

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, *hőtermelődés*, 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 hőtermelődésnek a szabályait külön-külön meg nem ismertük.

Az élőlényeknek vagy részeiknek a növekedésére, sejtjeik szaporodására, a táplálkozás és hőtermelődés 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, fáknak, állatoknak, embereknek a fejlődésmenetét vizsgálták, mely alkalommal ezen élőlényeknek hosszirányú, vastagsági, térfogati méreteinek, súlyának, a táplálkozásnak vagy a hőtermelődésnek, stb. az időszerinti lefolyását állapították meg. Ezen ma már rendkívül nagyszámú adatgyűjtemény alapján világosan láthatjuk és sok kutató, *Pfeffer*²⁾

*) Bemutatott a M. T. Akadémiának 1928. évi március hó 12-én tartott ülésén.

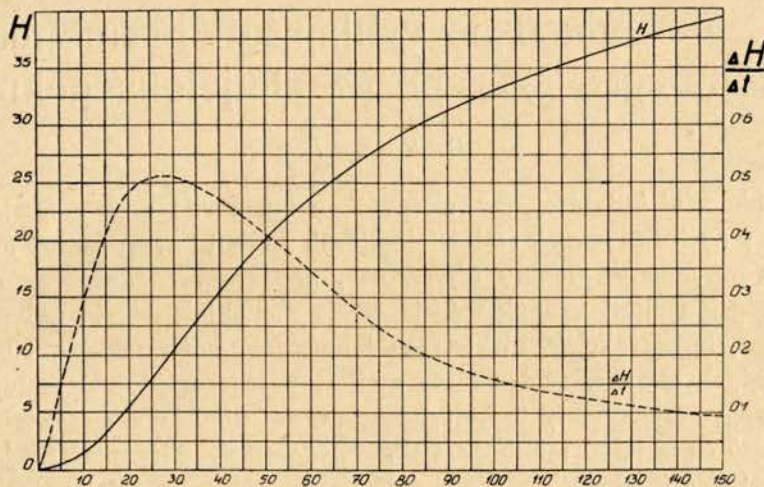
1) *M. G. Harting*: Annales des Sc. nat. Tom. IV. 1845. pp. 210—275.

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 olymódon, hogy az abszcisszára az évek, az ordinátára az ezen idő alatt elért famagasságok vannak felrakva *R. v. Guttenberg*⁵⁾ 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 nagyperiódusának*; az erdőszet 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 céлом, 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 analytikai 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 analytikai formulák helyett megpróbálta a kémiában ismeretes *Ostwald-féle* monomolekuláris reakciósebességből a fejlődés menetét oly módon 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 térfogatszerinti 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 tők 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* óhajtja 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 alapból indul ki és a következő formulához jut:

$$y = A[1 - e^{-cx}]^n \quad \dots \quad (IV.)$$

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 *hatékonyági 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*-féléét 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* feltételezni.

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 kifejezhetőek legyenek. *Világosan látható ezek után, hogy az eddigi iránytól el kell térnünk és biofizikai és biokémiai irányt kell a kutatás alapjául választanunk, hogy ezen kívánalmakat kielégíthessük.*

★

Az élő szervezet fejlődésének menetét kifejező matematikai összefüggést — 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 növekedése Sachs-féle nagyperiódusáról felismertem, hogy a görbe a legnagyobb hasonlatosságot mutatja a periódus nélkül csillapított harmonikus rezgőmozgást ábrázoló görbe menetéhez*. Kísérleti adataim és elméleti megfontolásaim ezt a felismerésemet igazolják, miért vizsgálódásaimat kiterjesztettem 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 kísérletileg 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 ismert jelenségek. Az elméleti fizika a rezgőmozgásokat, mint alapvető ismereteket 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. Fröhlich³⁰), Szily³¹), avagy speciális szakmunkákban, pl. Abrahám³²), Chwolson³³), Duffing³⁴), A. Föppl³⁵), O. Föppl³⁶), Funk³⁷), Grimsehl³⁸), Hamel³⁹), Hort⁴⁰), Lorenz⁴¹), Love⁴²), Schaefer⁴³), Schneider⁴⁴), Starke⁴⁵), Weber⁴⁶), stb.⁴⁷) megtalálhatja az érdeklődő.

Az aperiódusosan csillapított rezgőmozgást a következő egyenlet fejezi ki:

$$2s = a e^{-(r - \sqrt{r^2 - w^2})t} + b e^{-(r + \sqrt{r^2 - w^2})t}, \quad (1.)$$

ahol s a t folyó időnek megfelelő kilengés (elongatio) nagyságát adja, mely arányosnak vehető az élőlény valamely 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:

$$m = \sqrt{r^2 - w^2}, \text{ ahol } m \text{ értéke reális, vagyis } r^2 > w^2 \quad (2.)$$

Az (1) egyenletbe a (2) értékét behelyettesítve lesz:

$$2s = a \cdot e^{-(r-m)t} + b \cdot e^{-(r+m)t} \quad (1. a)$$

Az (1.a) egyenletet integrálva és a (2) rövidítést használva, lesz:

$$2S = 2 \int_0^t s dt = -\frac{a}{r-m} e^{-(r-m)t} - \frac{b}{r+m} e^{-(r+m)t} + \frac{a}{r-m} + \frac{b}{r+m} \quad (3)$$

³⁰) Dr. Fröhlich Izidor: Az elméleti fizika kézikönyve. I. kötet. Kinematika. Budapest. Magyar Tudományos Akadémia. 1892.

³¹) Dr. Szily Kálmán: Mechanika. II. köt. Dinamika. Budapest. Németh József. 1920.

³²) Abrahám: 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 Differenzgleichungen 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.

Hamel, G.: Ueber erzwungene Schwingungen bei endlichen Amplituden. Math. Ann. 86. 1922.

Hamel, G.: Ueber die lineare Differentialgleichung. 2. Ordnung mit periodischen Koeffizienten. Math. Ann. 73. 1912.

⁴⁰) Hort, W.: Technische Schwingungslehre. J. Springer, Berlin.

⁴¹) Lorenz: Technische Physik. München u. Berlin. Oldenbourg.

