Bibliotheca Universitatis Tartuensis.
No 2051
XIII 22

1928. XXXV.

Tartu Ülikooli
juures oleva
Loodusuurijate Seltsi Aruanded

toimetanud

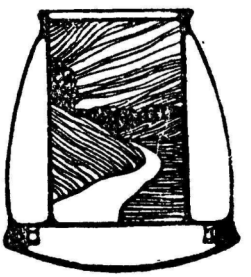
dr. Edv. Reinvaldt.

—*—

Sitzungsberichte
der
Naturforscher-Gesellschaft
bei der Universität Tartu

redigiert von

Dr. Edw. Reinwaldt.



Tartus — 1929 — Dorpat.

Tartu Ülikooli juures oleva Loodusuurijate Seltsi kirjastus.
Selbstverlag d. Naturforscher-Gesellschaft b. d. Universität Tartu.

K. Mattiesen'i trükk, Tartus.

Loodusuurijate Seltsi otsusel trükitud.

Est. A
Tartu Rukliku Ülikooli
Raamatukogu
9020

Autorid vastutavad teaduslikkude tööde sisu eest.

Für den Inhalt der wissenschaftlichen Arbeiten sind die Verfasser verantwortlich.

JUUBELI-VÄLJAANNE

1853—1928

JUBILÄUMSAUSGABE

Sisu. — Inhalt.

lk.

T. Ü. j. o. Loodusuurijate Seltsi pidulik 657. koosolek ülikooli aulas, Seltsi 75 a. juubeli puhul 28. sept. 1928 VII

Festsitzung der Naturforscher-Gesellschaft b. d. Universität Tartu (Dorpat), anlässlich des 75 jährigen Jubiläums in d. Aula d. Univ. am 28. Sept. 1928 IX

J. PIIPER: Lühike ülevaade Tartu Ülikooli juures oleva Loodusuurijate Seltsi arenemisest 1853—1928 a. XII

H. RIIKOJA: Suvisest hapnikukihitusest eutroofsetes järvedes XX

„ Resumé: Über die sommerliche Sauerstoffschichtung in den eutrophen Seen XXXI

Loodusuurijate Seltsi 1927 a. tegevuse aruanne 3

Jahresbericht d. Naturforscher-Gesellschaft f. d. Jahr 1927 5

A. ALTMANN: Bismuti puru elektritakistuste muutumine magnetväljas erineval rõhkel 8

„ Zusammenfassung 19

E. LEPIK: Beiträge zur Nomenklatur d. ostbaltischen Pilzflora I . . . 21

I. REINWALDT: Bericht über geologische Untersuchungen am Kaalijärv (Krater v. Sall) auf Ösel. (Mit Beiträgen v. A. LUHA) . . . 30

J. KUUSK: Flotationsversuche mit Estländischem Phosphorit 71

I. JACOBSON: Beiträge zu Protozoenkunde von Eesti 80

H. PERLITZ: On the Domain of the Atom of Bismuth in its Crystal . 113

„ Some Remarks on the Change of Volumes and Electric Resistances of Antimony and Arsenic at Fusion 121

A. ÖPIK: Über Trockenrisse und Regenspuren im Monograptusschiefer von Hodkovičky (Böhmen), und über die Entstehung der Graptolithenschiefer überhaupt 126

A. PARIS: Zur Kenntnis der Thixotropie 135

J. WILIP: Über Temperaturkompensation bei Vertikalseismographen . 147

V. KOERN: Eesti põlevkivi neutraalõlide dielektri jäävad 155

N. VEIDERPASS: Neuere Forschungen über die Anwendbarkeit des Brennschieferöles und der Phenolate zur Holzkonservierung . . . 174

A. RÜHL: Untersuchungen über die Humusazidität einiger Süd-Estländischer Wälder 187

K. ORVIKU: Uhaku. Kirde-Eesti karstiala stratigraafiast ja geomorfoloogiast 199
„ Referat: Der Uhaku. Zur Stratigraphie und Geomorphologie des NO-estnischen Karstgebietes 225
K. VEINMANN: Trohhoidkõveratest 233
„ Zusammenfassung 246
J. KLEIN: Quelques données zur l'Anthropologie des Sôrviens 247
A. ÖPIK: Über Muskelhaftstellen der Glabella von *Pseudasaphus tecticaudatus* Steinh. (*Crust., Trilobita*) und über die Funktion der Fazialsutur 292
G. VILBERG: Grundzüge der floristischen Erforschung Estlands . . . 307
H. MADISSON: Pärivusest kurikalduvusega perekonnas 339
„ Resumé: De l'Hérédité dans une Famille de Criminels 366
A. TAMMEKANN: Outlines of the Distribution of Population in Estonia 372

Autoreferate:

J. PIIPER: Die Evolution der Wirbelsäule des Vogels, illustriert auf Grund ihrer Entwicklung bei Sturmmöve und Strauss 380
J. PORT: Über die Wirkung der Neutralsalze auf die Koagulation des Protoplasmas bei *Paramaecium caudatum* 381
K. ORVIKU: Zur Kenntnis der untersten mittel-devonischen Schichten in Eesti 382
A. AUDOVA: Immobilisationszustände (Thanatose) des grossen Rosskäfers *Geotrupes stercorarius* 383
J. PIIPER: Die ontogenetischen Stadien und die Phylogenie des Vogelwirbels 384
A. PALDROCK: Neuere Untersuchungen auf dem Lepra-Gebiete . . 384
L. POSKA-TEISS: Über den Bau der larvalen Amphibienepidermis . 385
A. MIELER: Vorläufiger Bericht über die Geomorphologie des Peipusbeckens 386

Neu beschriebene sowie für Estland (Eesti) erstmalig festgestellte Tierformen — für 1927 387

T. Ü. j. o. Loodusuurijate Seltsi pidulik 657. koosolek ülikooli aulas, Seltsi 75 a. juubeli puhul 28 sept. 1928.

Koosoleku avab Seltsi esimees prof. dr. J. Piiper tervitades kokkutulnud liikmeid ja külalisi. Selle järele saab sõna pidukõneks prof. H. Riikoja, kes kõneleb teemile: „Suvine hapniku kihitus eutroofsetes järvedes."

Peale pidukõne teatab esimees, et Loodusuurijate Seltsi auliikmeks on valitud Tartu Ülikooli rektor prof. dr. Heinrich Koppel, ta teenete eest Loodusuurijate Seltsile ja eesti teadusele.

Järgnevad tervitused. Sekratär dr. T. Lippmaa esitab kirjalikud tervitused ja õnnesoovid.

Kodumaalt tervitavad: härra haridusminister Alfred Mõttus, teatades ühtlasi, et LUS-ile on määratud ühekordset toetust kultuurkapitalist 500 krooni; dir. Veiderman; linnanõunik K. Virma; peainspektort Kiivet; teedeministri abi K. Jürgenson; kaubandustööstusministeeriumi nimel ins. Kark; dr. A. Bunge; dir. Kuusik; insp. Peet; botaanik Th. Nenjukov; Alb. Üksip; ins. A. Vellner: direktor Kalkun; kapt. A. Thom; mag. W. Petersen; Tallinna Pedagoogium; Eesti Neuroloogia Selts; Õpetatud Eesti Selts; Tartu Eesti Arstide Selts; Akadeemiline Kirjandus Ühing; Akadeemiline Keemia Selts; Üliõpilaskonna Juhatus; Neobaltia vilistlaskogu.

Soomest on saatnud tervitusi: prof. Granö; prof. Cajander; Societas Scientiarum Fennica; Suomen Geologinen Seura; Helsingin Yliopiston Mineralogis-geologinen Laitos; Societas pro Fauna et Flora Fennica; Suomen Metsätieteellinen Seura; Suomalainen Eläin ja Kasvitieteellinen Seura; Suomen Maantieteellinen Seura.

Rootsist tervitavad: Akademie Royale des Sciences de Suede; Société des Sciences d'Uppsala.

Ungarist tervitab Magyar Botanikai Lapok.

Lätist on saatnud tervitusi: Naturforscher Verein zu Riga; Die Herdergesellschaft u. das Herderinstitut zu Riga; dr. P. Lackschewitz; prof. N. Malta; prof. R. Meyer.

Poolast tervitavad: Bibliothéque de l'Université de Varsovie; prof. dr. St. Tuhgutt; prof. Hryniewiecki.

Saksast tervitavad: Seltsi auliige prof. A. Tamman; Preussische Akademie der Wissenschaften; Preussisches Meteorologisches Institut; Naturforschende Gesellschaft des Osterlandes; Deutscher Seefischereiverein; Gesellschaft zur Förderung der Gesamten Naturwissenschaften zu Marburg; Naturwissenschaftlicher Verein in Osnabrück; Naturhistoriche Gesellschaft Nürnberg; Geologisch-Palaeontologisches Iustitut der Universität Greifswald; Physikalisch-medicinische Gesellschaft zu Würzburg; Preussische Geologische Landesanstalt.

Austriast tervitavad: Zoologisch Botanische Gesellschaft Wien; Oberösterreichischer Musealverein; Österreichischer Entomologen-Verein Wien, Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark in Graz.

Inglismaalt tervitab Cardiff Naturalists Society.

Prantsusmaalt —: LUS-i auliige prof. Gley.

Hollandist —: prof. Hugo de Vries; Botanisch Laboratorium en Hortus Botanicus, Utrecht.

Itaaliast saadab tervitusi Società Reale di Napoli.

Norrast —: (Institut Météorologique de Norvège.) Det Norske Meteorologiske Institutt.

Venest —: Observatoire Géophysique Central; Akademia Nauk SSSR; Société Mathematique de Moscou; Observatoire Pulkovo. prof. A. Arndt; prof. Kusnezov; Kostromskoje Naučnoje Obscestvo.

Rumeeniast —: Siebenbürgischer Verein für Naturwissenschaften.

Leedust —: prof. Regel; Faculté des Sciences de L'Université.

P. Ameerika Ühisriikidest —: The New-York Academy of Sciences; The Academy of Natural Sciences of Philadelphia.

Chilest tervitab prof. dr. A. Lipschütz ja Concepcion'i Bioloogiline Selts.

Kirjalikkude tervituste ettekandmise järele saab sõna rektor prof. H. Koppel kes tervitab LUS-i Tartu Ülikooli nimel.

Akadeemilise Matemaatikute Seltsi poolt tervitab dotsent J. Nuut.

Järgneb esimehe prof. J. Piiperi ülevaade LUS-i tegevusest ja ajaloost 75 aasta kestel.

Koosolek lõpeb prof. J. Piiperi lõpusõnaga.

Festsitzung der Naturforscher-Gesellschaft b. d. Universität Tartu (Dorpat), anlässlich des 75-jährigen Jubiläums, in der Aula der Universität am 28. Sept. 1928.

Der Präses der Gesellschaft Prof. J. Piiper eröffnet die 657. Sitzung mit einer Begrüssungsrede an die Mitglieder und Gäste.

Hierauf erhält das Wort Prof. H. Riikoja zur Festrede über das Thema: „Über die sommerliche Sauerstoffschichtung in den eutrophen Seen". Nach der Festrede macht der Präses die Mitteilung, dass die Gesellschaft den Rektor der Universität Herrn Prof. Dr. Heinrich Koppel, in Anbetracht seiner grossen Verdienste, zu ihrem Ehrenmitgliede gewählt hat.

Darauf werden vom Sekretären Dr. Th. Lippmaa die eingelaufenen schriftlichen Glückwünsche verlesen, unter welchen sich folgende befinden.

Von einheimischen Institutionen und Personen: vom Unterrichtsminister Herrn Dr. Alfred Mõttus, welcher zugleich über die Bewilligung einen einmaligen Subsidie v. K. 500 für die Gesellschaft, aus den Summen des Kulturkapitals, Mitteilung macht; von Herrn Dir. A. Weiderman; von Herrn Stadtrat K. Wirma; von Herrn Insp. Kiiwet; vom Gehülfen des Verkehrsministers Herrn K. Jürgenson; von Herrn Ing. Kark, im Namen des Handels- und Industrieministeriums; vom korrespondierenden Mitgliede der Gesellschaft Herrn Dr. A. Bunge; von Herrn Dir. Kuusik; Herrn Insp. Peet; von den Herrn Th. Nenjukow und Alb. Üksip; von Herrn Ing. A. Wellner; von Herrn Dir. Mag. W. Petersen; von Herrn Dir. Kalkun und Herrn Kapitän A. Thom; vom Tallinna Pedagoogium; vom Eesti Neuroloogia Selts; von dem Õpetatud Eesti Selts; dem Tartu Eesti Arstide Selts; dem Akadeemiline Kirjandus Ühing; vom Akadeemiline Keemia Selts; vom Vorstande der Studentenschaft und vom Philisterverbande der Neobaltia.

