können die auf dem Gebiete der Forstbenutzungsarbeiten fliessenden Untersuchungen in zwei Teile geteilt werden. I. Die Auswahl jener Werkzeuge, Instrumente oder Maschinen, mit welchen bei gleichem Kraftverbrauch die grösste Leistung zu erzielen ist. II. Versuche über die Steigerung der Produktion durch die Regelung des Arbeitsganges, Feststellung einer gerechten Entlohnung.

Das Verfahren der Forschung besteht in der genauen Beobachtung der Produktionsfaktoren, der Feststellung der vollbrachten Arbeit und der darauf verwendeten Zeit, sowie in der Aufarbeitung der gewonnenen Angaben für die Zwecke der Praxis. Die Forschung setzt sich also der Hauptsache nach aus der Beobachtung der Arbeit, der Messung der Leistungen und der statistischen Aufarbeitung der erhaltenen Angaben zusammen, kann also auf zwei Teile geteilt werden, die Beobachtung und die schriftliche Aufarbeitung. Die Beobachtung erfolgt auf den Schlagflächen durch Aufnahme der einzelnen Momente der Produktionsarbeit, sowie der Messung der hierauf verwendeten Zeit. Dies nennen wir die Zeitstudien. Die Kanzleiarbeit besteht in der Berechnung der Angaben der Zeitstudien und der statistischen Aufarbeitung der so gewonnenen Ergebnisse. Aus dem Vergleiche der unter verschiedenen Verhältnissen oder unter gleichen Verhältnissen, aber mit geänderten Werkzeugen, oder je anderen Arbeitergruppen gemachten Zeitstudien werden die Schlüsse gezogen, auf Grund welcher die Grundlagen der Rationalisierung der Hauungsarbeiten aufgebaut werden.

Die Zeitstudien bestehen eigentlich aus der Beobachtung der verschiedenen Teile der Produktionsarbeit. Es werden mit einer Stoppuhr die zur Ausführung der verschiedenen Arbeitsabschnitte notwendigen Zeiträume beobachtet, ebenso auch die unvermeidlichen oder vermeidlichen Zeitverluste, der Leerlauf. Zu Beginn der Beobachtung hat die genaue Aufzeichnung aller Momente zu erfolgen, welche auf die Arbeit von Einfluss sind. Also Angaben über den Bestand, die Hiebsart, die Arbeiter, die Werkzeuge, die Maschinen, die Witterung, ferner alle jene Umstände, welche auf die Vollendung der Arbeit beschleunigend oder verzögernd einwirken.

Den äusseren Aufnahmen folgt die Kanzleiarbeit, deren Aufgabe die Berechnung der je Festmeter Sortimente aufgewandte Arbeitsmenge ist.

Die Rationalisierung der Hauungsarbeiten erreichen wir durch entsprechende Auswahl der Holzarbeiter, der verwendeten Werkzeuge und

Maschinen, bzw. deren Verbesserung und zweckentsprechendste Anwendung, weiters durch zielbewusste Organisierung der Ausführung der Arbeiten und durch gerechte Feststellung des für die verschiedenen Sortimente entfallenden Einheitspreises der Herstellung an Hand der unter normalen Umständen notwendigen tatsächlichen Arbeitszeiten.

Das erste und wichtigste Moment ist die richtige Auswahl der Arbeiter. Der Holzarbeiter muss Fachmann sein, welcher Erfahrung und Uebung in der Produktionsarbeit besitzt, aber auch die Werkzeuge und deren Instandhaltung kennt.

Das zweite wichtige Moment sind zielgemäss und richtig gebaute Werkzeuge. Unter sonst gleichen Verhältnissen kann das beste Ergebnis bei geringstem Kraftaufwand des Arbeiters nur mit je einer Art von Werkzeugen erreicht werden. Dieser Umstand führt zu einer Normalisierung der Arbeitswerkzeuge. Die deutschen diesbezüglichen Untersuchungen erstreckten sich bei den im Hauungsbetrieb verwendeten Sägen auf das Material, die Form, das Gewicht, die Ausmasse des Sägeblattes, die Form der Bezeichnung, die Ausmasse der Zähne, Zahnfläche, Lückenfläche, Zahntiefe, Zahnschneidwinkel, Scherwinkel; bei den Aexten auf zweckmässigste Form der Axt und des Stieles, sowie auch Gewicht und Grösse.