⁴²) Love: Lehrbuch der Elastizität. Leipzig. B. G. Teubner.

⁴³) Schaefer: Einführung in die theoretische Physik. Leipzig, Veit et Comp.

⁴⁴) Schneider, E.: Mathematische Schwingungslehre. Berlin. J. Springer. 1924.

⁴⁵) Starke: Experimentelle Electricitätslehre.

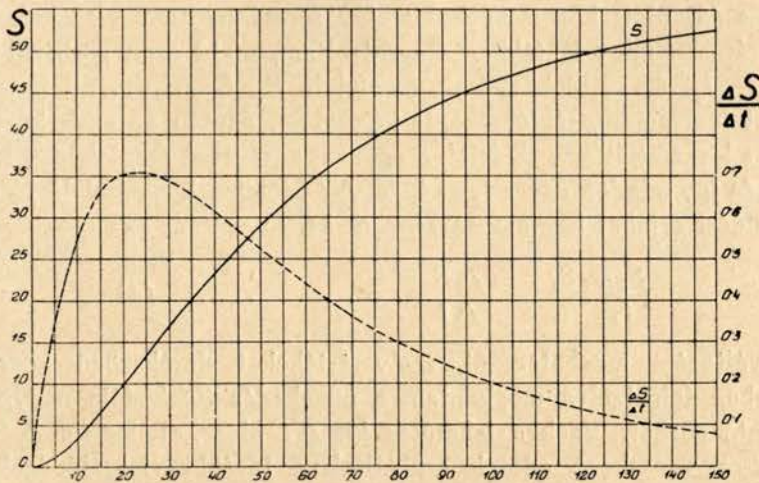
⁴⁶) Weber: Die partiellen Differentialgleichungen der theoretischen Physik. Braunschweig. Vieweg et Sohn. 1900.

⁴⁷) 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 koefficiensei 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 koefficiensek 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) számított.

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 rendszeren az élőlény adott állapotát mérjük és a két mérés közötti különbségből állapítjuk meg a fejlődés $\Delta S/\Delta t$ változását. A kísérlet folyamán rendszeren 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 egyenetlenségeket 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

$$\frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \dots \dots \dots (4)$$

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 megvizsgálendő 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 görbéről ki kellett számítanom a növekedésnek a *Sachs*-féle nagyperiódusát adó értékeket, amit az előzőkben 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, kitünő 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	interpolált	mért	számított	számított	mért	javit.	interpolált	mért	számított	számított
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.	inter- polált	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
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	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
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	interpolált	mért	számitott	számitott	mért	javit.	interpolált	mért	számitott	számitott
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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	inter- polált	mért	számi- tott	számi- tott	mért	javít.	inter- polált	mért	számi- tott	számi- tott
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
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	interpolált	mért	számított	számított	mért	javit.	interpolált	mért	számított	számított
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-	inter-	ge-	be-	be-	ge-	korri-	inter-	ge-	be-	be-
	messen	poliert	messen	rechnet	rechnet	messen	giert	poliert	messen	rechnet	rechnet
	H meter		$h = \Delta H / \Delta t$		H m	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 koordináta-rendszerben felrajzoltam nagy léptékben milliméterpapirosra (egy év = 2 milliméter, 1 méter magasság = 1 centiméter). Azután a pontokat összekötöttem (interpoláltam), majd minden egyes évnek 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 évnek 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 évnek 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 lejátszódásához 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 évnek 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 koeficienszeit, míg a $h_{6'5} = 0'1227$, $h_{35'5} = 0'3540$ értékekből nyertem az a és b együtthatók értékét.

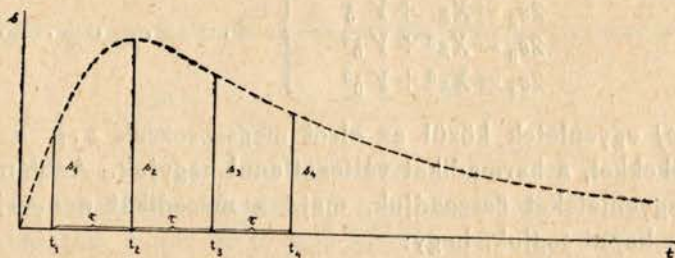
Az r , w , a , b koeficiensnek értékének a kiszámítása az ilyen, két vagy több tagú exponenciális függvényeknél a szokásos módszerek segítségével meglehetősen hosszadalmas. Ha azonban a kísérleti adatokat, melyekből az r , w , a , b koeficienseket ki akarjuk számítani, megfelelően választjuk, akkor az eljárást lényegesen egyszerűsíthetjük. Ezen cél elérésére nagyon hasznos tanáccsal szolgált *Walek Károly dr.* kollégám, főiskolánk

mathematika tanára, aki azt ajánlotta, hogy válasszuk meg a t_1, t_2, t_3, t_4 időt oly módon, 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

$$\begin{aligned}t_1 &= t_1 + 0 \\t_2 &= t_1 + \tau \\t_3 &= t_1 + 2\tau \\t_4 &= t_1 + 3\tau\end{aligned}$$

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 *geometriai* haladványt alkotnak és ez a körülmény az egyenlet megoldását lényegesen egyszerűsíti.

Ha az r, w, a, b 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 oly módon, mint azt a 3. ábra mutatja:



3. ábra.