Aus Finnland: von Herrn Prof. Granö und Herrn Prof. Cajander, sowie von den Vereinen: Societas Scientiarum Fennica; Suomen Geologinen Seura; Helsingin Yliopiston Mineralogis-geologinen Laitos;

Societas pro Fauna et Flora Fennica; Suomen Metsätieteellinen Seura; Suomalainen Eläin ja Kasvitieteellinen Seura, Suomen Maantieteellinen Seura.

Aus Schweden: von der Akademie Royale des Sciences de Suede und der Société des Sciences d'Uppsala.

Aus Ungarn vom Magyar Botanikai Lapok.

Aus Lettland: vom Naturforscher Verein zu Riga; von der Herdergesellschaft und dem Herderinstitut zu Riga; von Herrn Dr. P. Lackschewitz und den Herren Prof. N. Malta und R. Meyer.

Aus Polen: von der Bibliothéque de l'Université de Varsovie und den Herren Professoren Dr. St. Tuhgutt und Hryniewiecki.

Aus Deutschland: vom Ehrenmitgliede der Gesellschaft Herrn Prof. A. Tamman; von der Preussischen Akademie der Wissenschaften; vom Preussischen Meteorologischen Institut; von der Naturforschenden Gesellschaft des Osterlandes; vom Deutschen Seefischerverein; von der Gesellschaft zur Förderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg; vom Naturwissenschaftlichen Verein in Osnabrück; von der Naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg; vom Geologisch-Palaeontologischen Institut der Universität Greifswald; von der Physikalisch-medizinischen Gesellschaft zu Würzburg und von der Preussischen Geologischen Landesanstalt.

Aus Österreich: von der Zoologisch Botanischen Gesellschaft, Wien; vom Oberösterreichischen Musealverein, vom Österreichischen Entomologen-Verein Wien und vom Naturwissenschaftlichen Verein für Steiermark in Graz.

Aus England von der Cardiff Naturalists Society.

Aus Frankreich vom Ehrenmitgliede der Gesellschaft Herrn Prof. Gley.

Aus Holland von Herrn Prof. Hugo de Vries und vom Botanisch Laboratorium en Hortus Botanicus, Utrecht.

Aus Italien von der Società Reale di Napoli.

Aus Norwegen vom Det Norske Meteorologiske Institut.

Aus Russland: vom Observatoire Géophysique Central; von der Akademia Nauk SSSR; von der Société Mathematique de Moscou; vom Observatoire Pulkovo; von der Kostromskoje Naučnoje Obscestvo; von den Herren Prof. A. Arndt und Kusnezov.

Aus Rumänien vom Siebenbürgischen Verein für Naturwissenschaften.

Aus Litauen von der Faculté des Sciences de l'Université und von Herrn Prof. Regel.

Aus den Vereinigten Staaten von N.-Amerika — von der The New-York Academy of Sciences und der Academy of Natural Sciences of Philadelphia.

Aus Chile von der Biologischen Gesellschaft zu Concepcion und von Herrn Prof. A. Lipschütz.

Nach Verlesung der schriftlichen Glückwünsche erhält das Wort Rektor Prof. H. Koppel, welcher im Namen der Universität der Gesellschaft zum Festtage gratuliert. Im Namen des Akademisch-mathematischen Vereins tut dieses Herr Doz. J. Nuut.

Darauf gibt der Präses Prof. J. Piiper einen Überblick über die Entwicklung und die 75-jährige Tätigkeit der Gesellschaft.

Der Präses schliesst die Festsitzung mit einem an die Mitglieder und Gäste gerichteten Schlusswort.

Lühike ülevaade Tartu Ülikooli juures oleva Loodusuurijate Seltsi arenemisest 1853-1928 a.

J. Piiper.

Loodusuurijate Seltsi asutamise mõte tekkis aastal 1851. Sel aastal lõpetas „Keiserlik Liivimaa Ökonoomia ja Üldkasu Selts“ Liivimaa topograafilise kaardistuse ja seadis omale järgnevaks ülesandeks Liivimaa looduse uurimise. Selle ülesande teostuseks pakkusid seltsile oma abi rühm Tartu ülikooli õpejõude. 30 mail 1851 esitasid viimased L. Ö. S. palve asutada seltsi juure loodusteaduslik osakond, mille eesmärgiks oleks Liivi-, Eesti- ja Kuuramaa looduse uurimine. Palvele olid alla kirjutanud: mineraloogia eradotsent A. G. Schrenk, L. Ö. S. president C. Ed. v. Liphardt, botaanika professor A. v. Bunge, füüsika professor L. Fr. Kämtz, eradotsent H. Asmus, keemia professor C. Schmidt, farmakognoosia professor R. Buchheim, agronoomia professor A. Petzoldt astronoomia professor H. Mädler, anatoomia professor C. Reichert ja zooloogia professor E. Grube.

L. Ö. S. tuli palvele vastu ja lubas asutatavale osakonnale rahalist abi 200—300 rub. aastas ning omad ruumid kasutamiseks ja valis asutajad liikmed oma auliikmeteks.

4 apr. 1853 kinnitakse kõrgemalt poolt Tartu Loodusuurijate Seltsi kui L. Ö. S. osakonna põhikiri. 28 sept. 1853 oli uue Seltsi esimene koosolek. Valiti nõukogu ja nimelt presidendiks K. E. v. Liphardt, sekretäriks A. G. Schrenk ja liikmeteks A. v. Bunge ning E. Grube. Ühtlasi valiti 2 auliiget, 66 tegevat ja 11 korrespondeerivat liiget. Otsustati välja andma hakata „Liivi-, Eesti- ja Kuuramaa loodusteaduse arhiivi“ ja „Tartu Loodusuurijate Seltsi aruandeid“. Otsustati asutada raamatu- ja loodusesemete kogud, milledele A. G. Schrenk oma kingitustega aluse pani. Üldse tuleb rõhutada sekret. A. G. Schrenk'i ennastsalgavat tegevust uue Seltsi huvides.

Noor Selts korraldas L. Ö. S. ainelisel toetusel rea teaduslikka ekskursioone. Ekskursioonide resultaadid refereeriti koosolekutel,

mida esialgul 3 korda aastas ja pärastpoole rohkem peeti. Teaduslikkude kogude hooldajateks valiti konservaatorid.

Aastal 1863 valiti C. E. v. Liphardt'i asemele Seltsi presidendiks G. v. Samson-Himmelstierna ja peale viimase surma aastal 1868 C. v. Seidlitz.

Aastal 1869 tabasid Seltsi raskused. L. Ö. S. lõpetas rahalise toetuse andmise, mis Seltsi töö peale halvavat mõju avaldas. Esimees C. v. Seidlitz ja sekretär prof. Dr. Flor lahkusid nõukogust.

Uueks presidendiks valiti K. E. v. Baer ja sekretäriks A. v. Oettingen. Suurt tõusu ja hoogu oli Seltsi elus märgata. K. E. v. Baer'i eeskujul ja õhutusel hakati kodumaa uurimise kõrval ka üldloodusteaduslikke probleeme käsitama. Ülikool lubas Seltsile raamatukogu hoiuks ja koosolekute pidamisehs omi ruume tarvitada. Prof. A. v. Oettingen hoolitses eriti Seltsi liikmete arvu tõstmise ja rahalise vara kasvamise eest. Asutati eluaegse liikme institutsioon ühekordse maksuga 50 rub. suuruses. K. E. v. Baer katsus korduvalt Seltsi sidemeid L. Ö. S. tihedamaks sõlmida. Kuid see ei õnnestunud ja prof. F. Bidder'i ajal, kes 1876 a. K. E. v. Baer'i asemele astus, katkes ühendus L. Ö. S. ja osakonna vahel täiesti. Viimane muutus iseseisvaks „Tartu ülikooli juures olevaks Loodusuurijate Seltsiks". See oli aastal 1878. Samal aastal — Seltsi 25 a. juubeli aastal — kinnitati Seltsi põhikiri, mis praegugi veel maksmas. Lahkuminek sündis L. Ö. S. nõusolekul, kes uue Seltsi suhtes kõigist oma õigustest loobus samati kui ka ülikooli nõusolekul, kes Seltsi oma kaitse alla võttis. Kuid vastandiks teistele Vene ülikoolide juures olevatele loodusuurijate seltsidele, kes riigivalitsuselt 2500 rub. aastas toetust saivad, ei saanud meie Selts esialgul riigi poolt abi ja alles hiljem õnnestus prof. F. Bidder'il kroonult 500 rub. aastast abiraha saada.

Aastal 1884 prof. F. Bidder'i 50 a. doktori juubelipäeva puhul ilmutas Selts esimese vihu oma väljaannete 3 seeriast nimelt „Kirjatöid" („Schriften"). Aastal 1886 pärandas v. Schrenk Seltsile 1000 rub. kapitali ja alates 1889 a. hakkas ka ülikool Seltsile 250 rub. aastas abi andma. Bidder'i aega iseloomustab Seltsi ainelise ja vaimlise jõu kasvamine. Liikmete arv, ettekannete hulk ja sidemete tihedus välismaa seltsidega kasvas. Aastal 1889 kolis Selts oma kollektsioonidega Tiigi tänavale v. Oettingeni maija, kuna raamatukogu ülikooli raamatukokku paigutati.

Aastal 1889 lahkus prof. F. Bidder vanuduse tõttu juhataja ametist, milles ta 13 aastat Seltsi teenis — kauem kui ükski tema

eelkäijatest ja järglastest. Järgnevate juhatajate professorite Dragendorff'i, Schmidt'i, Russov'i ja v. Kennel'i aegul arenes Seltsi elu normaalselt. Aastal 1892 korraldati pidulik istang K. E. v. Baer'i 100 aastase sünnipäeva mälestuseks. Ekskursioone neil aastail ei toiminud peale A. Stieren'i reisu Valgemerele.

Aastal 1899 sündis Seltsi elus tähtis muutus. Otsustati seni valitseva saksakeele kõrval Seltsi asjaajamises ja väljaannetes ka venekeelt tarvitama hakata. Põhjuseks oli vene rahvusest liikmete arvu kasvamine. Juhataja kohalt taganeva prof. J. v. Kennel'i asemele valiti 1899 a. prof. K. Dehio, kes aastal 1901 prof. G. W. Levitski'le aset andis. Levitsky ajal õnnestus Seltsil kroonult 1000 rub. aastast abiraha nõutada. Aastast 1900 alates hakati uuesti ekskursioone korraldama. Ekskureeriti niihästi Vene — kui ka Baltimaal.

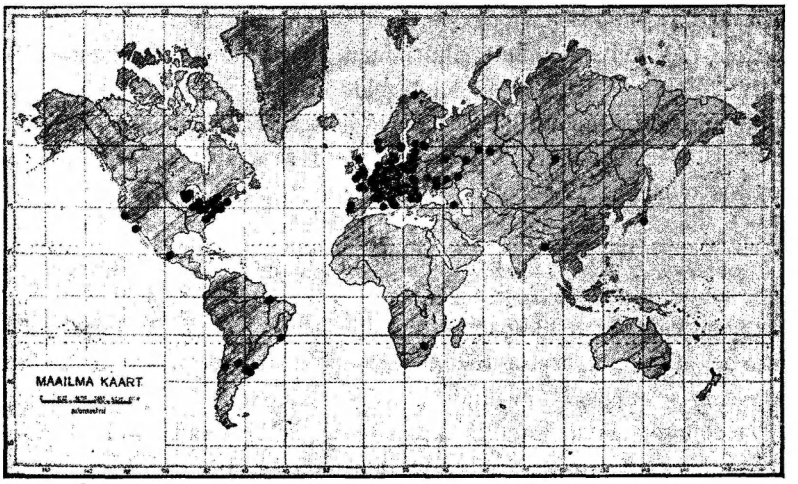
Aastal 1905 valiti esimeheks prof. N. J. Kusnetsov. Samal aastal asus Selts uude korteri Jaani tän., kuhu ka Seltsi raamatukogu asetati. Ka asutati sel aastal Seltsi juure „Järve komisjon" ülesandega Liivimaa järvi uurida. 1905 aastal õnnestus Seltsil tänu prof. N. J. Kusnetsov'i ja prof. Andrusov'i hoolele kroonult juba 2500 rub. aastas toetust saada. Peale selle sai Selts toetust ka põllutöö departemangult. Kõik see võimaldas suuremaid summasid ekskursioonide korraldamiseks välja anda. Aastal 1906 asutati Seltsi teaduslikkude tööde kirjastamiseks eriline redaktori amet. Aastal 1907. korraldati Seltsi juure pedagoogiline komisjon mille eesmärgiks oli füüsika ja keemia õpemeetodide arendamine. Neil aastail tekkis Seltsil hoogsa uurimisreisude korralduse ja teaduslikkude tööde ülitõhtsa kirjastuse tõttu paari tuhande rublane võlg. Võla katteks ei korraldatud 1908 a. ekskursioone ja ka järgneval paaril aastal oldi nendega väga tagasihoidlik. 1909 a. 12 veebr. korraldas Selts Darvini istangu, Darvini kuulsa liikide põlvenemist käsitava raamatu 50 aastase juubeli puhul. 1909 ja 1910 a. on Seltsi tegevuses väsimust märgata. Teoseid ilmub vähe.