Natürlich dürfen die zur Bestimmung der besten Instrumente und Werkzeuge dienenden Untersuchungen sich nicht nur auf Säge und Axt beschränken, sondern man muss alle zum Hauungsbetrieb notwendigen Werkzeuge in Betracht ziehen. Als Beispiel erwähne ich den durch *Bergnecht* eingeführten Haetge'schen Holzzirkel, welcher viel sparsamere Arbeit gestattet, als die Messlatten.

Ebenso werden auch die im Hauungsbetrieb zur Verwendung kommenden Sägemaschinen zur Beobachtung herangezogen. Die im Lehrrevier Biesenenthal durch *Gerlinghoff*, später *Gläser* durchgeführten Untersuchungen erwiesen, dass die Sägemaschine „Sektor“ die zwei- bis dreifache Leistung der Handsägen erreichte. Bei diesen Versuchen waren die zum Vergleiche herangezogenen Handsägen schon durchgeprüft, die erzielten Angaben wurden auf je eine Person umgerechnet. Ein besseres Bild geben die Untersuchungen von *Gläser* und *Schmidt*, welche mit einer deutschen „Rapid“-Sägemaschine und mit einer, vorher durchgeprüften und zweckmässigst konstruierten Handsäge zirka 2000 Schnitte machten und wo schon die Gesamtergebnisse gegenübergestellt erscheinen. Diese Untersuchungen ergaben, dass die Gesamtergebnisse im Verhältnisse 1 : 1'259 stehen zu Gunsten der Maschinenarbeit, deren Leistung um zirka 26% besser ist. Diese Angaben stimmen genügend mit den Feststellungen *Strehli*s, dass bei der Holzproduktion die Maschinenarbeit das Ergebnis um zirka 30% erhöht.

Wenn bei der Rationalisierung der Hauungsarbeiten entsprechend ausgewählte und ständig gut gepflegte Werkzeuge die Vorbedingung bilden, muss das Hauptgewicht auf eine zielbewusste Organisation des Arbeitsganges gelegt werden. In Bezug auf die Erhöhung der Leistungen durch zielbewusste Organisation des Arbeitsganges genügt der Hinweis auf die in industriellen Betrieben erreichten Ergebnisse. Wir brauchen nur an die riesigen Leistungen der Mechanisierung des uns zunächst stehenden Sägebetriebes denken, welche zum grössten Teile nicht erhöhte Leistungen der Arbeitsmaschinen, sondern nur die unmittelbare Wirkung der Mechanisierung darstellen. Die Mechanisierung aber ist in der Hauptsache nur die Rationalisierung des Arbeitsganges, weil sie die innerhalb der einzelnen Arbeitsphasen auftretenden Zeitspannen, die sogenannten Leerläufe verkürzt. Auch im Hauungsbetriebe können wir — im übertragenen Sinne — von Leerläufen sprechen, darunter sind jene Zeitverluste verstanden, welche bei nicht zweckentsprechender Durchführung zwischen den einzelnen Arbeitsabschnitten überflüssigerweise entstehen. Wir können eine Erhöhung der Leistung schon dadurch erzielen, dass wir diese Zeitverluste auf das mögliche Minimum verkürzen. Damit ist wohl das Ziel gegeben, doch taucht die Frage auf, wo zeigen sich Zeitverluste und wie sind selbe zu verringern? Diese Frage findet Antwort in den Ergebnissen der statistischen Aufarbeitung, da die Angaben der beiden Faktoren der Leistung, der Arbeit und der Arbeitszeit zeigen, welches Verfahren die grösste Leistung sichert. Natürlich müssen wir bei Beurteilung der Leistungen auch den Kraftverbrauch in Betracht ziehen, um die grösste Leistung bei gleichem Kraftaufwand erreichen zu können.

Die erreichten Resultate sind natürlich nicht als derartige zu betrachten, welche für alle, unter den verschiedenartigsten Umständen fliessenden Holzproduktionsarbeiten gültig sind, auch sind selbe noch verbesserungsfähig. Doch kommt ihnen immerhin Wichtigkeit zu, weil damit der Beweis geliefert ist, dass sich eine Erhöhung der Leistung erzielen lässt und ist damit der Weg gezeigt, welcher auch unter anderen Umständen beschritten werden kann. In erster Reihe sind die zu fällenden Stämme auffallend zu bezeichnen, womit die auf die Aufsuchung dieser Stämme zu verwendende Zeit erheblich vermindert werden kann, denn der Arbeiter wird die Stämme seines engeren Arbeitsbereiches auf kürzestem Wege zu erreichen trachten. Weiters ist Gewicht darauf zu legen, dass der Arbeiter mit allen notwendigen Werkzeugen, diese stets in gebrauchsfähigem, guten Zustande, versehen sei, denn die Zeitstudien zeigen, dass das Fehlen auch seltener gebrauchter Werkzeuge beträchtliche Zeitverluste nach sich zieht. Die Arbeiter haben bei Beginn der Arbeit sämtliche Werkzeuge vorzuzeigen. Hernach beginnt die Arbeit, und zwar bei Gruppen von je zwei Ar-