Annak bemutatása, hogy az r, w, a, b 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 oly módon, mint azt a 3. ábra mutatja:

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:

$$(r - m) = x \qquad (r + m) = y$$

akkor ha a t folyó idő kifejezésére tervbe vett megállapodást is alkalmazásba vesszük, a megoldáshoz szükséges négy egyenletet a következőképen írhatjuk fel:

$$\left. \begin{aligned} 2s_1 &= a e^{-xt_1} & + & b e^{-yt_1} \\ 2s_2 &= a e^{-x(t_1 + \tau)} & + & b e^{-y(t_1 + \tau)} \\ 2s_3 &= a e^{-x(t_1 + 2\tau)} & + & b e^{-y(t_1 + 2\tau)} \\ 2s_4 &= a e^{-x(t_1 + 3\tau)} & + & b e^{-y(t_1 + 3\tau)} \end{aligned} \right\} \dots \dots (1b)$$

Legyen most ezen egyenletekben egyszerűsítés céljából:

$$a e^{-xt_1} = X \quad \text{és} \quad b e^{-yt_1} = Y$$

azután legyen:

$$e^{-x\tau} = z \quad \text{és} \quad e^{-y\tau} = \delta$$

akkor ezen kifejezések behelyettesítése után az előző (1b) egyenleteket írhatjuk:

$$\left. \begin{aligned} 2s_1 &= X + Y \\ 2s_2 &= Xz + Y\delta \\ 2s_3 &= Xz^2 + Y\delta^2 \\ 2s_4 &= Xz^3 + Y\delta^3 \end{aligned} \right\} \dots \dots (1c)$$

Az (1c) egyenletek közül az elsőt megszorozzuk $z \cdot \delta$, a másodikat $(z + \delta)$ értékekkel, a harmadikat változatlanul hagyjuk. Azután az első és harmadik egyenleteket összeadjuk, majd a másodikat a nyert összegből kivonjuk és kapni fogjuk, hogy:

$$s_1 z \delta - s_2 (z + \delta) + s_3 = 0$$

Ugyanígy járunk el a második, harmadik és negyedik egyenlettel és nyerni fogjuk, hogy:

$$s_2 z \delta - s_3 (z + \delta) + s_4 = 0$$

Mivel itt a kezdő X és Y egyenletek értékei kiesnek, ez az egyenlet érvényes minden olyan három pontra, melyek az abcisszára vonatkoztatva egyenlő távolságra vannak egymástól.

Az utóbbi két egyenletből most $z \cdot \delta$ és $(z + \delta)$, illetve z és δ értékei kiszámíthatók. És pedig:

ha $(z + \delta)$ értékét B -vel jelöljük, lesz:

$$z + \delta = \frac{s_1 s_4 - s_2 s_3}{s_1 s_3 - s_2 s_2} = B$$

ha $z \cdot \delta$ értékét C -vel jelöljük, lesz:

Most ezen két utóbbi egyenletet az a és b ismeretlenekre megoldjuk és nyerni fogjuk, hogy:

$$a = \frac{2 s_1 E_2 - 2 s_2 E_1}{D_1 E_2 - D_2 E_1} \quad b = \frac{2 s_2 D_1 + 2 s_1 D_2}{D_1 E_2 - D_2 E_1}$$

A számítás technikai kivitelének egyszerűsítése és világosabbá tétele céljából a II. táblázatban látható vázlatot állítottam össze oly módon, hogy a számítás meneténél ezeket a rovatokat kell egymásután kitölteni, illetve

II. táblázat.

Az r , w , a , b együtthatók kiszámításának mintája.

$$h_1 = h_{t_1} = h_{10,5} = 0,1834; \quad h_2 = h_{t_2} = h_{35,5} = 0,3540; \\ h_3 = h_{t_3} = h_{60,5} = 0,2944; \quad h_4 = h_{t_4} = h_{85,5} = 0,2269; \quad \tau = 25$$

$z + \delta = \frac{h_1 h_4 - h_2 h_3}{h_1 h_3 - h_2 h_2} = \frac{0,1834 \cdot 0,2269 - 0,3540 \cdot 0,2944}{0,1834 \cdot 0,2944 - (0,3540)^2} = \frac{-0,062604}{-0,071323} = 0,87775 = B$	
$z \cdot \delta = \frac{h_2 h_4 - h_3 h_3}{h_1 h_3 - h_2 h_2} = \frac{0,3540 \cdot 0,2269 - (0,2944)^2}{0,1834 \cdot 0,2944 - (0,3540)^2} = \frac{-0,006349}{-0,071323} = 0,08901 = C$	
$B^2 = 0,77045$ $-4C = -0,35604$ $\frac{0,41441}{0,41441} = F$	$\log F = 0,61741 - 1$ $= 1,61741 - 2 \quad : 2$ $N \log 0,80870 - 1 = 0,64373 = R$
$z = \frac{+B + \sqrt{B^2 - 4C}}{2} = \frac{+B + R}{2} = \frac{0,87775 + 0,64373}{2} = 0,76074 = z$	
$\delta = \frac{+B - \sqrt{B^2 - 4C}}{2} = \frac{+B - R}{2} = \frac{0,87775 - 0,64373}{2} = 0,11701 = \delta$	
$x = \frac{-\log z}{\tau \log e} = \frac{-\log 0,76074}{25 \cdot 0,434294} = \frac{-0,88124 - 1}{10,85735} = \frac{0,11876}{10,85735} = x = 0,010938 = r - m$	
$y = \frac{-\log \delta}{\tau \log e} = \frac{-\log 0,11701}{25 \cdot 0,434294} = \frac{-0,66822 - 1}{10,85735} = \frac{0,93179}{10,85735} = y = 0,085820 = r + m$	
$r = \frac{y + x}{2} = \frac{0,096758}{2} = 0,048379 = r$	
$m = \frac{y - x}{2} = \frac{0,074882}{2} = 0,037441 = m$	
$\omega^2 = r^2 - m^2 = (r + m)(r - m)$ $\log(r + m) = 0,93359 - 2$ $\log(r - m) = 0,03894 - 2$ $\frac{\omega^2 = N \log 0,97253 - 4}{\omega = N \log 0,48626 - 2} : 2$	$0,000938 = \omega^2$ $0,030638 = \omega$
$r^2 > \omega^2;$	

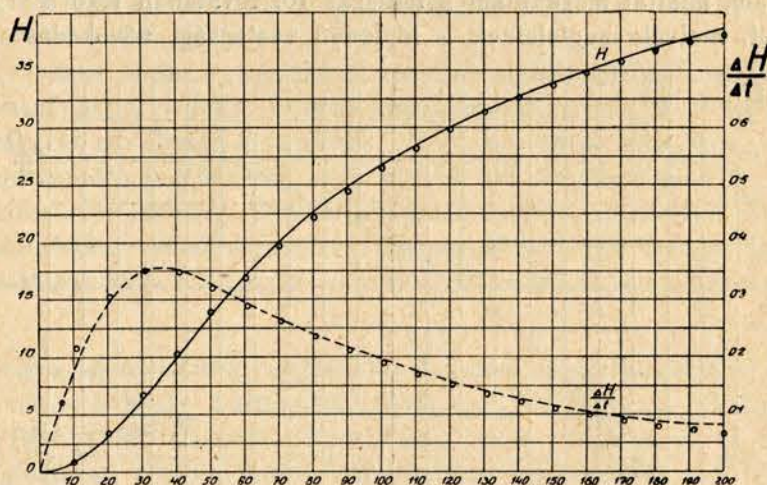
eljárásra a legelőnyösebb mintát mindenki maga is meg fogja szerkeszteni. Különben a III. sz. táblázatban egy-egy példa be van mutatva a s és S értékek kiszámítására is.