1911. a. valiti esimeheks prof. E. A. Schepilevsky. 26. sept. 1913 korraldati pidulik istang Seltsi 60 aastapäeva ja 500 koosoleku mälestuseks.

Ilmasõda avaldas Seltsi töö peale rasket mõju. Sidemed välisseltsidega katkesid. Paljud tegevliikmed läksid sõjaväkke. Venemaaga vaenus olevate riikide kodakondsusest pärit olevad Seltsi auliikmed kustutati Seltsi nimekirjast. Kuid siiski ilmus 1915 a. kirjatööde 22 ja 1916—23 köide (viimased venekeelsed väljaanded).

1918 a. kevadel valiti presidendiks prof. B. Sresnevsky, kes sama aasta suvel Saksa okkupatsioonivõimude survel Tartust lahkus ja Seltsi asjad vastavalt ülikooli valitsuse korraldusele prof. G. Landesen'ile üle andis. Sügisel 1918 a. katsus prof. G. Landesen Seltsi tegevust elustada, kuid punaste vägede tulekul katkes töö kuni rahutegemiseni enamlastega.

Maikuul 1919 valiti uus juhatus — esimeheks prof. G Landesen, Seltsi töö hakkas edenevalt arenema. 1920 a. asutakse Seltsi juure prof. F. Bucholtz'i algatusel Looduskaitse osakond ja 1924 a. tekib rektor prof. H. Koppel'i õhutusel Ornitoloogia



Joon. 1. L. U. Seltsiga väljaannete vahetuses olevate teaduslikkude seltside ja asutuste geograafiline levimine.

(praegune Zooloogia) osakond. Samal aastal asub Selts ülikooli ruumidesse Aia tän. 46. 1923 a. otsustas Selts omas töös riigikeelt tarvitama hakata. Seoses keele muutusega lahkub prof. G. Landesen esimehe kohalt ja ta asemele valitakse 1923 a. prof. J. Piiper. Viimaste aastate jooksul on Selts ekskursioonide korraldamisega kodumaa uurimiseks elavat tegevust avaldanud.

Kõike kokku võttes selgub, et 75 a. vältel on korraldatud 123 ekskursiooni — neist 95 Balti- ja 28 Venemaale. Koosolekuid on olnud 656 ja neil ettekantud 1309 referaati, milledest suurem osa Seltsi väljaannetes trükitud. Neist 1309 referaadist oli zooloogilisi 390, botaanilisi 181, geoloogilisi 102, keemia üle 81, arstiteadusest 79, geografiaast 76, geofüüsikast 65, füüsikast 63, hüdroloogiast 44,

astronoomiast 31, rohuteadusest 20, matemaatikast 15, füsioloogiast 14, antropoloogiast 13 ja mitmesuguse sisuga 134.

Seltsi kirjavarast on ilmunnd 1) „Liivi-, Eesti- ja Kuuramaa arhiivi“ I seeriast 10 köidet, II seeriast 14 köidet; 2) „Aruandeid“ 35 köidet ja 3) „Kirjatöid“ 24 köidet.

Tegevliikmeid on praegu 221, auliikmeid 6 ja kirjavahetajaid liikmeid 5. Seltsiga kirjateoseid vahetavate välismaa seltside ja asutuste arv on 278 (joon. 1)*).

L. U. S. ajalugu võib mõne iseloomustava tunnuse alusel reaks perioodideks liigestada.

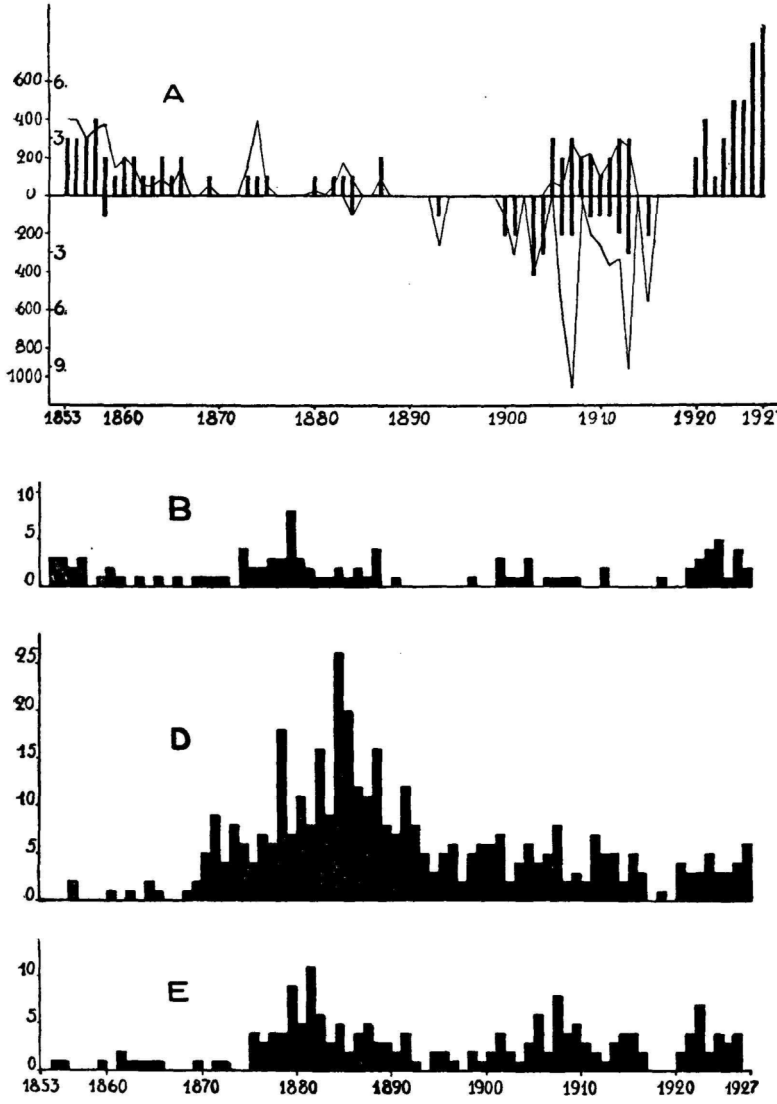
Esimesel perioodil 1853—1869 esines Selts „Keiserliku Liivimaa Ökoloogilise Seltsi“ osakonnana ja oli viimasest majanduslikult ärarippuv. Uuriti ainult Baltimaad. Uurimuste tulemuseks oli „Liivi-, Eesti- ja Kuuramaa looduseloo arhiivi“ I seeria 4 köidet, mis põhjapanevaid geoloogilisi ja paleontoloogilisi töid sisaldavad. „Arhiivi“ II seeriast ilmus 6 köidet aluseid rajavaid botaanilisi ja zooloogilisi teoseid. „Aruandeid“ ilmus 2 köidet. Koosolekuid oli keskmiselt 3 aastas.

Teine viljakas periood algab v. Baer'i ajaga 1869 ja lõpeb Vene mõju võimule pääsuga 1894 a. Sel perioodil hakati Baltimaade uurimuse kõrval ka üldloodusteaduslikke probleeme käsitama. Liikmete arv (joon. 3, A) ja teoste vahetus välismaaga kasvab. Istangute arv tõuseb keskmiselt 8—9 aastas kuna ettekannete arv absoluutse maksimumini tõusis (joon. 3, A). Baltimaid käsitavate ettekannete arv kerkis maksimumini (joon. 3, B). Ekskursioonideks kulutatud summade suurus oli vähem kui esimesel perioodil (joon. 2, A). Suurem osa eelarvest läks trükikuludeks. Esimesed „Kirjatööd“ („Schriften“) hakkasid ilmuma. „Arhiivi“ I seeriast ilmus 5 köidet, mis tähtsaid geoloogilisi ja meteoroloogilisi töid sisaldavad. „Arhiivi“ II seeriast ilmus 4 köidet Baltimaid käsitavate botaaniliste ja zooloogiliste teostega. „Aruandeid“ ilmus 8 ja „Kirjatöid“ 7 köidet.

Perioodi 1894—1900 iseloomustab Seltsi tegevuse langus — iseäranis 90-date aastate teises pooles (joon. 3, A, B). Liikmete, koosolekute, ettekannete, Baltimaid käsitavate ettekannete ja ekskursioonide arv ja toetussummad kahanevad (joon. 2, A, B, D, E). „Arhiivi“ I seeria ei ilmu, II seeriast ilmub ainult 1 köide. „Aruandeid“ ilmub 2 ja „Kirjatöid“ 2 köidet. Selle nähtuse põhjuseks

---

*) Diagrammid koostanud stud. zool. H. Mühlberg ja joonistanud stud. rer. nat. S. Riig, stud. zool. J. Rebane, stud. zool. H. Mühlberg.



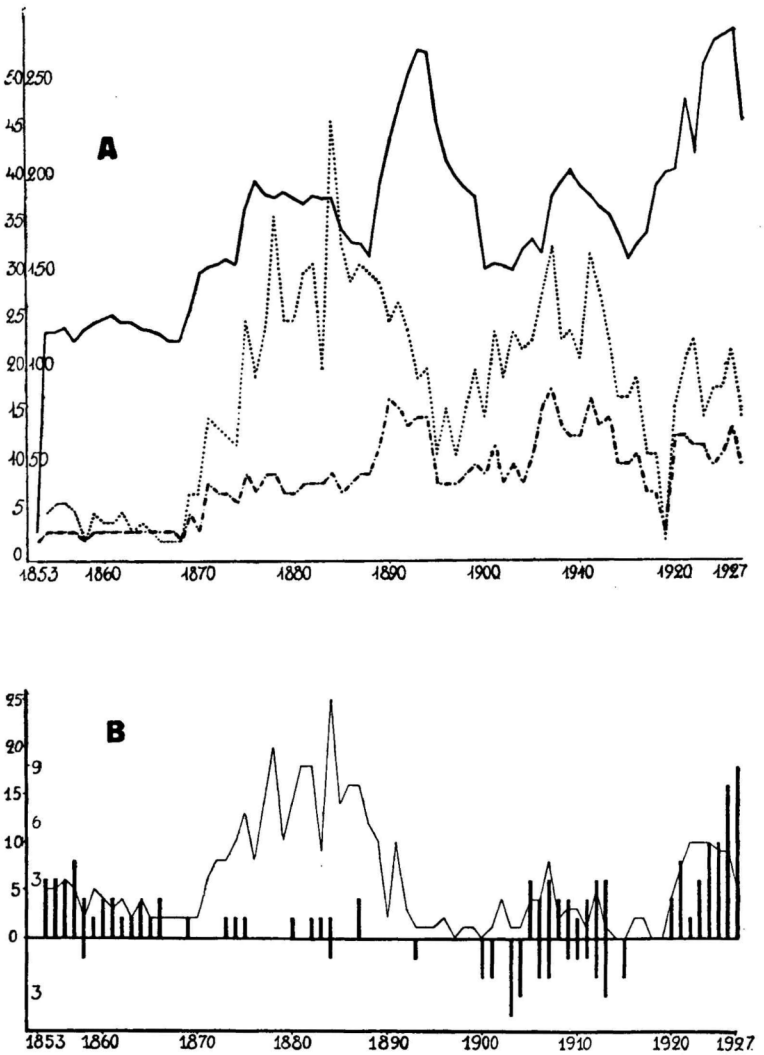
Joon. 2.

A. Vertikaaljooned kujutavad teaduslikke reise abstsissi ülapoolel Läänemere maile, -alapoolel Venesse. Reisude arv ordinaadi paremal küljel. Kõver kujutab reisudeks väljaantud summi; (hinnatud vene kuldrublades). Summade suurused ordinaadi vasakul küljel.

B. Geoloogilised ettekanded.

D. Zooloogilised ettekanded.

E. Botaanilised ettekanded. Horisontaalteljel aeg 1853—1927. Vertikaalteljel ettekannete arv.



Joon. 3.

A. Abstsissil — ajavahemik 1853—1927 kümnete aastate kaupa. Ordinaadi paremal poolel liikmete arv, mis kujutatud pideva joonega. Ordinaadi vasakul poolel ettekannete ja koosolekute arvud. Esimesi kujutab punktiir-, teisi joon-punktiirkõver.