beitern in folgender Weise. Nachdem der Baum gefallen ist, haben die Arbeiter sofort, ohne die Säge aus der Hand zu geben, den Waldhieb abzuschneiden. Sodann erfolgt die Abästung, der eine Arbeiter beginnt vom Stockende, der andere vom Scheitel. Wenn der erste die Krone erreicht, hat er sich so zu stellen, dass er den anderen in seiner Arbeit nicht behindere. Wenn die Abästung der Krone sich ihrem Ende nähert, hört der zweite Arbeiter damit auf und geht an das Ablängen des Stammes vom Stockende her, nach Beendigung dieser Arbeit, welche bei geübten Arbeitern mit der Beendigung des Abästens zusammenfallen muss, treffen sich beide an der Stelle, wo der Stamm abzuschneiden ist. Beide vollenden das Aufteilen des Stammes auf die vorgeschriebenen Sortimente. Sodann nehmen sie sämtliche Werkzeuge auf und schreiten zum nächsten Stamme.

Wenn je eine Gruppe genügend viel Stämme gefällt und zerschnitten hat, beginnt das Schichten der Sortimente, bei Scheitholz das Spalten und das Auflegen der Stösse.

In Verbindung mit der Rationalisierung ist grosses Gewicht auf eine gerechte Feststellung der Einheitslöhne zu legen. Die für die verschiedenen Sortimente zu zahlenden Einheitspreise müssen in entsprechendem Verhältnis stehen zu der zur Aufarbeitung notwendigen Zeit, sonst werden sie der Wirtschaftlichkeit nachteilig. Die Ergebnisse der Zeitstudien, welche die Arbeitszeiten von normal arbeitsfähigen Arbeitern unter gegebenen Verhältnissen, bei Verwendung von einwandfreien Werkzeugen für gewisse Sortimente zeigen, geben diesbezüglich genügende Aufklärung. Im Interesse der Rationalisierung sind also dort, wo die Einheitspreise der Produktion keine entsprechende Abstufung zeigen, diese durch gerechte Einheitslöhne zu ersetzen, welche so bestimmt sein müssen, dass sie sowohl für den Arbeiter, wie auch für den Waldbesitzer vorteilhaft sind.

Bergknecht erreichte im Forstamt Schlagengrube innerhalb vier Jahren eine Steigerung der Arbeitsleistung von 30%, der Stundenlohn der Arbeiter stieg um 18%, die Betriebskosten sanken um 17%.

Aus alldem fliesst, dass die grösste Bedeutung der Rationalisierung im Hauungsbetrieb darin liegt, dass bei Steigerung der Leistungen und Verringerung der Betriebskosten die Holzproduktion ökonomischer wird und das Reinerträgnis des Waldes steigt.

Damit erscheint das Bestreben nach Rationalisierung der Arbeiten in der Forstbenutzung genügend begründet und müssen wir dies auch in unserem Heimatslande anwenden, um an Hand der günstigeren Wirtschaftskosten und Ergebnisse die Ertragssteigerung unserer ungarischen Wälder um einen Schritt vorwärts bringen zu können.

Literatur.

Fehér-Mágócsy-Dietz : Forstliche Pflanzenkunde. (Erdészeti Növénytan.) I. Band. II. Ausgabe. Árpád Mahr, Sopron. 1929.

Vor nahezu vierzig Jahren erschien die erste Ausgabe der forstlichen Pflanzenkunde, verfasst von *L. Fekete* und *A. Mágócsy-Dietz*. Erst vier Jahrzehnte später konnte der ersten Ausgabe die zweite folgen, obwohl der erste Band schon seit langem vergriffen und nicht zu erhalten war. Der eine der Verfasser, *Ludwig Fekete*, ist inzwischen verstorben, an seine Stelle trat der jetzige Professor der Pflanzenkunde an der kön. ung. Hochschule für Berg- und Forstingenieure, *Dr. Daniel Fehér*.