Meg kell azonban jegyezni, 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 hullámzást 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 szolgáttatta 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 találhatóak, 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.



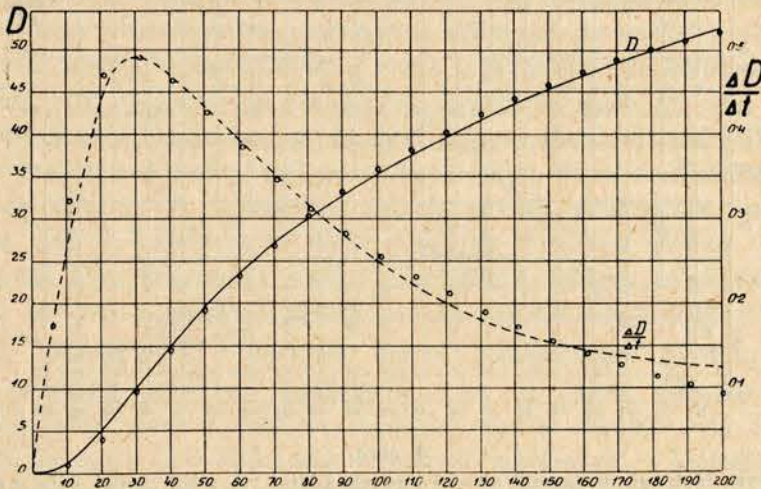
4. ábra.

Egy 200 éves lucfenyő 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 lucfenyőnek a vastagsági növekedését. Az eredeti *Guttenberg*-féle mérési adatokat az I. számú táblázat 7. oszlopában látjuk. Az évgyűrűk vastagsági méréseit *Guttenberg* mellmagasságban (130 cm) készített metszeten végezte. Míg a fák ezen magasságot elérhették, eltelt körülbelül 11 év. Ezeknek az eddig keletkezett évgyűrűknek 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 évgyűrűk olyan intenzitással nőttek volna, mint a 20 év utáni mellmagasságban lévő évgyűrűk, 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 $d_{0'5} = 0'1739$, $d_{30'5} = 0'4924$ 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 grafikusan 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*-tól (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 egysejtű 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 előzőkben bemutatottam; mert a példákban látott *mért és számított* adatok a legkielégítőbb 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 görbéjén 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 előzőkben 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 aperiodusosan 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 sejtnak, 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 tolvá 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 koefфициensek 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:

$$2s = a e^{-(r-m)t} + b e^{-(r+m)t} \quad (1a)$$

Az (1a) egyenletet integrálva és a (2) rövidítést használva, lesz:

$$2s = 2 \int_0^t s dt = -\frac{a}{r-m} e^{-(r-m)t} - \frac{b}{r+m} e^{-(r+m)t} + \frac{a}{r-m} + \frac{b}{r+m} \quad (3)$$

A kísérleti és számítási értékek egyezésének ellenőrzése céljából *példá 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 aperiodusosan csillapított rezgőmozgás törvényszerűségével olyan feltétel mellett, ha a csillapított rezgőmozgás koefфициenseit 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 koefфициensei 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 koefфициenseket 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:

$$2s = a \cdot e^{-(r - \sqrt{r^2 - w^2})t} + b e^{-(r + \sqrt{r^2 - w^2})t} \quad (1)$$

wos 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 Növénytani 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 *erdőtálat* biológiájára vonatkozó részletes és beható kutatások még nagyon gyér számmal állanak rendelkezésre. (I.)

Az erdőmérnöki főiskola növénytani 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.)

Különb. 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.

Elttekintve 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 le 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. Másrésztől 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 *hígításos direkt módszert*, amelynek az a lényege, hogy meghatározott mennyiségű talajt vízben fokozatos hígításnak vetnek alá, miközben különböző eszközökkel a talajt a legapróbb részekre igyekeznek szétörtni, vagyis *talajsuspensiót* igyekeznek előállítani és így az erős hígításban a protozoákat egyenesen vizik mikroszkóp alá. Ennek a különben nagyon fáradságos és hosszadalmas módszernek az a hátránya, hogy nagyon nehéz a különböző talajprotozoákat a suspensióból kivonni és minden tekintetben kifogástalan eredményt csak akkor érhetünk el, hogyha lehetőleg az egész suspensiót cseppenként vizsgáljuk át, ami viszont teljesen lehetetlen. Hiszen közben a hosszú idő miatt megváltozik az illető suspensió eredeti fizikai és kémiai állapota, amely *ceteris paribus* maga után vonja a protozoák mennyiségének és életkörülményeinek megváltozását is. De a suspensiókészítés 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 tönkreteszi, ezeknek finom parányi testét megsemmisíti.

A különböző módszerek közül a legjobbnak találtuk a *Cutler-féle hígításos 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. higításból	30 cm ³ H ₂ O-ban = 1 : 25000	higítás
9	20 cm ³	a 8. sz. higításból	20 cm ³ H ₂ O-ban = 1 : 50000	higítás
10	30 cm ³	a 9. sz. higításból	15 cm ³ H ₂ O-ban = 1 : 75000	higítás
11	30 cm ³	a 10. sz. higításból	10 cm ³ H ₂ O-ban = 1 : 100000	higítás

Ezekből a higításokból 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 higítási fokokból mindig 2—2 párhuzamos sorozatot készítettünk és ezeket 20^o-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 szolgáltatja a fenti higítási 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, fáradtságos és sok időt megkövetelő munka volt. Hiszen csak egy erdőrészből 44 darab *Petri*-csészét kellett átnézni; itt nem számítjuk a higításnak 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 betekintést nyerni, még quantitative mértük a következő szerves és szervesetlen tényezőket is:

1. A talajbaktériumok számát, még pedig az *aerob* és *anaerob* baktériumok szerint elkülönítve olyan módon, hogy a gélatinán, illetőleg ágárlemezen kitenyésztett *aerob* és *anaerob* baktériumok számát együtt vettük *összbaktérium* szám-nak. (V.)