B. Vertikaaljooned kujutavad teaduslikke reise. Abstsissi ülapoolel Läänemere maile, alapoolel Venesse. Reisude aastane arv on märgitud parempoolsel ordinaadil. Kõver kujutab Läänemere maade uurimist puudutavate ettekannete arvu, mille suurused annab vasak ordinaadi pool.

on sisemine heitlus saksa- ja venemeelse orientatsioonide vahel. 1899 a. saab ametlikuks keeleks venekeel ja saksakeel jääb abikeeleks.

Vene perioodil, 1900—1919 kindlustub Seltsi rahaline seis. Eelarve tõuseb kiirelt 3 kordseks. Ekskursioonideks välja antud summad kasvavad (joon. 2, A). Ekskureeritakse nii Vene — kui ka Baltimail (joon. 2, A). „Arhiivi" I seeria ei ilmu, II-st seeriast ilmub ainult 2 köidet. „Aruandeid" ilmub 11 ja „Kirjatöid" 14 köidet. Mõlemad sisaldavad väärtuslikka teoseid peaasjalikult üldloodusteadusest ja Venemaast. Asutakse järve ja pedagoogiline komisjonid.

Ilmasõja perioodil 1915—1919 langeb Seltsi tegevus madalamale kui kunagi enne. „Aruandeid" ilmub 2 ja „Kirjatöid" 2 köidet. Eesti perioodil asutakse Looduskaitse ja Ornitoloogia (praeg. Zooloogia) osakonnad. Teadusliku töö hulk avaldab aeglast tõusu kõikumistega normaalpiirides (joon. 3, A). Ekskursioone korraldakse rohkem kui kunagi varemalt ja Baltimaid käsitavate ettekannete hulk tõuseb (joon. 3, B). Ilmuvad „Arhiivi" I seeria 10. köite 1. anne ja II seeria 1 köide. „Aruandeid" ilmub 11 köidet ja XXXV köite 1. anne. „Kirjatöödest" aga ilmub 24-jas köide.

Sisu järele esinevad üksikud ettekanded (joon. 2, B, D, E) I perioodil enam vähem võrdselt väikese geoloogilise ülekaaluga. Alates 1869 domineerib zooloogia ja püsib ses olekus üldiselt käesoleva ajani. Botaanika asub üldiselt 2. kohal kuid tõuseb vahete vahel ka esiplaanile. Geoloogia on esikohal 1. perioodil, Vene perioodil muutub katkendiliseks ja avaldab tõusu Eesti perioodil.

Üldiselt avaldab Seltsi tegevus alates v. Baer'i ajast kahte tõusu ja kahte languse perioodi. Tõusud olid Baer'i Bidder'i Dragendorff'i ja Vene aegul, langused venestuse ja ilma sõja aegul. Kas Eesti periood ka suuremaks tõusuks kujuneb seda näitab tulevik.

Suvisest hapnikukihitusest eutroofsetes järvedes.

H. Riikoja.

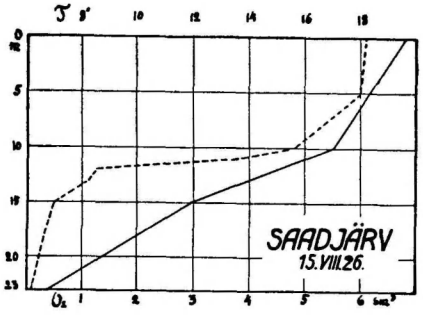
Kuna hapnikuhulk õhus, üldiselt võetult, maapinnal kõikjal e. v. sama on (keskmiselt 20,93—20,95 voluumi %) ning selle hulga muutumine maapinnast kõrgemale tõustes samuti e. v. ühtlaselt toimub, on lugu vees sisalduva lahustunud hapniku hulgaga teissugune. Eriti on see maksev sisevete, mitmesuguste järvede, järvikute, olmade j. m. s. suhtes, kus leiame igas veekogus erinevat lahustunud hapniku hulka ning selle kihitust. See vahe õhu ja vee hapnikusisalduse vahel oleneb eeskätt hapniku erinevast lahustuvusemäärast vees eri t° ja rõhu juures.

Aastal 1895 kirjutas F. Hoppe-Seyler oma uurimuses „Über die Verteilung absorbierter Gase im Wasser des Bodensees und ihre Beziehungen zu den in ihm lebenden Tieren und Pflanzen“: „So bietet sich also eine Fülle von unerledigten Fragen dar, sobald man daran geht, die Schicksale des im Wasser absorbierten Sauerstoffes näher ins Auge zu fassen; aber wir dürfen die Kenntnis der Verteilung des Sauerstoffdefizits in den verschiedenen Wasserschichten als den ersten Schritt ansehen auf dem Wege, der zur Erkenntnis der Vorgänge führt, welche sich durch das Leben der Organismen im Wasser von Seen und Meeren vollziehen“. Sellest ajast on ilmunud rida töid, mis kas ainuüksi pühendatud teatud veekogu hapnikusisalduse käsitlusele või mis puudutavad seda küsimust kõrvalküsimusena. Selle üle veerandsajandi vältel tehtud töö kokkuvõttena ilmus käesoleva aasta alul A. Thienemann'i töö „Der Sauerstoff im eutrophen und oligotrophen See“.

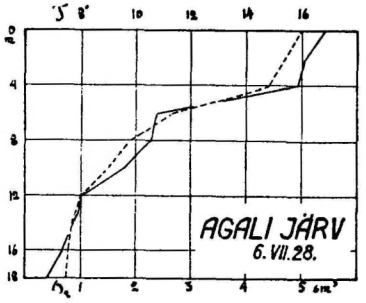
Vaatamata Hoppe-Seyleri töö ilmumisest Thienemanni töö ilmumiseni tehtud suurele tööhulgale pole siiski järvede hapnikurežiimi ehk -majandamisse puutuvad küsimused leidnud täielikku ning üksmeelset lahendamist. Käesolevas ülevaates ei saa kõne alla võtta tervet küsimust kogu ulatuses, vaid peatun ainult olude juures, mida tähele võime panna suvel nn. eutroofsetes ehk heatoitelistes —

toitesoolade, seega ka planktoni ja enamasti ka põhjafauna poolest rikastes järvedes.

Jättes kõrvale üksikasjad ja vähemad erinevused võime mainitud järvi suviste hapnikuolude järele liigitada kolme rühma. Esimese rühma järvedes leiame pinnakihis hapnikurikkust: vesi on siin pinna t° vastavalt e. v. hapnikuga küllastatud või koguni üle küllastatud. Laskudes sügavamale paneme tähele t° langemist, ühtlasi ka hapnikusisalduse langemist. See langemine toimub kuni nn. thermocline'ini ehk temperatuuri hüppekihini kaunis ühtlaselt ja aeglaselt. Temperatuuri hüppekihis, kihis, kus vee t° võrdlemisi lühikese maa ulatusel, mõnikord vaid paari, isegi ühe või koguni meetri teatud murdosa

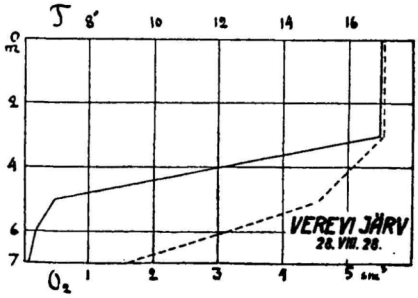


1. joon. Saadjärve temperatuuri- (·····) ja hapnikukõver (———).



2. joon. Agali järve temperatuuri- (·····) ja hapnikukõver (———).

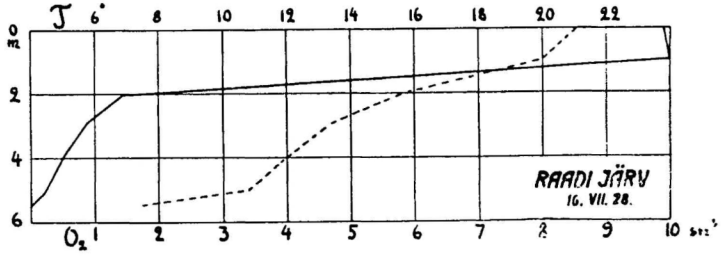
ulatuses tunduvalt — kuni mitme kraadi võrra — langeb, näeme sama järsku toimuvat hapnikusisalduse langust. Allpool temperatuuri hüppekihti — nn. hüpolimnionis — toimub t° kui ka hapnikusisalduse langemine sügavuse kasvades jällegi aeglaselt ning e. v. ühtlaselt. Teiste sõnadega: temperatuuri ja hapnikusisalduse kõverad on säärastes järvedes paralleelsed. See pilt esineb kõige sagedamini. Kodumaa järvedest näeme seda minu poolt läbi uuritud Saadjärves (1. joon.), Agali j. (2. joon.), Vasula j. ning reas teistes. Sama pilti leiame enamikus kaunis põhjalikult läbi uuritud Põhja-Saksa ja Põhja-Ameerika järvedes; ka enamik muid tempereeritud eutroofseid järvi omab samasugust hapnikukihitust. Niverdis sellises hapnikukõveras on suuremates ja sügavamates järvedes tavaliselt nõrgemalt välja kujunenud, väiksemates ja madalamates järvedes esineb ta aga eriti ilmselt, hapnikuhulga kahanemine metalimnionis toimub seega sügavuse kasvades eriti kiiresti, mida on märgata näit. Verevi (3. joon.) ja Raadi (4. joon.) järve kõveraid vaadeldes.



3. joon. Verevi järve temperatuuri- (·····) ja hapnikukõver (———).

Palju haruldasem on teine juht, kus peale põhjas esineva hapnikumiinimumi esineb veel teine, nn. metaliminiline miinimum, s. t. temperatuuri hüppekihi piirkonnas esineb veekiht madalama hapnikusisaldusega kui sellest ülal- ja allpool olevates kihtides. Põhja pool näeme samasugust aeglast hapnikusisalduse langemist kui eelmiselgi juhul. Säärastest järvedest võiks nimetada Bjeloe järve Venemaalt, mõnd Põhja-Saksa järve, näit. Tollensesee, Pielburger See ja m. t., Nagowicka, North Lake ja paari teist Põhja-Ameerikast, Skärhult'i Rootsist (5. joon.) jne.

Kolmas veel haruldasem juht on, et hapnikusisaldus on väikseim metalimnionis, siit peale aga kasvab hapnikuhulk põhjani järjekindlalt.

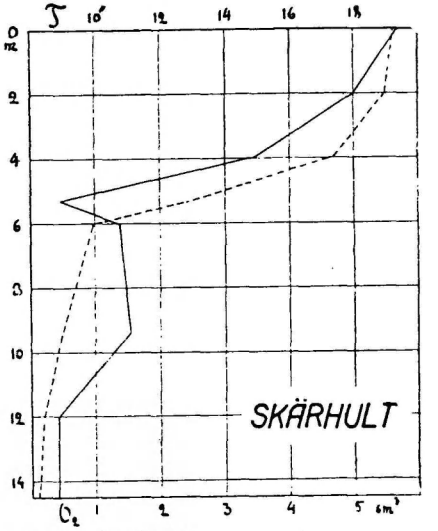


4. joon. Raadi järve temperatuuri- (·····) ja hapnikukõver (———).

Sääraseid järvi tuntakse seni vaid üksikuid; klassikalise näitena tuleb nimetada Glubokoje järve Venemaal (6. joon.), teistest võiks mainida Ukleisee Saksamaal (ka Plöni järve Bosautief'is on mõnda puhku sellist hapniku stratifikatsiooni tähele pandud) ning Wigry järve Poolas. Tänu stud. zool. A. Määr'ile, kes minule oma andmed lahkeks kasutamiseks andis, tunnen Eesti järvede seas kaht säärast järve, nimelt Viljandi ja Karula järve (7. joon.), kus võime tähele panna sama asjaolu.

Põhja lähikonnas esineva hapnikuhulga järk-järgulist kahanemist põhjustavaks teguriks peetakse üldiselt põhjasetet: gyttja ehk kõnts tarvitab mädanemiseks hapnikku ning haugib seda peal asuvatest vee-

kihtidest. Vaidlusealuseks aga on küsimus, millega seletada kiiret hapnikuhulga langemist metalimnionis esimesse rühma kuuluvates järvedes ning metalimnilise hapnikumiinimumi tekkimist kahel viimasel juhul.



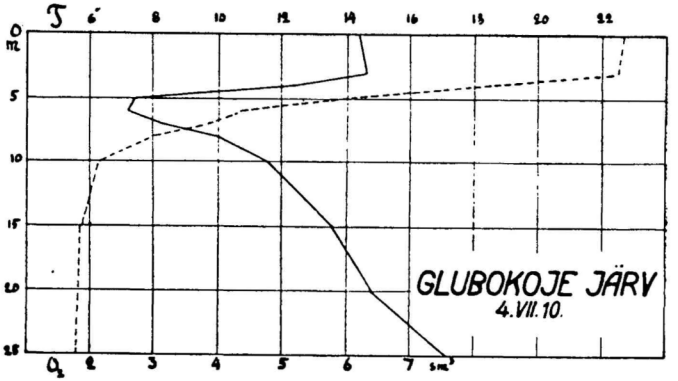
5. joon. Skärhult'i temperatuuri- (.....) ja hapnikukõver (———).