In dem mächtigen Bande des Werkes spiegelt sich der riesengrosse Fortschritt der Pflanzenkunde, unserer Kenntnisse über das Leben der Bäume, der letzten vierzig Jahre getreulich wieder. Es muss mit grösster Anerkennung die befriedigende Tatsache festgestellt werden, dass ebenso, wie seinerzeit das Werk das Beste vom damaligen Wissen gereicht hatte, auch die jetzige Ausgabe vollends auf der Höhe des heutigen Fortschrittes steht, u. zw. sowohl in ihrem Inhalte, wie in ihrer äusseren Ausstattung.

Dies bedeutet aber auch, dass sich der Inhalt des Buches in einem Maasse verändert hat, dass es ganz als Neuschöpfung zu betrachten ist, besonders die Lehre von der Zelle und den Geweben ist vollständig neu ausgearbeitet, die Beschreibung der äusseren Form, der Fortpflanzungsorgane, auf welchem Gebiete die neuere Forschung keine durchgreifende Aenderungen gebracht hat, ist nur erweitert und teilweise umgearbeitet.

Den Inhalt des fast 600 Seiten umfassenden Werkes kann ich nicht einmal auszugsweise wiedergeben, ich muss mich darauf beschränken, zu erwähnen, dass darin die Zelle, deren Form, Material, Inhalt, Entwicklung und Leben eingehend und ausführlich beschrieben ist, wie auch in der Lehre von den Geweben mit gleicher Genauigkeit und Gründlichkeit die durch Aneinanderreihen der Zellen entstandenen Gewebe und Gebilde, ihre Rolle im Leben der Pflanzen, die Entwicklung des Holzkörpers und die in dessen Innern vor sich gehenden Vorgänge und Wandlungen erläutert sind.

Besonders hervorzuheben sind in diesem Teile die Abschnitte über den mechanischen Aufbau des Holzkörpers, die Ausgestaltung des Baumes als Träger, dann die Abhandlungen über den Jahresring und die Formausbildung des Holzkörpers.

Die Lehre von der Zelle und den Geweben bilden den wichtigsten und wertvollsten Teil des Werkes. Derselbe zeigt, dass die Verfasser eben diesem Teile — dessen Stoff die grösste Veränderung infolge der unermüdlichen Forschungen der neueren Zeit, der vervollständigten Instrumente und verfeinerten Arbeitsweisen erfahren hat — ihre grösste Liebe, Hingabe und Fleiss gewidmet haben.

Bei der Organographie, der äusseren Beschreibung gereicht es dem Werke zum grössten Vorteile, dass dieses so überaus weitläufige Gebiet in einer Weise erfasst wurde, dass wir alle notwendigen Angaben finden, ohne auf Teile zu stossen, welche wir als überflüssig empfinden würden.

In systematischer Weise ist darin der Aufbau des Schaftes, der sich daran bildenden Knospen und Blätter enthalten, weiters die Behandlung der Fortpflanzungsorgane, der Blüten und Früchte.

Die äussere Ausstattung ist tadellos, 562 gute, klare Bilder, darunter viele Originale und eine Reihe schöner Mikrophotographien, erläutern den Text, welcher leicht verständlich, knapp und richtig gefasst ist.

Ein grosser Vorzug des Werkes ist, dass die forstlichen Beziehungen überall hervorgehoben sind, in solcher Fassung aber, dass sie auch jedem Nichtforstmanne, der sich mit Botanik beschäftigt, ohne weiteres verständlich erscheinen.

Ein eingehendes Inhaltsverzeichnis, 30 Seiten umfassend, ermöglicht das schnelle Aufsuchen der Erklärung jeden Begriffes. Der Inhalt des ganzen Buches ist ausserordentlich übersichtlich und zweckmässig gegliedert, die Hauptteile durch andere Typen gut getrennt von jenen Teilen, welche ins Kleine gehende Erläuterungen, Erklärungen oder Quellenhinweise enthalten, so dass das Buch nicht nur ein vorzügliches Handbuch für den Fachmann, ein Lehrbuch für die studierende Jugend gibt, sondern auch dem gebildeten Laien Wissen und Aufklärung auf jedem Gebiete der Pflanzenkunde bietet.