2. A mikroszkópikus *talajgombák* számát, amelyet egy a legújabbban *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 chínhydron elektrodával elektrometrikus úton mértünk meg. (VII.)

4. A *lég hőmérsékletet*,

5. a *légnomást*,

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.)

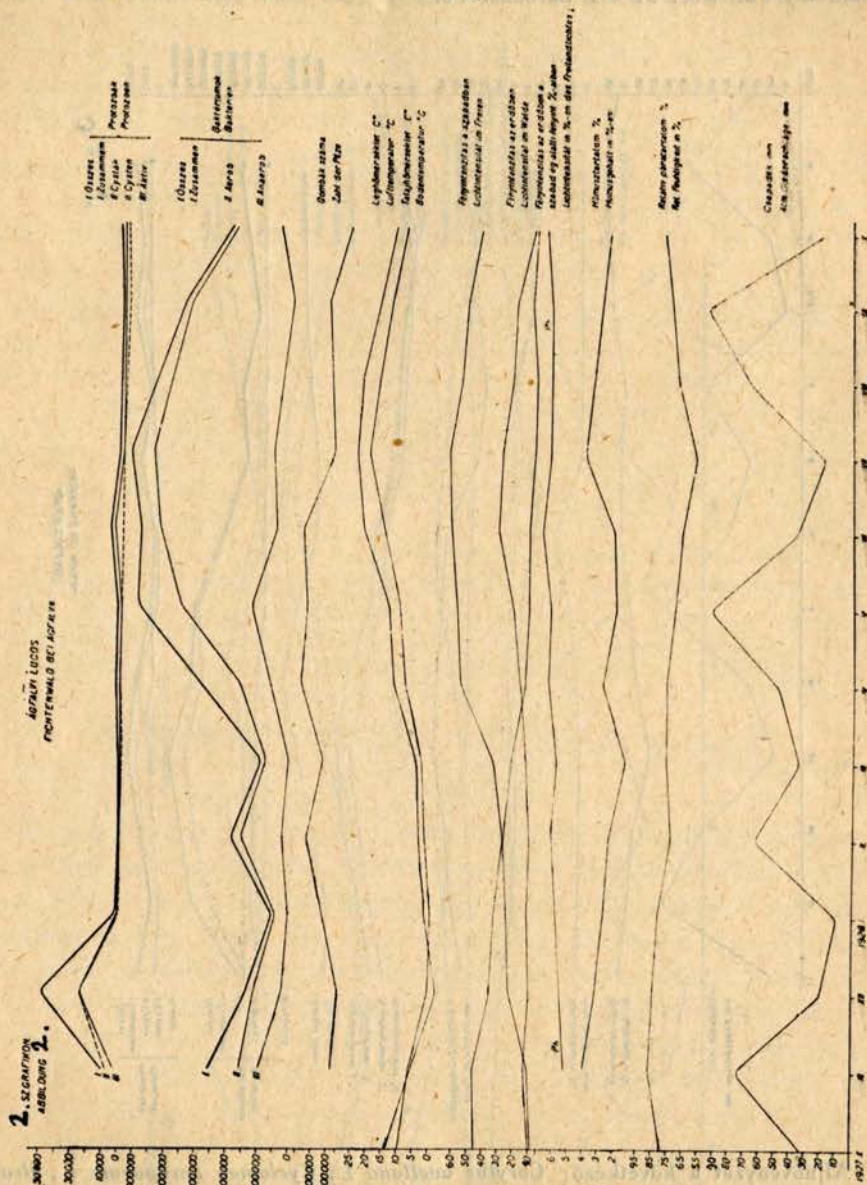
10. A talaj *porozitását* a *Wiesmann* által ajánlott módszerekkel határoztuk meg. (X.)

A vizsgálatok részletes leírása.

Szóbanforgó vizsgálatainkat a következő erdőrészekre terjesztettük ki:

Epilobium montanum L., *Convallaria majalis* L., *Mnium undulatum* (L.) Neck., *Fissidens taxifolius*.

A mérési adatokat az I. számú táblázat és az 1. számú grafikon mutatja.