Esimestena püüdsid hapnikukihituse tekkimist seletada E. A. Birge ja Ch. Juday. Nimelt arvasid nad, et siin on tegemist hapniku kaduga, mis tingitud organismide mädanemisest metalimnionis. Fütoplankton, tekkides ülemistes, soojemates ja valgustatud veekihtides, langeb aeglaselt sügavamale, eriti surevad ja juba surnud organismid. Ülemistes, soojemates veekihtides toimub see langemine kiiremini. Jõudes temperatuuri hüppekihini, satuvad langevad osakesed vette, milles suurema seesmise hõõrduvuse tõttu langemine takistatud, peatuvad siin pikemat aega ning tekitavad mädanedes kiire hapnikuhulga kahanemise neis kihtides.

Teised autorid, näit. L. Minder, N. Woronkoff, peavad metalimnionis esineva hapnikuhulga kiire kahanemise ning eriti metalimnilise hapnikumiinimumi tekitajateks loomorganismе, zooplanktereid, kes vastavasse kihti koondunult hingamiseks hapniku ära tarvitavad.

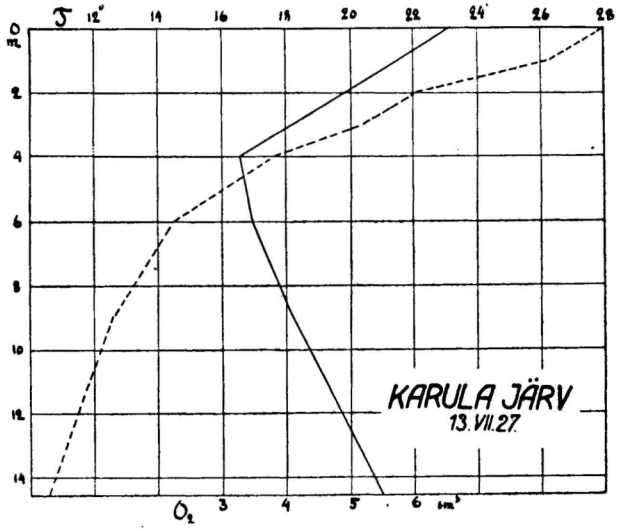
M. Auerbach oma Bodeni järve uurimiste põhjal tuli lõpptulemusele, et järve vee hapnikusisalduse kõikumine on tingitud eeskätt t^0 muutuse käigust — seega puhtfüüsikalist laadi nähtus, ning võib olla vaid vähesel määral hapnikuprodutsentide ja -konsumentide elutegevusest mõjustatud. Kuid samu Auerbachi arvulisi andmeid kasutades püüab H. Utermöhl teisest seisukohast lähtudes näidata, et hapnikukonsumentide ja -produtsentide tähtsus Bodeni järve hapnikumajandamisele siiski suurem on kui Auerbach seda oletab. Omalt poolt püüab ta planktoni mitmesugust koosseisu („kerged" plankterid — näit. *Cyanophyceae*, „keskmise raskusega vormid" — näit. *Diatomeae*) ja nende rühmituste mitmesugust mäda-

nemiskiirust silmas pidades seletada mitmesuguseid eutroofsete järvede hapnikukõveraid. Zooplankterite tegevusele ei taha Utermöhl anda suuremat tähtsust.



6. joon. Glubokoje järve temperatuuri- (·····) ja hapnikukõver (———).

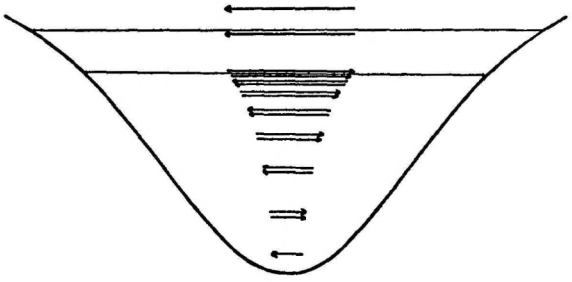
Mitmesuguseid seniavaldatud vaateid läbi kaaludes jõuab A. Thienemann oma alul mainitud töös järgmisele otsusele: „Die im Verlauf der warmen Jahreszeit in allen Wasserschichten zuneh-



7. joon. Karula järve temperatuuri- (·····) ja hapnikukõver (———).

mende, durch Fäulnis der gelösten und suspendierten Stoffe bewirkte O_2-zehrung wird in den Wasserschichten oberhalb der Assimilationsgrenze durch die O_2-produktion des lebenden Phytoplanktons ausge-

glichen. Zugleich werden die Schichten des Epilimnions durch die thermischen Konvectionsströmungen durchmischt; dazu ergreifen die durch die Windströmungen an der unteren Grenze des Epilimnions erzeugten turbulenten Strömungen auch die Schichten des Metalimnions und bewirken auch in diesem einen mit der Tiefe an Intensität abnehmenden Austausch. Auf diese Weise kommt die Zunahme des O_2-gefälles im Metalimnion — das Charakteristikum der O_2-kurve des eutrophen Sees — zustande". Seega peetakse ka siin hapnikku hävitavaks teguriks „veekihtides lahustunud ning suspendeeritud olluste mädanemist", teiste sõnadega peamiselt planktoni mädanemist, millist vaadet e. v. üldiselt vastuvõetuks tuleb pidada, ning mille kõrval teised esitatud vaated vaid vähest poolehoidu leiavad.



8. joon. Tuule mõjul järves tekitatud voolude diagramm G. Alsterbergi järele. Ülemine nool näitab tuule suunda. Eriti hüppekihi piirkonnas on elementaarkihid õige õhukesed.

Hoopis erinev on G. Alsterbergi seisukoht, kes oma 1927. aasta lõpul ilmunud mõneleheküljelises töös „Die Sauerstoffschichtung der Seen" õige veenvalt näitab, et järvedes esinev hapnikukihitus on tingitud põhjategevusest ühes tuuletegevusega. Alsterbergi järele ei piirdu tuule mõju järvedes mitte vaid selle järveosaga, mis asetseb pealpool temperatuuri hüppekihti, vaid tuulest pealmises kihis tekitatud voolused indutseerivad allpool asetsevais kihtides sekundaarseid voolusi, mis omasoodu tertsiaarseid ellu kutsuvad jne. Teiste sõnadega: tuul paneb kogu järve veemassi pinnast põhjani liikuma, kuigi kiiresti kahaneva intensiivsuse ja kiirusega sügavamates kihtides. See liikumine on eriti temperatuuri hüppekihi piirkonnas kontsentritud õhukestesse elementaarkihtidesse („auf dünne Elementarschichten begrenzt ist"). Nii oleks vesi järvedes mitte ainult t^0 ja keemiliste olude suhtes — vaid t^0 tingitud tihkuse vahesid silmas pidades — ka voolude suhtes kihitatud. Asja

kujutella aitab kõige paremini Alsterbergi diagramm (8. joon.). Kui säärane horisontaalsete voolude süsteem esineb, siis on loomulik, et hapnikukihitus, mis tingitud põhjasette hapnikutarvitusest ning seega põhja konfiguratsioonile vastavalt järve eriosades eriline peaks olema, muutub horisontaalseks nähtuseks.

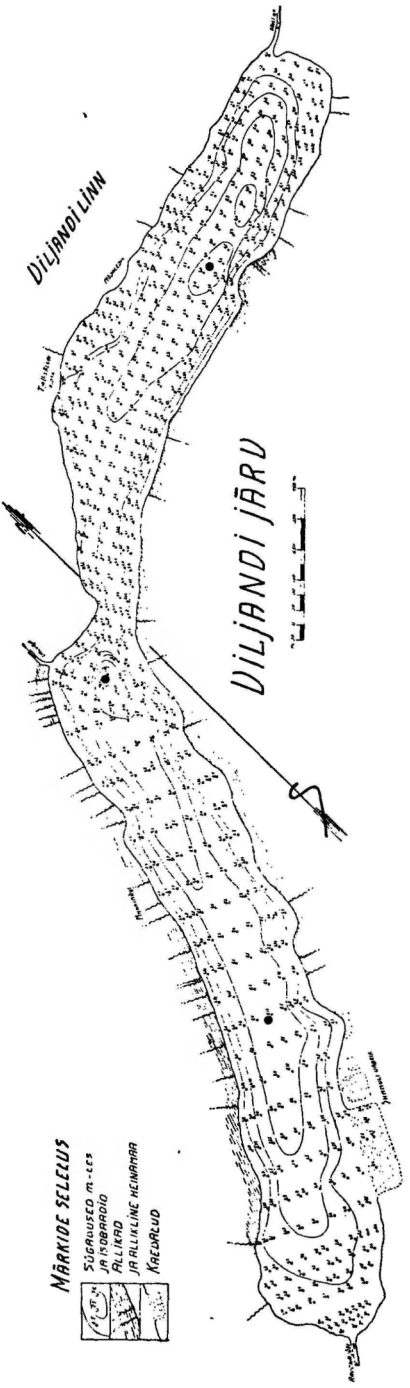
Alsterbergi seisukohaga ühinedes pean ka mina põhja, kuhu ei seti mitte ainult kogu järves produtseeritud plankton vaid ka lainetest peenendatud ja tuulest laiali kantud submersne ja demersne floora ning kuhu lõppude lõpuks langeb järve ka väljastpoolt sisse kantud allohtoonne mädanemisvõimeline materjal tähtsamaks hapnikukonsumendiks. Põhjasette mõju veekogu hapnikustratifikatsioonile peab igal juhul olema suurem ning püsivamailmelisem kui teatud ajamomendil vees hõljuva mädanemisvõimeliste ainete mõju seda tohiks olla.

Hapnikusisaldus sm³ Viljandi ja Karula järves.

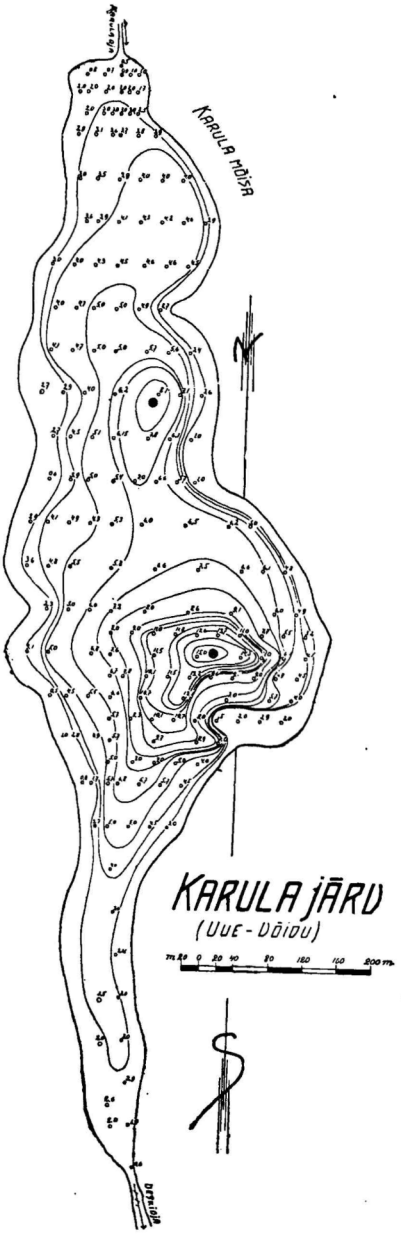
	Viljandi järv 11. ja 12. VII. 27			Karula järv 13. VII. 27	
	Süg. (Tiefe) 11 m	Süg. (Tiefe) 9 m	Süg. (Tiefe) 8.55 m	Süg. (Tiefe) 15 m	Süg. (Tiefe) 8 m
0 m	7.7	8.1	7.8	6.6	6.3
4	6.6	4.9	6.6	3.3	3.7
6	2.3	2.2	3.5	3.5	—
7	—	—	—	—	2.6
8	2.7	3.1	3.0	—	
9	—			4.1	
10	3.5			—	
14				5.5	

Põhjasetet selleks teguriks pidades, millest hapnikukihitus mõjustatud, ning Alsterbergi poolt rõhutatud tuule mõjul tekkinud voolude tähtsust arvestades võime kõige pealt seletada seni õieti rahuldavat seletust veel mitte leidnud kolmandat laadi hapnikukurvi tekkimisviisi. Teen seda näidete varal Karula ja Viljandi järvest. Vaadeldes A. Määri poolt analüüsitud hapnikuproovide resultaate, mis antud tabelis ning pilku heites nimetatud järvede kaartidele (9. ja 10. joon.) näeme, et normaalsed seeriad üldise järvepõhja nivoost, seeriad metalimnilise miinimumiga aga piiratud alaga sügavamatest lohkudest on pärit. Säärastes lohkudes leiduva vee hapnikumajandamine on seega erinev muu järvevee omast. Tuulest tekitatud voolud panevad peamiselt liikuma ülemised veekihid, mis

asuvad kuni selle sügavuseni, mis suuremale osale järvest omane, kuna vesi üksikutes sügavamates lohkudes — mille maht järve üldmahuga võrreldes õige väike — neist vooludest vaid õige nõrgalt puudutatakse või peaaegu hoopis puutumata jäetakse. Siin leiduv vesi saab kevadise täistsirkulatsiooni ajal hapnikust e. v. küllastatud. Temperatuuri hüppekihi kujunedes hakkab selle all järve suuremas osas intensiivne hapniku tarvitamine põhjasette poolt, tuulevoolud vett segades tekitavad hüppekihi all horisontaalselt ülekogu järve levinud madala hapnikusisaldusega kihi. See, olles tekkinud, ei jäta mõjustamata allpool olevat lohus esinevat vett, mille hapnikusisaldus, oletades, et põhjasette hapnikutarvitamine lohus põhjamuda erinevate omuste tõttu (vesi lohus järve omapärase konfiguratsiooni tõttu pikemat aega aastas hapnikurikas kui madalamates järveosades, seega sete lohu põhjas rohkem läbi mädanenud) ja siin esineva madalama t^0 tõttu väike, teatud ajaks pealpool oleva vee hapnikusisaldusest suuremaks võib osutuda. Seega võime järve jaotada kahte teineteise peal asetsevasse erinevasse ossa: pinna pool suu-



9. joon. Viljandi järve sügavustekaart. Mustade täppidega on tähistatud proovide võtmise kohad; vasema täpi kohal on sügavus 8,55 m, keskmise kohal 11 m ja parempoolse kohal 9 m.