Wir können dem noch ausstehenden II. und III. Bande mit besten Hoffnungen und hochgespannter Erwartung entgegensehen. Schade, dass keine Uebertragung ins Deutsche vorliegt, sie würde auch in der deutschen, so reichen Literatur volle Beachtung und grosse Verbreitung erlangen.

Roth.

Karl Kaán : Das Problem des Alföldes. Wirtschaftspolitische Studie. 1929.

Karl Kaán stellt eine traurige Wahrheit fest mit dem Satze: „Die Zurückgebliebenheit des Alföldes kam uns erst nach der Zerstückelung unseres Landes zum Bewusstsein.“

Die ausserordentlichen kulturellen und wirtschaftlichen Fortschritte der letzten Jahrzehnte vor dem Kriege lenkten — wie es scheint — die Aufmerksamkeit der Regierung und des Volksbewusstseins von den schwierigen Verhältnissen des ungarischen Tieflandes ab. Es musste die Katastrophe des Landraubes, des politischen und wirtschaftlichen Zusammenbruches kommen, um der Ueberzeugung Bahn zu brechen, dass unser Tiefland der Hauptfeiler unserer Entwicklung ist.

Diese Ueberzeugung leitete Kaán in seinem früheren Werke über das Alföld und führte ihn zu seinem vorliegenden Werke über die Probleme des Alföldes, der Geist dieser Ueberzeugung durchdringt seine ganze Arbeit. Alle seine glänzende schriftstellerische Begabung, den Schwung seiner idealen Gedankenführung, seine lange Zeit hindurch auf verantwortungsvollem Posten gesammelten Erfahrungen stellt er in den Dienst dieser Sache.

Die Schilderung der geschichtlichen Vergangenheit, der Ungunst der Naturverhältnisse, der Mangel der Verwaltungstätigkeit überzeugt uns, dass nicht das Volk des Tieflandes selbst die schweren Sorgen seines Daseins verursacht hat und dass man es nicht allein lassen darf im schweren Kampfe um sein Dasein.

Die Geisel der Türken und die Folgen der ungarfeindlichen kaiserlichen Politik lasteten am schwersten auf dem Alföld. Die Bevölkerung zeigte hier die stärkste Abnahme. Einstmals reich bevölkerte, blühende Gebiete wurden menschenleer und verwilderten.

Die nachteilige Art der Verteilung der Siedlungen, welche die wirtschaftliche, kulturelle und soziale Entwicklung hemmten, die für die Wirtschaft und die Volksgesundheit so nachteiligen bioklimatischen Verhältnisse finden ihren Ursprung in diesen düsteren und schmerzlichen Epochen unserer Geschichte.

Die Nachteile dieser ererbten Schäden und ihre schweren Folgen hätten gemildert werden können, wenn nach dem Aufhören der Leibeigenheit die grossen Pläne Széchenyis in Bezug auf die Rekonstruktion und den Neuaufbau der Gesamtheit der Lebensverhältnisse zur Verwirklichung gelangt wären. Doch der kaiserliche Absolutismus fürchtete sich vor der Erstarkung der Nation, die konstitutionellen Regierungen aber konnten inmitten der fieberhaften, auf die Einholung der jahrhundertelangen Ver-

säumenissen gerichteten Arbeit nur einzelne Teile der umfassenden Konzeption verwirklichen, nicht aber den ganzen Plan ausbauen.

Auch *Kaán* hat die Gedanken *Széchenyis* vor Augen bei der Suche zur Entwirrung. Er erwartet die Lösung von einer grossangelegten Synthese des wirtschaftlichen, geistigen und politischen Lebens.

Mit voller Ueberzeugung tritt er für den Gedanken ein, es müssen nur die Hindernisse der Entwicklung beseitigt werden, dann wird das gesunde und kräftige Volk des Alföldes sich selbst seinen Weg bahnen, was auch bisher überall geschah, wo hindernde Gewalten nicht im Wege standen.

Doch die Beseitigung der Hindernisse und die Schaffung der günstigen Vorbedingungen der Entwicklung stellen einen umfangreichen, zusammenhängenden Komplex ineinandergreifender Aufgaben dar: der systematische Ausbau des Verkehrsnetzes, die Einleitung einer planmässigen Siedlungs- und Besitzpolitik, die Lösung der Aufgaben auf dem Gebiete der Bewässerung und Aufforstung, die Hebung der Volksbildung und die Erweiterung der wirtschaftlichen Kenntnisse desselben.