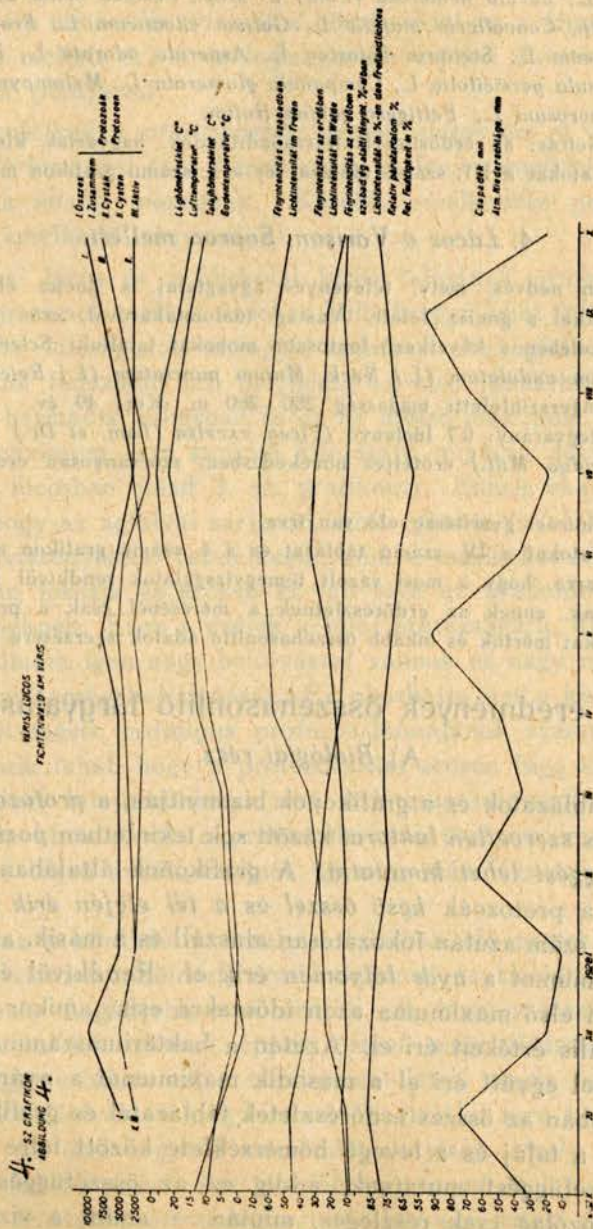


2. Ágfaivalú lucerdő a főiskola tanulmányi erdejében.

J gazdasági osztály, I. tag, 12. erdőrésztlet. Területe 22 k. h. Meglehetősen mély, üde, kissé tevényes, homokos agyag. Altalaja kavics. Fekvése Dny., lejtőszög 20°.

3. Ágfalvai sarjerdő a főiskola tanulmányi erdejében.

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°. Tengerszintfeletti magassága 360 m. Termőhelyi osztály II. Fanem és elegyarány: 0'7 lucfenyő (*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 gertyán, 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°. Tengerszintfeletti 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 erdeifenyő (*Pinus silvestris* L.).

Üzemtervi előírás: gyéritésre 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 erdőrészletnek 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 szervetlen faktorai között sok tekintetben pozitív és negatív irányú összefüggést lehet kimutatni. A grafikonok általában arról tanuskodnak, 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 erdőrészletek 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 játssza, 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 összeesnek ezen értékek kulmináló pontjaival.

Ezzel ellentétben a *protozoaszám* éppen akkor éri el a maximumát, amikor a baktériumszám és a hőmérsékleti és fényintenzitási faktorok minimális értékek között mozognak. Későbbi emelkedése pedig összeesik 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 őszt 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* görbétével 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 protozoocysta 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 *ágtalvai 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 azért, hogy ezeknek gazdagabban juttat szerves tápanyagot. Hasonlóképpen figyelembe kell vennünk azt a körülményt is, hogy lombhullás idején a *fáknak vízpárolgató 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 paradúsabb voltánál fogva az így beálló nyomásesés következtében már elpárologtatott víznek a mennyisége is kevesbedik. Ez a fontos körülmény kétségkívül azt fogja eredményezni, hogy a *talaj víztartalma*, kapcsolatosan az előbb említett csökkent vízpárolgatóással, jelentékenyen magasabb és állandóbb marad. És ehhez hozzájárul még az a körülmény is, hogy az erdő talaját borító egyéb növényzet is beszünteti 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 faktorial arányosan megfelelő nagy számban kifejlődni.

A nyári csökkenés még különösen azzal is magyarázható, hogy a *talajnedvesség ugrásszerű változásai* a talajprotozoák tenyésztésére egyáltalában nem kedvezők. Nem szabad még figyelmen kívül hagyni azt a körülményt sem, hogy a mi idej (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 klimánkban 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 diagrammokról 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 össz baktériumok 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 ellentmond 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 *gombaflórára* 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-orosz 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 szükségeseknek.

A talajprotozoáknak s különösen a legfontosabb *Amoebáknak táplálkozására* vonatkozólag számos esetben megfigyeltük, hogy azok valóban táplálkoznak talajbaktériumokkal is, de a talaj egyéb organikus formált anyagait is felhasználják táplálékul. Nem lehet tehát azt mondani, hogy kizárólag csak baktériumokkal táplálkoznak. Néhány esetben pedig megfigyelhetjük, hogy a talajban élő amoebák a kannibálizmustól 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 fel falt, bekebelezett. Pedig körülötte a baktériumok és bacillusok egész serege uszkált 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-mondóttan 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 kertés 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 táplálékul szolgálnak a protozoáknak. Ehhez számítjuk még azt a körülményt is, hogy az erdőtalaj protozoái között bizonyára előfordul a kannibáлизmus esete is. Ez a kannibáлизmus nem annyira a *Ciliatákra* áll, hanem különösen a talajprotozoák nagy számát kitévő *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 ejtették, egyenesen bekebelezték a kisebb *Amoeba-fajokhoz* tartozó társaikat. Az is ismeretes, hogy az *Amoebák* körében többször előfordul a kannibáлизmusnak 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 baktériumszám 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 hasonlóképpen szintén rendkívül hátrányos.

Az ágfalvai sarjerdő a többi megvizsgált erdőtypustól különben még abban is lényegesen különbözik, hogy benne sokszor hónapokra nem lehetett aktív protozoákat kimutatni. Amint a 3. sz. grafikomból 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 erdőtypusban 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 biocönosisában a leg-

nagyobb szerepet az *Amoebák* játszák, 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 hígítási 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 fiatalokú 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 Mittheilung. (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—Reichenow*: 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.	Protozoák Protozoen	Összesen — Zusammen	—	10.000	25.000	2.500	5.000
2.		Cysták — Cysten	—	7.500	10.000	1.000	2.500
3.		Aktiv	—	2.500	15.000	1.500	2.500
4.	Bakteriumok Bakterien	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 }
Porosität } 49·2

Fichtenwald an der Hochschule.

III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Évi átlag Jahres- durchschnitt
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 }
Wasserkapazität } 37·2Levegőkapacitás }
Luftkapazität } 12·0

Tabelle I.

II. sz. táblázat,

Ágfalvi lúcos.

Hónapok — Monate	X.	XI.	XII.	I.	II.
1. Protozoák Protozoen					
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. Baktériumok Bakterien					
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 Lufttemperatur C°	13·56	5·87	— 2·24	1·81	3·81
Talajhőmérséklet 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 mm	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. %-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 }
Porosität } 49·8

Tabelle II.

Fichtenwald bei Ágfalva.

III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Évi átlag Jahres- durchschnitt
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 }
Wasserkapazität } 21Levegőkapacitás }
Luftkapazität } 28·8

III. sz. táblázat.

Ágfalvi sarjerdő.