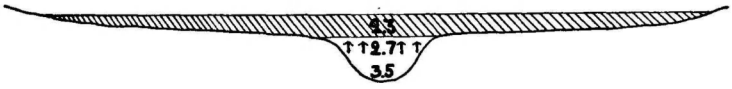
10. joon. Karula järve sügavustekaart. Mustade täppidega on tähistatud proovide võtmise kohad; alumise täpi kohal on sügavus 15 m ja ülemise kohal 8 m.

remat osa järvest haarav osa normaalse hapnikukihitusega, lohus vesi, milles peal lasuva madala hapnikusisaldusega kihi mõjust tingitud hapniku kahanemine põhjast ülespoole esineb. Kirjeldatud vahekordi aitab selgitada 11. joon. kujutatud skeem, mille šrafeeritud ala üle kogu järve levinud üldise põhjanivoo mõjul tekkinud hapnikuvaest kihti kujutab, nooled aga hapniku kahanemise suunda lohus, selle miinimumikihi mõjul ära märgivad. Arvud näitavad hapnikusisaldust sm^3 vastavalt A. Määri andmetele Viljandi järvest.

Eelnimetatud seisukohast lähtudes on seletatav ka kõvera tekkimine metalimnilise miinimumi ning hapnikuhulga kahanemisega põhja poole. Siin tuleb lihtsalt kõvera ülemist ja alumist osa iseseisvana vaadelda, järve aga kahekorralisena kujutella, sest ka need järved — niipalju kui minul tarvitada olevatest andmetest näha — on sama kujuga nagu eelmainitudki: üldiselt madal järv piiratudalalise sügavama lohuga. Siin on ülemine, nn. metalimniline miinimum tekkinud üldise põhjanivoo mõjul, kuna lohus esinev kihitus on kujunenud osalt põhja mõjul — mille hapnikutarvitus siin

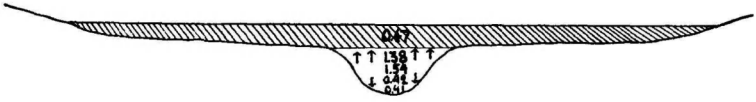
intensiivsem peab olema kui eelmisel juhul —, osalt aga selle peal lasuva miinimumi kihi mõjul. Vahekordi sellises järves kujutab 12. joon., kus šrafeeritud alal ja nooltel sama tähendus, mis eelmiseski skeemis. Arvud vastavad G. Alsterbergi poolt Skärhult'is tähele pandud hapnikuhulkadele.

Lõppeks siirdudes kõige sagedamini esinevale juhule võime ka seda seletada, pidades põhjamuda mädanemist kui mitte ainsaks, siis vähemalt mõjumavaks hapnikku tarvitavaks teguriks. Niverdis hapnikukurvis näitab meile, et hapnikuhulga kahanemine sügavuse kasvades metalimnionis toimub kiiremini kui hüpolimnionis. Peateguriks,



11. joon.

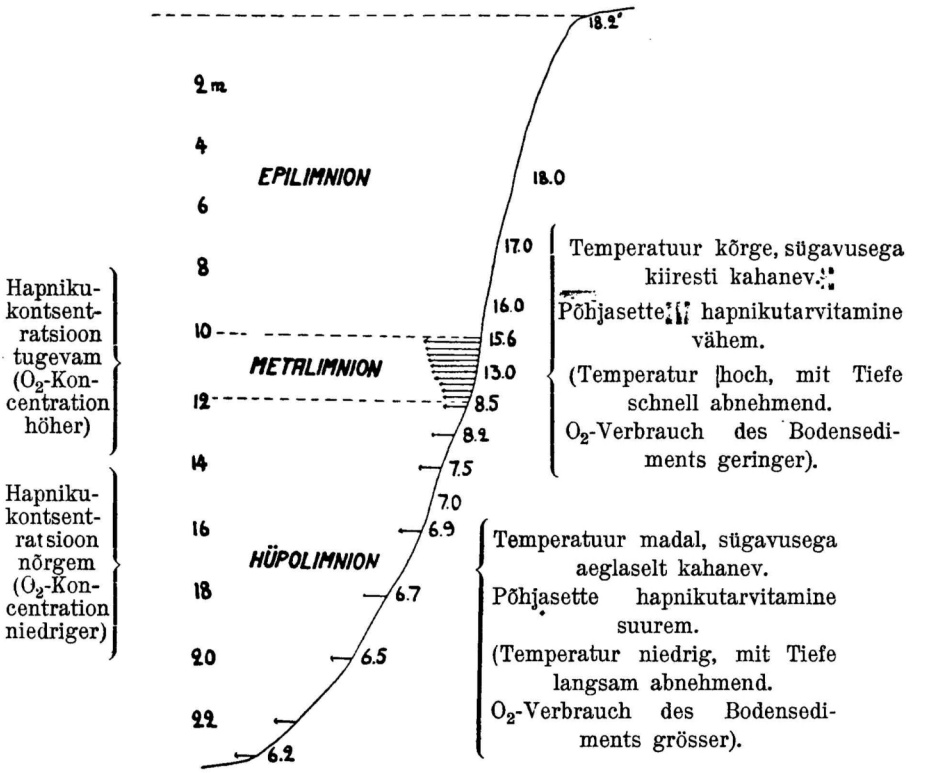
mis seda vahet hapniku tarvitamises tingib, pean põhja t^0 vahet meta- ja hüpolimnioni piirides. Metalimnionis on üldiselt t^0 tunduvalt kõrgem kui hüpolimnionis ning madalamaks muutuva temperatuuriga põhjaosad järgnevad siin kiiresti teineteisele, hüpolimnioni kogu ulatuses on t^0 — seega ka põhja t^0 — üldiselt madal ning sügavusega vaid vähe muutuv. Et põhjamuda hapnikutarvitamine mitmesuguste t^0 juures erinev ning t^0 tõusuga suureneb, mida minu



12. joon.

poolt korraldatud sellekohased katsed tõendavad, siis peab hapniku tarvitamine põhjasette poolt metalimnioni piirides toimuma intensiivsemalt kui hüpolimnionis; see intensiivsus peab aga sügavuse kasvamisega ning sellega käsikäes toimuva t^0 langemisega kiiresti kahanema. Hapniku tarvitamine põhjasette poolt hüpolimnioni piirides peab olema seal valitsevate t^0 olude iseloomust tingitud kogu hüpolimnioni ulatuses vähem ning e. v. ühtlane. Kuid t^0 vahest üksi oleks vähe selleks, et tekitada kiiremat hapnikuhulga kahanemist metalimnioni piirkonnas, sest põhjamuda aktiivsus on sügavamal tavaliselt suurem kui madalal, mida minul ka katseliselt korda on läinud ära näidata. Teisest küljest aga on hapniku kontsentratsioon metalimnionis kõrgem kui sügaval, põhja lähedal, mis omasoodu hapniku ära-

tarvitamise kiirust metalimnionis tõstab. Mainitud kahe teguri — t^0 ja hapniku kontsentratsioonivahe — koostoimel osutubki hapniku tarvitamine põhjasette poolt metalimnionis intensiivsemaks kui hüpolimnionis, kuid see intensiivsus kahaneb sügavuse kasvades kiiresti. Tuulevoolud uhavad põhjaga kokkupuutumisel tekkinud hapnikuvaese vee ära, asendades seda vahet pidamata värske, hapnikurikka veega



13. joon.

ning muutes seega hapnikukihituse kogu järve ulatuses horisontaalseks. Asja kujutella aitab 13. joon., kus noolte pikkus hapniku tarvitamise määra kujutab. Arvud diagrammis käivad Saadjärve kohta; vasempoolsed märgivad ära sügavusi, parempoolsed 15. VIII. 26. a. vastavas sügavuses esinenud temperatuure.

Nii tuleks hapniku kadu põhjustavate — seega ka hapnikukõvera iseloomu tingivate — teguritena kõne alla: mikroorganismide, eriti fütoplankterite, mädanemine, zooplankterite hingamine ning põhjasette mädanemine. Viimane oletus tekkis minul juba enne Als-

terbergi tööga tutvumist mõningate Saadjärve uurimisel tehtud tähelepanekute põhjal, ning eriti möödunud sügisel Karula ja Viljandi järve kohta käivate andmetega tutvumisel. Alsterbergi tööst oma seisukohale kinnitust leides korraldasin käesoleval suvel rea katseid põhjasetete hapnikutarvitamise määra kindlakstegemiseks, mis katsed minu seisukohta vaid kinnitavad ning mille üheks tulemuseks esitatud mitmet liiki hapnikukihituse tekkimisviisi seletus. Nende seletuste väärtust tõstab muu seas asjaolu, et — kuigi säärased katsed ei puudu — siiski ei organismide mädanemist, ei ka nende hingamistegevust hapnikukadu põhjustavaks teguriks pidavatel autoritel korda pole läinud küllalt veenvalt tõestada, et vastavates veekihtides tõesti suuremahulgaline surnud ja mädanevate mikroorganismide või elusate zooplankterite kokkukuhjumine esineb, mis aga ainsaks vastuvaidlematuks nende poolt esitatud vaadete tõestuseks oleks olnud. Seni kuni see korda pole läinud, tundub minule põhjamuda tegevust arvestav seisukoht veenvamana ning õigustatumana.

Über die sommerliche Sauerstoffschichtung in den eutrophen Seen.

(Vortrag, gehalten am 28. September 1928 in der Festsitzung zur Feier des 75-jährigen Jubiläums der Naturforscher-Gesellschaft).

H. Riikoja.

Resumé.

Die temperierten eutrophen Seen können, von kleineren Besonderheiten und Abweichungen abgesehen, ihren sommerlichen Sauerstoffkurven nach in drei Gruppen geteilt werden. Die Sauerstoffkurve der ersten Gruppe ist durch einen Knick im Metalimnion gekennzeichnet wo die Verringerung des O_2-Gehaltes mit Zunahme der Tiefe schneller vor sich geht als im Epi- und Hypolimnion. Eine solche, von A. Thienemann als „normale“ bezeichnete O_2-Kurve, die die gewöhnlichste Kurve in eutrophen Seen ist, findet sich auch in den meisten Seen Estlands. Als Beispiele solcher Kurven sind in den Abbildungen 1 und 2 die O_2-Kurven der Seen Saadjärv und Agali gegeben. Der Knick der O_2-Kurve grösserer und tieferer Seen ist gewöhnlich weniger scharf ausgeprägt, als der kleinerer und seichterer Seen, wie zum Beispiel in den Seen Verevi (Abb. 3) und Raadi (Abb. 4).

Viel seltener sind die Seen der zweiten Gruppe, die neben dem O_2-Minimum in der Tiefe noch ein anderes, das sogenannte metalim-

nische Minimum, aufweisen. Derartige Seen sind in Estland noch nicht bekannt. Abbildung 5 gibt eine derartige Sauerstoffkurve des Sees Skärhult in Schweden wieder.