Die Betonung der organischen Zusammengehörigkeit, des innigen Zusammenhanges dieser Fragen ist das Leitmotiv von *Kaán's* Darlegungen. Alle wichtigeren Anordnungen der Verwaltung und der Wirtschaftspolitik — angefangen von den Entwässerungen, Kommassierungen und Parzellierungen bis zu den Massnahmen der Gesetzgebung — müssen sich an die plangemässe Rekonstruktion anschliessen. Eben deshalb kann die Rekonstruktion die auf verschiedene Gebiete des Gemeinlebens verteilten Faktoren nur durch eine einheitliche, die allgemeinen Interessen der Nation vertretende organische Gesetzgebung erfolgen, wozu ein ober die Ressortministerien sich erhebender Arbeitskreis gehört.

Die beiden auf das Alföld bezüglichen Arbeiten *Kaán's*, das vor zwei Jahren erschienene: „Das Ungarische Tiefland“ und die vorliegende Arbeit über „Die Probleme des Alföldes“ bilden ein organisches Ganzes. Ersteres enthält die geschichtlichen Angaben über die ungünstigen Verhältnisse des Alföldes, das zweite zeigt den Weg zur Heilung.

Franz Lesenyi.

Az „E. K.” 1929. évi XXXI. kötetének tartalomjegyzéke.

<i>Fehér Dániel dr.</i> : Vizsgálatok az erdőtalaj biológiai tevékenységének időszaki változásairól	1
<i>Fehér Dániel dr.</i> : Vizsgálatok az erdőtalaj nitrogén anyagcseréjéről .	204
<i>Fehér D.</i> — <i>Varga L.</i> : Vizsgálatok az erdőtalaj protozoa-faunájáról .	300
<i>Kövessi Ferenc dr.</i> : Az aperiódusosan csillapított harmonikus rezgő- mozgás szerepe az életjelenségeknél	265
<i>Magyar Pál</i> : Gyökérvizsgálatok csemetekerti és szikes talajban . . .	117
<i>Magyar Pál</i> : Szikes fásítási kísérletek a püspökladányi telepen . . .	24
<i>Roth Gy.</i> — <i>Schmotzer Gy.</i> : A ritkítási növedékről	77
<i>Stocker Ottó dr.</i> : Vizsgálatok különböző termőhelyen nőtt növények vizhiányának nagyságáról	63
<i>v. Török Béla</i> : A fa mechanikai-technológiai vizsgálatának erdőgazda- sági jelentősége	166
<i>v. Török Béla</i> : A favizsgálatok szabványosításának kérdéséhez . . .	222
<i>v. Török Béla</i> : Az erdőhasználati munka racionalizálása	332
<i>Ulbrich K.</i> — <i>Sébor J.</i> : Kettősen tájékozott sokszögvonalak kiegyenlí- tése vektor-analitikus számításokkal	177
Intézeti és személyi ügyek	88
Irodalom	346
Kisebb közlések	226

Inhaltsverzeichnis des XXXI. Bandes der „F. V.“

<i>Dr. D. Fehér:</i> Untersuchungen über den zeitlichen Verlauf des Mikrobenlebens des Waldbodens	89
<i>Dr. D. Fehér:</i> Untersuchungen über den N-Stoffwechsel des Waldbodens	257
<i>D. Fehér—L. Varga:</i> Untersuchungen über die Protozoen-Fauna des Waldbodens	350
<i>Dr. F. Kövessi:</i> Zusammenfassung zu dem Artikel: „Ueber die Rolle der aperiodisch gedämpften Schwingung in den Lebenserscheinungen“	298
<i>P. Magyar:</i> Wurzelstudien im Pflanzgarten und auf Szikböden	229
<i>P. Magyar:</i> Szikaufforstungsversuche auf dem Versuchsfelde zu Püspökladány	95
<i>J. Roth—J. Schmotzer:</i> Vom Lichtungszuwachs	115
<i>Dr. O. Stocker:</i> Ueber die Höhe des Wasserdefizites bei Pflanzen verschiedener Standorte	104
<i>B. v. Török:</i> Ueber die forstwirtschaftliche Bedeutung der mechanisch-technologischen Holzprüfungen	244
<i>B. v. Török:</i> Zur Frage der Holzprüfnormen	263
<i>B. v. Török:</i> Rationalisierung im Hauungsbetrieb	362
<i>K. Ulbrich—J. Sébor:</i> Vektor-analytischer Ausgleich von Polygonzügen	247
Amtliche und Personalnachrichten	116
Literatur	367