Hónapok — Monate	X.	XI.	XII.	I.	II.
1. Protozoák Protozoen					
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. Bakteriumok Bakterien					
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 ^{mm}	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. %-ában 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 }
Porosität } 47·0

Niederwald bei 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 } 33·3Levegőkapacitás }
Luftkapazität } 13·7

Tabelle III.

IV. táblázat.

Vársei lucos

Hónapok — Monate	X.	XI.	XII.	I.	II.
1. Összesen — Zusammen	—	5.000	10.000	5.000	—
2. Protozoák Protozoen Cysláak — Cysten	—	2.500	5.000	2.500	—
3. Aktiv	—	2.500	5.000	2.500	—
4. Léghőmérséklet Lufttemperatur C°	13·56	5·87	2·24	+ 1·81	3·85
5. Talajhőmérséklet Bodentemperatur C°	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 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	<i>Bodo caudatus</i> Duj	F.L.S.V.	F.L.S.V.	F.V.
2.		<i>Cercomonas crassicauda</i> Alexejeff	—	—	—
3.		<i>Mastigamoeba limax</i> Moroff	—	—	S.
4.		<i>Monas guttula</i> Ehrbg	F.V.	V.	S.V.
5.	Rhizopoda	<i>Amoeba cucumis</i> Gläser	F.L.S.V.	F.L.S.V.	F.L.S.V.
6.		<i>Amoeba diploidea</i> Hartm. & Neger	S.	S.	—
7.		<i>Amoeba guttula</i> Duj	F.L.S.V.	F.L.S.V.	F.L.S.V.
8.		<i>Amoeba horticola</i> Nägler	—	—	—
9.		<i>Amoeba limax</i> Duj	F.L.S.V.	F.L.S.V.	F.L.S.V.
10.		<i>Amoeba lucens</i> Frenzel	—	—	—
11.		<i>Amoeba radiosa</i> Ehrbg	—	—	—
12.		<i>Amoeba sphaeronucleolus</i> Greeff	F.L.S.V.	F.L.S.	—
13.		<i>Amoeba ferricola</i> Ehrbg	F.L.S.V.	F.L.S.V.	F.L.S.
14.		<i>Amoeba velata</i> Parona	—	—	—
15.		<i>Arcella vulgaris</i> Ehrbg.	F.L.S.V.	F.L.S.V.	F.L.S.V.
16.		<i>Diffugia globulosa</i> Ehrbg.	F.L.S.V.	F.L.S.	F.L.S.
17.		<i>Diffugia lucida</i> Pénard	F.L.S.V.	F.L.S.	F.L.S.
18.		<i>Euglypha tuberculata</i> Duj.	—	—	—
19.		<i>Euglypha</i> sp?	—	—	—
20.		<i>Geococcus vulgaris</i> Francé	L.S.	S.	L.S.
21.	<i>Parmulina obiecta</i> Gruber	F.L.S.V.	F.L.S.V.	—	
22.	Ciliata	<i>Balantiophorus elongatus</i> Schew.	F.S.	F.L.S.	F.L.
23.		<i>Colpidium colpoda</i> Stein.	L	L	—
24.		<i>Colpoda steini</i> Maupas	F.L.S.V.	F.L.S.	F.L.S.
25.		<i>Euplotes charon</i> O. F. Müll	F.	F.L.	—
26.		<i>Glaucoma scintillans</i> Ehrbg.	F.L.	F.L.	F.

F. Fenyőerdő a főiskola botanikus kertjében. L. Fenyőerdő Ágfalván.
Fichtenwald im bot. Garten der Hochschule. Fichtenwald in Ágfalva

V. Tabelle.

Protozoa-faunájának megoszlása erdőtípusok 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	Várisi 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 — Beobachtszeit	von 1927. X-től — bis 1928 XI-ig			
1. Protozoák Összesen — Zusammen	6.250	9.042	5.372	7.275
2. Protozoen Cysták — Cysten	2.438	3.885	3.041	4.000
3. Aktív	4.357	5.227	3.525	3.930
4. Baktériumok Aerob	—	4.971.666	5.786.710	4.825.000
5. Bakterien 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
Fényintenzitás 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 Bodenamöben 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. Kis., 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, Ernst*: 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.

Írta: vitéz Török Béla.

A nagy világegés után bekövetkezett gazdasági válság egy lázas törekvést eredményezett, amelynek célja minden termelő üzemben a lehető legnagyobb mérvű gazdaságosság elérése. A termelés tényezői közül természetesen 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 nagyjából 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 munkakerők 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 bevezetése, gondoskodik arról is, hogy a munka mikénti észszerűsítése érdekében folytatott kutatások egyidejűleg a munkások igénybevételének és fáradtságának 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 kifejlik 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 kipuhatólásával 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 felvételre 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 *időtanulmányok*-nak (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 határozunk, 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 kilélegzett szén-sav, viszont a pihenés közben és munka közben kilélegzett 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 főrészeire 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 végeztetnek 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 főmunkálatokat képezik, jelen esetben három csoportra elkülönítve, a fűrészrönkőnél: a szakállévágás, kimérés és lefűrészelés (olyan fafajnál, vagy választéknál, ahol kérgezés is előfordul, ez is ide tartozik); a bányafánál: a kimérés, lefűrészelés, összehordás és rakásolás (természetesen, 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 biesenthal-i 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⁾ Különben 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 m³-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 összességében, mint az egyes erdei választékokon belül is — a részletmunkáknak egymáshoz, nemkülönbén az elkerülhető és elkerülhetetlen idővesztéseknek a tényleges munkaidőhöz való viszonyáról.

Nézzük ezekután eme vizsgálatok nyújtotta jelentősebb eredmények egynéhányát. — 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 munkabéregységeknek 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 jártasága mellett ismeri a szerszámait 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 kívánalomnak 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 gépüzem?