In den Seen der am seltensten vorkommenden dritten Gruppe aber ist der O_2-Gehalt am geringsten im Metalimnion und wächst dann wieder mit zunehmender Tiefe. Von Seen dieser Art kenne ich in Estland bisher zwei — die Seen Viljandi und Karula. Die O_2-Kurve des letzteren ist auf Abbildung 7 dargestellt, während die Abbildung 6 die O_2-Kurve des klassischen Sees dieser Art — Glubokoje in Russland — wiedergibt.

Während als Ursache der allmählichen Abnahme des Sauerstoffgehaltes im Hypolimnion zum Boden hin, allgemein das Faulen des Bodensediments angesehen wird, so hat die Ursache der schnellen Verminderung des Sauerstoffgehaltes im Metalimnion der ersten Gruppe und das Entstehen eines metalimnischen O_2-Minimums der zu Gruppe zwei und drei gehörenden Seen bisher keine eindeutige Erklärung gefunden. Als den Sauerstoffschwund hervorrufende, folglich auch die Eigenart der O_2-Kurven bedingende Ursachen werden hauptsächlich zwei angeführt: der Zersetzungsprozess der Mikroorganismen, speziell des Phytoplanktons, und das Atmen der Zooplankter. Einen Sonderstandpunkt in der Frage vertritt G. Alsterberg, der in seiner Arbeit „Die Sauerstoffschichtung der Seen“ recht überzeugend nachweist, dass die Boden- und Windtätigkeit es sind, die bei der Enstehung der O_2-Schichtung der Seen hauptsächlich in Betracht kommen. In seiner Zusammenfassung schreibt er; „Hiermit können wir zu einer dritten Erklärungsmöglichkeit übergehen, nämlich dass die Ursache der Makroschichtung in der durch die Bodenkonfiguration bestimmten Mikroschichtung, kombiniert mit der Wirkung der in der Horizontalebene arbeitenden Winde zu suchen ist. Wir erhalten als Resultat eine sekundäre Makroschichtung, die der Horizontalebene folgt“.

Mich an Alsterbergs Annahme anschliessend finde auch ich, dass der Seeboden, wohin nicht nur das im ganzen See produzierte Plankton, sondern auch die von den Wellen zerkleinerten und vom Winde über den See zerstreuten Überreste der sub- und demersen Flora, sowie das von auswärts in den See gelangende fäulnisfähige allochtone Material ablagert, als der bedeutendste Sauerstoffkonsument angesehen werden muss. Jedenfalls dürfte die Wirkung des Bodensediments auf die Sauerstoffstratifikation des Wassers grösser und andauernder sein, als die der nur zu gewisser Zeit im Wasser

schwebenden fäulnisfähigen Körper. Von dieser Annahme ausgehend und die von Alsterberg hervorgehobene Bedeutung der durch den Wind erzeugten horizontalen Strömungen in Betracht ziehend, ergäbe sich die Erklärung der bisher noch nicht befriedigend gelösten Frage der Entstehung der Sauerstoffkurve der zu Gruppe drei gehörenden Seen. Einen Blick auf die nach den von stud. zool. A. Määr mir freundlich zur Verfügung gestellten Analysenresultaten zusammengesetzte Tabelle (Seite XXVI) und auf die von ihm verfertigten Tiefenkarten der Seen Karula und Viljandi (Abb. 9 u. 10) werfend[1]), sehen wir, dass die normalen Serien vom allgemeinen Bodenniveau, die Serien mit dem Sauerstoffminimum im Metalimnion aber von begrenzten Vertiefungen stammen. Der O_2-Gehalt solcher kesselartiger Vertiefungen weicht folglich von dem der übrigen Wassermasse ab. Die vom Winde hervorgerufenen Strömungen setzen in erster Linie die Wasserschichten bis zum allgemeinen Bodenniveau in Bewegung, während das Wasser der einzelnen Vertiefungen diese Bewegung nur schwach oder fast garnicht mitmacht. Das Wasser dieser Vertiefungen wird im Frühling zur Zeit der Vollzirkulation von Sauerstoff mehr oder weniger gesättigt. Nach dem Entstehen der Temperatursprungschicht beginnt unter derselben im grössten Teil des Sees ein intensiver O_2-Konsum. Die Windströmungen setzen das Wasser in Bewegung und es entsteht derart eine unter der Sprungschicht horizontal über den ganzen See verbreitete sauerstoffarme Schicht. Ist eine derartige Schicht entstanden, so dürfte sie unter Annahme, dass der O_2-Verbrauch in der Vertiefung wegen der abweichenden Eigenschaften des Bodenschlammes[2]) und wegen der hier niedrigeren Temperatur gering ist, nicht verfehlen ihren Einfluss auf das Wasser der Vertiefung, das infolge der in der Anmerkung angegebenen Gründe zu gewisser Zeit sich als sauerstoffreicher erweisen kann als das darüberliegende, auszuüben. Folglich kann der See in zwei übereinander liegende seinen Eigenschaften nach verschiedene Teile geteilt werden: erstens das Wasser der Vertiefung mit Verminderung des O_2-Gehaltes in der Richtung vom Boden nach oben zu, und zweitens das über diesem liegende, eine normale O_2-Schichtung aufweisende übrige Wasser des Sees. Die beschriebenen

1) Die schwarzen Punkte bezeichnen die Stellen der Probenentnahme.

2) Wegen der eigenartigen Konfiguration des Sees ist das Wasser der Vertiefung längere Zeit im Laufe des Jahres reicher an Sauerstoff als in den seichteren, den grösseren Teil des Sees umfassenden Stellen, wodurch die Bodenablagerungen dort in grösserem Masse durchfault sein müssen.

Verhältnisse hilft die Abbildung 11 zu erläutern. Der schraffierte Teil stellt die über den ganzen See verbreitete, unter Einfluss des allgemeinen Bodenniveaus enstandene sauerstoffarme Schicht dar, die Pfeile geben die Richtung des durch diese Minimumschicht bedingten O_2-Schwundes im Wasser der Vertiefung, die Zahlen aber den Sauerstoffgehalt der entsprechenden Schichten des Sees Viljandi am 11. VII. 27 in sm^3 an.

Auf die oben angeführte Annahme bauend können wir auch das Entstehen der Kurve der zweiten Art mit dem O_2-Minimum im Meta- und im Hypolimnion erklären. Hier müssen wir die Kurve als aus zwei selbständigen Teilen — dem oberen und dem unteren — bestehend betrachten und uns auch hier den See als aus zwei übereinander liegenden Teilen bestehend denken, denn die Bodenkonfiguration dieser Art von Seen ist, wie aus dem mir zur Verfügung stehenden Material ersichtlich, dieselbe, wie die der oben besprochenen Seen. Hier ist das obere, sogenannte metalimnische Minimum unter Einfluss des allgemeinen Bodenniveaus entstanden, während die Schichtung der Vertiefung zum Teil vom Boden, dessen O_2-Verbrauch hier intensiver sein muss als im vorher behandelten Fall, zum Teil aber von der darüber liegenden Minimumschicht bedingt sein muss. Diese Verhältnisse veranschaulicht die Abbildung 12 wo der schraffierte Teil, die Pfeile und die Zahlen in demselben Sinn gebraucht sind wie oben; die Zahlen beziehen sich auf den See Skärhult wie sie Alsterberg angibt.

Zum Schluss den am häufigsten vorkommenden Fall betrachtend und dabei den Fäulnisprozess des Bodensediments wenn nicht für den einzigen, so doch für den wichstigten Grund der Verzehrung des Sauerstoffes haltend, können wir auch das Entstehen der „normalen“ Kurve erklären. Der Knick in dieser Kurve zeigt uns, dass der Verbrauch des Sauerstoffes im Metalimnion schneller vor sich geht als im Hypolimnion. Als Hauptgrund, der diesen Unterschied im Sauerstoffverbrauch des Meta- und Hypolimnions bedingt, käme der Unterschied in der Temperatur des Bodenschlammes im Bereiche dieser beiden Schichten in Betracht. Die Temperatur des Metalimnions ist im allgemeinen bedeutend höher als im Hypolimnion und Bodenabschnitte mit abnehmender Temperatur folgen hier rasch aufeinander, während im Hypolimnion die Temperatur des Wassers sowie des Bodensediments niedrig ist und mit zunehmender Tiefe nur wenig fällt. Da, wie ich experimentell festgestellt habe, mit dem Steigen der Temperatur der O_2-Verbrauch des Bodenschlammes zunimmt,

so muss der O_2-Schwund im Metalimnion im Bereiche des Bodens intensiver vor sich gehen als im Hypolimnion; diese Intensivität muss jedoch mit zunehmender Tiefe und damit verbundenem Fallen der Temperatur rasch abnehmen. Der O_2-Verbrauch des Bodensediments in den Grenzen des Hypolimnions aber muss, gemäss den dort herrschenden Temperaturverhältnissen, im Bereiche des ganzen Hypolimnions geringer sein und mit zunehmender Tiefe nur geringe Veränderungen aufweisen. Doch die Wirkung der Temperaturendifferenz allein dürfte noch nicht ausreichend sein um eine derartige Verminderung des Sauerstoffes im Bereiche des Metalimnions zu erzeugen, denn die Aktivität des Bodenschlammes ist für gewöhnlich zur Tiefe hin grösser, was ich auch experimentell feststellen konnte. Andererseits ist aber die O_2-Konzentration grösser im Metalimnion als tiefer hin, in der Nähe des Bodens, eine Tatsache, die ihrerseits auf den Prozess des O_2-Verbrauches im Metalimnion beschleunigend einwirken muss. Durch das Zusammenwirken dieser beiden Faktoren — der Temperatur und des Konzentrationsunterschiedes des Sauerstoffes — ergibt es sich, dass der Verbrauch des O_2 durch das Bodensediment intensiver im Metalimnion als im Hypolimnion vor sich geht und dass diese Intensivität mit wachsender Tiefe sich rasch vermindert. Die Windströmungen schwemmen das bei der Berührung mit dem Boden entstandene sauerstoffarme Wasser fort und ersetzen es unaufhörlich durch neues, sauerstoffreiches wodurch die O_2-Schichtung eine sich horizontal über den ganzen See verbreitende wird. Wie die Sache vorzustellen ist hilft das Diagramm auf Abbildung 13 zu veranschaulichen, wo die Länge der Pfeile die Grösse des O_2-Verbrauches veranschaulicht. Die Temperaturangaben (rechts) beziehen sich auf die den 15. VIII. 26 im See Saadjärv gemachten Beobachtungen; links sind die entsprechenden Tiefen angegeben.

Den Wert dieser meiner Ausführungen hebt bedeutend auch die Tatsache, dass es weder den Vertretern der Ansicht, dass das Faulen der Organismen der Grund zum O_2-Schwund ist, noch denen, die den Atmungsprozess der Zooplankter als Grund desselben annehmen, bisher noch nicht gelungen ist genügend einwandfrei eine Ansammlung von faulenden Mikroorganismen oder von lebenden Zooplanktern in den ensprechenden Wasserschichten nachzuweisen. Solange ein derartiger Beweis fehlt, scheint mir eine auf die Tätigkeit des Bodenschlammes bauende Erklärung der Entstehung der O_2-Schichtung überzeugender und berechtigter.

Loodusuurijate Seltsi 1927 a. tegevuse aruanne.

Tartu Ülikooli juures oleval Loodusuurijate Seltsil oli 1 jaanuaril 1928 a. 6 auliiget, 217 tegevliiget ja 5 kirjavahetajat liiget. Surma läbi on lahkunud Seltsi auliige hr. prof. dr. K. Dehio. Seltsist on eemale jäänud 24 liiget. Uusi liikmeid on vastu võetud 18.

Eestseisus:

Esimees — prof. dr. J. Piiper (valitud 16. X. 24) Tartu, Lai t. 34.
Abiesimees — prof. P. Kogerman (valitud 30. X. 24) Tartu, Tööstuse t. 1/3.
Sekretär — dr. T. Lippmaa (valitud 28. X. 26) Tartu, Lossi t. 15/8.
Laekahoidja — ass. E. Neugard (valitud 20. XI. 19) Tartu, Veski t. 40.
Abisekretär *ex officio* — ass. K. Orviku ja 6 okt. 1927 H. Mühlberg Tartu, Lootuse t. 17/2.
Kogudehoidjad: dr. E. Spohr — botaanilised kogud (valitud 22. I. 20) Tartu, Botaanika Instituut.
Dr. E. Reinvaldt — zooloogilised kogud (valitud 10. III 21) Tartu, Tööstuse t. 14/4.
Ass. A. Luha — geoloogilised kogud (valitud 26. IV. 23), Tartu, Riia mnt. 10.
Toimetaja — dots. H. Perlitz (valitud 27. IX. 23) Tartu, Kastani t. 95/2.
Raamatukoguhoidja — dr. E. Reinvaldt (valitud 26. X. 22)
Asjaajaja — pr. M. Neppert (1. XI. 05 peale).