Az első kérdést illetőleg 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 legkülönfélébb 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 fafajok szerint (itt csak kemény- és puhafára gondolok) és esetleg egyéb adott körülményeknek megfelelően, de semmiesetre sem függhet attól, hogy a munkás melyik félét szokta meg, mert nagyon helyesen jegyzi meg *Strehlke*, miszerint a megszokottság eredményezhet ugyan a kevésbé alkalmas szer számmal 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, természetszerűleg a szabványosításhoz vezet. Kétségtelen, hogy a szabványosítás, amely a technikai gyakorlat minden ágában tért hódított, a fatermelési munkálatok szerszámainál 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 döntőfejszékénél 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 vizsgálata nemcsak a döntőfűrészre és döntőfejszére, hanem a fatermelés egyéb szerszámainra és eszközeire is kiterjednek. Példaképen emlitem meg az újólag *Bergknecht* által bevezetett *Hätge*-féle famérőkörzöt, amellyel

²⁾ *Prof. Hilf 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 hossz mérésének 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 áttekinthetés 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 bútüzőfűrészekkel 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 gépiüzem szolgáltat-e nagyobb teljesítményeket, az eddigi kísérletek eredményei arra engednek következtetni, hogy a gépiüzemnek 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 biesenthal-i 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 kézfűrészt 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 beállításához 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 kézfűrésszel 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 gépzem 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 idővesztések 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 or-ganizálása. A munkamenet célszerű organizációjának a teljesítmény na-gyobbodására 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 munka-gépek, hanem a mechanizálás egyenes következményei. A mechanizálás pedig voltaképen lényegében nem egyéb, mint a munkamenet észszerűsi-tése, amennyiben az egyes részletmunkák egymásutánja közötti ú. n. üres járatokat csökkenti. A fatermelési munkálatoknál is beszélhetünk átvitt értelemben üres járatokról s ezek azok az időveszteségek, amelyek a nem célszerű sorrendben végrehajtott, egymásután következő részletmunkák kö-zött szükségszerűleg előállanak. A teljesítmény fokozását tehát — a már fentebb elmondottakon kívül — úgy is elérhetjük, ha ezeket az idővesz-teségeket a lehető legkisebbre csökkentjük. Az elérendő cél tehát ezzel ki is van tűzve, kérdés most már, hol állanak ezek az időveszteségek elő s miképen érhetjük el ezeknek csökkentését. Erre a kérdésre az időtanul-mányoknak statisztikába foglalt eredményei önmagukban válaszolnak, amennyiben a teljesítmény két tényezőjének, a munkának és a munka-időnek adatai rámutatnak arra, hogy a munka végrehajtásának melyik módja az, amelyik a legnagyobb teljesítményeket biztosítja. Természete-sen a teljesítmény adatai mellett tekintettel kell lennünk az energiafogyasz-tás mérésének eredményeire is, hogy a nagyobb teljesítmény elérése min-dig a munkával azonos mérvű fáradság mellett létesüljön.

Az e téren elért eredmények természetsszerűleg szintén nem tekin-tetők 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 időveszteségek származhatnak. A munka megkezdése előtt a munkások tartoznak összes elhozott munkaszerszámukat 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 biesenthal-i 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 munkabéregységek megállapítására: Az egyes erdei választékok elkészítéséért fizetett egységnyi munkabéreknek 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 munkaegységek 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 tűzfát 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 munkabéregységek, de még az egyes választékok között

⁷⁾ *Hill, 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 Pengő	Az időtanul- mányok alap- ján megállapí- tott munkabér Pengő	Túlfizetés %	Kevesebb fizetés %
Szálfa	1.50	1.20	25	—
Hasábfa	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 m^3 -i, illetőleg $üm^3$ -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 m^3 -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⁾ IIIa: 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



függetlenítéséről. A teljesítmény fokozása következtében, a munkások ugyanazon időre vonatkoztatott keresete, azonos fáradtság 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 eltelnie, amíg ennek a szakunkra nélkülözhetetlen tankönyvnek újabb kiadása kelhetett, bár a munkának első kötete már régen elfogyott és kapható nem volt. A társszerzők 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 növénytani tudás, a növény életének kutatása és ismerete a lefolyt negyven esztendő alatt keresztülment és a legnagyobb elismerés hangján szegezhetjük le azt az örvéndetes 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 ugyanolyan alapossággal és részletességgel leírja a sejtek tömörüléséből keletkező különböző szöveteiket 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 gondnal 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 növénytan 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 országcsonkítás, a politikai és gazdasági összeomlás katasztrófáinak kellett az országra reánehazedniök, 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 mult 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 reánehezető 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* szeméi 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 előbbre 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 ziehen 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 durchgeseibt 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 Versuchspartizelle 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, 21/2 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 resistenz 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. Bestandeschluss 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 Katjoch. 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 sylvaticum* 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 aufgefördert 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 andererseits 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 Verwesen 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 Oekonomie 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 erstand, 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, bezw. 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 Bezahnung, die Ausmasse der Zähne, Zahnfläche, Lückenfläche, Zahntiefe, Zahnspitzwinkel, Scherfwinkel; 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 *Bergknecht* 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 Biesenthal 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 *Strehlkes*, 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 fallenden 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 alledem 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 Reinertragnis des Waldes steigt.

Damit erscheint das Bestreben nach Rationalisierung der Arbeiten in der Forstbenutzung genügend begründet und müssen wir dies auch in unserem Heimatlande 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 unermüdlischen 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 Erstickung der Nation, die konstitutionellen Regierungen aber konnten inmitten der fieberhaften, auf die Einholung der jahrhundertelangen Ver-

säumnissen 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.—Varga L.</i> : Vizsgálatok az erdőtalaj protozoa-faunájáról	300
<i>Kövessi Ferenc dr.</i> : Az aperiódusosan csillapított harmonikus rezgőmozgás 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.—Schmotzer Gy.</i> : A ritkítási növedékről	77
<i>Stöcker Ottó dr.</i> : Vizsgálatok különböző termőhelyen nőtt növények vízhiányának nagyságáról	63
<i>v. Török Béla</i> : A fa mechanikai-technológiai vizsgálatának erdőgazdasági 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.—Sébor J.</i> : Kettősen tájékozott sokszögvonalak kiegyenlítése vektor-analitikus számításokkal	177
Intézeti és személyi ügyek	88
Irodalom	346
Kisebbségi 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