Aasta jooksul on peetud 7 eestseisuse koosolekut ja 10 üldkoosolekut.

Ettekandeid on pidanud aasta jooksul: 3 ja 17. II. 27. Prof. J. Piiper: „Lindude selgroo evolutsioon, illustreeritud selle arenemisega kalakajakal ja jaanalinnul.“ 3. III. 27. Assist. E. Kilkson: „Tartu linna ja ümbruse vee radioaktiivsusest.“ Assist. A. Altman: „Vismuti puru elektritakistuse muutumine erinevatel rõhkudel.“ 17. III. 27. Dotsent H. Perlitz: „Sidest elektritakistuse hüppe ja aatomite paigutamise tiheduse vahel mõningate

metallide puhul.“ Assist. V. Koern: „Eesti põlevkivi neutraalõlide dielektri jäävad.“ 31. III. 1927. Mag. J. Port: „Neutraalsoolade mõjust *Paramaecium caudatum*'i plasma koagulatsioonile.“ K. Orviku: „Kesk-devoni alumiste kihtide stratigraafiast Eestis.“ 28. IV. 27. Mag. J. Kuusk: „Eesti fosforiidi ja põlevkivi rikastuskatsed floteerides.“ 6. X. 27. Dr. A. Audova: „Sitika *Geotrupes stercorarius*'e liikumatusseisendid (tanatoos).“ 20. X. 27. Prof. J. Piiper: „Linnu selgroolüli ontogeneetilised arenemisastmed ja fülogeenia.“ 3. XI. 27. Prof. A. Paldrock: „Viimase aja saavutused lepra alal.“ Ass. A. Luha: „Kaali kraater.“ 17. XI. 27. Assist. L. Poska-Teiss: „Amfiibide larvaalsest epidermisest.“ Assist. A. Mieler: „Esialgne teadaanne Peipsi nõo geomorfoloogiast.“

Trükist on ilmunud Seltsi aruanded XXXIV_1 ja XXXIV_2.

Selts oli kirjandusvahetuses 278 välis ja sisemaa seltsi ja asutusega. Kirjandusvahetusse astuti aasta jooksul 9 välismaa seltsiga. Raamatukogu suurenes 880 perioodilise väljaande võrra, kingitustena saadi 40 tööd. Raamatukogu tarvitasid 30 liiget, raamatuid anti välja 270 köidet.

Seltsilt said toetust suvisteks uurimistöödeks 6 liiget: ass. E. Kilkson, assist. Talts, assist. K. Orviku ja üliõpilased E. Kant, Mölder ja Mühlberg.

Zooloogia (end. Ornitoloogia) osakonna tegevus 1927 a.

Juhatus: esimees — prof. J. Piiper, abiesimees — konserv. M. Härms, kirjatoimetaja — dr. E. Reinvaldt, asetäitja — H. Mühlberg. Osakond pidas 1 juhatuse koosoleku ja 4 üldkoosolekut. Osakonnal oli 33 liiget. Osakonna liigete poolt rõngastati sel aastal ligi 700 lindu. Tartu Toome mäel korraldati lindude toitmine.

Järvekomisjoni tegevus 1927 a.

Juhatus: esimees — prof. H. Riikoja, abiesimees — dr. A. Tammekann, kirjatoimetaja — H. Männik, ametita liige — dots. E. Spohr. Peeti 1 juhatuse koosolek. Komisjoni liikmetest töötasid prof. H. Riikoja Saadjärvel ning naaberjärvedel, A. Määr Viljandi järvel ja naaberjärvedel. Aasta jooksul on lõpule viidud kodumaa järvede registreerimise töö.

Eesti looduskaitse, taime- ja loomageograafia osakonna esimeheks oli 1927 a. prof. A. Mathiesen ja

kirjatoimetajaks dr. E. Spohr. Ilmunud trükitöö: E. Reinwaldt, Über Verbreitung und Schutz einiger Säugetiere Estlands nach Daten einer Enquete d. Naturschutzsektion d. Naturf. Ges. d. Univ. Tartu (Dorpat).

Jahresbericht der Naturforscher-Gesellschaft für das Jahr 1927.

Die Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Tartu bestand am 1. I. 1928 aus 6 Ehrenmitgliedern, 217 wirklichen — und 5 korrespondierenden Mitgliedern. 18 wirkliche Mitglieder wurden im Laufe des Jahres aufgenommen. Verstorben ist 1 Ehrenmitglied: Herr Prof. Dr. K. Dehio. Ausgeschieden aus der Zahl der Mitglieder sind 24 Personen.

Der Bestand des Direktoriums:

Präses — Prof. Dr. J. Piiper, Tartu, Lai 34.
Vize-Präses — Prof. P. Kogerman, Tartu, Tööstuse 1, 3.
Sekretär — Dr. Th. Lippmaa, Tartu, Lossi 15, 8.
Schatzmeister — Ass. E. Neugärd, Tartu, Veski 40.
Schriftführer ex officio — K. Orviku, von 6. X. 27 an H. Mühlberg Tartu, Lootuse 17, 2.
Als Redakteur war tätig — Doz. H. Perlitz, Tartu Kastani 95, 2.
Bibliothekar — Dr. E. Reinwaldt, Tartu, Tööstuse 14, 4.

Als Konservatoren waren tätig: Dr. E. Spohr — der botanischen, Dr. E. Reinwaldt — der zoologischen, Ass. A. Luha — der geologischen Sammlungen.

Geschäftsführerin der Gesellschaft — M. Neppert.

Es wurden 7 Direktoriumssitzungen und 10 allgemeine Sitzungen abgehalten. Im Laufe des Jahres wurden folgende Vorträge gehalten: 3. und 17. II. 27. Prof. J. Piiper: „Die Evolution d. Wirbelsäule des Vogels, illustriert auf Grund ihrer Entwicklung bei Sturmmöve und Strauss.“ 3. III. 27. Assist. E. Kilkson: „Über die Radioaktivität d. Wassers in Tartu u. Umgebung.“ Assist. A. Altman: „Über den elektrischen Widerstand d. Wismut's unter verschiedenem Aussendruck“. 17. III. 27. Doz. H. Perlitz: „Über eine Beziehung zwischen d. Sprung des elektrischen Widerstandes und d. Dichte der Packung der Atome bei einigen Metallen“. Assist. V. Koern: „Dielektrizitätskonstanten der neutralen Brennschieferöle von Estland“. 31. III. 27. Mag. J.

Port: „Über die Wirkung der Neutralsalze auf die Plasma-Koagulation bei *Paramaecium caudatum*. Ass. K. Orviku: „Zur Kenntnis der untersten mittel-devonischen Schichten in Eesti." 28. IV. 27 Mag. J. Kuusk: „Anreicherungsversuche des estländischen Phosphorits und Ölschiefers durch die Flotation". 6. X. 27. Dr. A. Audova: „Immobilisationszustände (Thanatose) des grossen Rosskäfers (*Geotrupes stercorarius* L.)." 20. X. 27. Prof. J. Piiper: „Die ontogenetischen Stadien und die Phylogenie des Vogelwirbels." 3. XI. 27. Prof. A. Paldrock: „Neuere Untersuchungen auf dem Lepra-Gebiet". Assist. A. Luha: „Über den Krater von Sall." 17. XI. 27. Assist. L. Poska-Teiss: „Über die larvale Epidermis der Amphibien." Assist. A. Mieler: „Vorläufiger Bericht über die Geomorphologie des Peipusbeckens".

Im Druck sind erschienen: „Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft an der Universität Tartu" Bd. XXXIV 1 u. 2.

Die Gesellschaft stand im Berichtsjahre mit 278 ausländischen und inländischen Gesellschaften und Institutionen im Schriftenaustausch. Neu angeknüpft ist der Tauschverkehr mit 9 ausländischen Gesellschaften. Der Zuwachs der Bibliothek betrug 880 periodische Schriften, als Geschenke sind 40 Exemplare eingelaufen. Die Bibliothek wurde von 30 Mitgliedern benutzt. Ausgeliehen wurden im Laufe des Jahres 270 Bände.

Unterstützungen für Exkursionen wurden 6 Mitgliedern bewilligt: Ass. E. Kilkson, Assist. Talts, Assist. K. Orviku, Stud. E. Kant, Stud. H. Mühlberg und Stud. Mölder.

Die Sektionen.

Vorsitzender der Zoologischen Sektion war Prof. J. Piiper, Stellvertreter Kons. M. Härms, Schriftführer und Schatzmeister Dr. E. Reinwaldt, dessen Stellvertreter H. Mühlberg. Es wurden eine Vorstandssitzung und 4 allgemeine Sitzungen abgehalten. Von den Mitgliedern der Sektion wurden im Laufe des Jahres ca. 700 Vögel beringt. Auf dem Domberge (Tartu) wurde eine Futterstelle für Vögel unterhalten.

Das Präsidium der Seenkommission bestand aus dem Vorsitzenden Prof. H. Riikoja, dessen Stellvertreter Dr. A. Tammekann, dem Schriftführer H. Männik und Dr. E. Spohr. Es wurde eine Vorstandssitzung abgehalten. Von den Mitgliedern der Kommission arbeiteten Prof. H. Riikoja am Saadjärv-See und

Stud. A. Määr am Viljandijärv-See. Die Registrationsarbeit der einheimischen Seen wurde im Laufe des Jahres beendet.

Der Vorstand der Sektion für Naturdenkmalschutz, sowie Pflanzen- und Tiergeographie Eestis bestand aus dem Vorsitzenden Prof. A. Mathiesen und dem Schriftführer Doz. E. Spohr. Im Druck erschienen: E. Reinwaldt, Über Verbreitung und Schutz einiger Säugetiere Estlands nach Daten einer Enquete d. Naturschutzsektion d. Naturf. Ges. d. Univ. Tartu (Dorpat).

1927 a. valitud liikmete nimestik.

Verzeichnis der 1927 zu Mitgliedern gewählten Personen.

Prl. Arenberg A. stud. rer. nat. 17. III. Kastani t. 59.
Prl. Grünberg M. stud. rer. nat. 3. XI. Kesk t. 12/1.
Prl. Jacobson I. stud. rer. nat. 17. II. Pepleri t. 21/3.
Prl. Kikerpill N. stud. rer. nat. 3. XI. Lootuse t. 11/7
Hra. Kuusk J. mag. chem. 17. II.
Hra. Laja F. drnd. med. vet. 17. XI. Vene t. 24.
Hra. Lepiksaar J. stud. zool. 20. X. V. Kastani t. 1.
Prl. Mjatshikova L. stud. bot. 14. II. Tähe t. 50/3.
Hra. Ohu A. stud. geoph. 3 XI. Maarjamõisa 50.
Hra. Parts A. assist. 17. III. Tolstoi t. 11/4.
Prl. Rebane J. stud. rer. nat. 3. XI. V. Kastani t. 43/1.
Prl. Rööp L. stud. rer. nat. 6. X. Vabriku t. 2/1.
Prl. Rosenstein E. stud. rer. nat. 17. II. Maarjamõisa t. 9/7.
Hra. Rumma K. arst. 17. XI. Maarjamõisa t. 50.
Hra. Sahkenberg E. stud. jur. 17. XI. Tööstuse t. 1/5.
Hra. Sikkar A. stud. chem. 17. XI. Näituse t. 19/5.
Hra. Valsiner A. stud. rer. nat. 3. XI.
Hra. Vinkel V. stud. zool. 17. XI. Riia mnt. 12.

Bismuti puru elektri takistuste muutumine magnetväljas erinevail rõhkel.

Albr. Altmann.

1º Katsevahendid.

Käesolevaks uuringuks saadi bismut osalt Ülikooli Füüsikalse keemia laboratooriumist (C. F. Kahlbaum'i prepar. puriss.) osalt k/m Lill & Hakkaja'lt (harilik tehniline). Purustamine sündis portselaan ehk ahaat uhmris. Et terade suuruse suhtes koosseisu ühtlustada, lasti puru läbi sõela (9000 avaust cm^2 peal). Sarnaselt ettevalmistatud puru paigutati 5 cm pikkuse ja 0,029 cm^2 läbilõike pinnaga klaas torru ja korgiti viimane mõlemilt poolt nikeldatud otstega vask varrastega. (Hilisemail katseil tarvitati torusid läbilõike pindadega 0,358 cm^2, 0,697 cm^2 ja 1,583 cm^2). Vardad võisid torus vabalt edasi-tagasi liikuda, olid aga seestpoolt lihvitud toru seintega nii tihedalt, et puru välja ei varisend.[1]) Et suuremat hulka puru, kui seda võimaldas üks toru, magnetvälja viia, kleebiti 9 ühesugust toru kahe klaasplaadi vahele ja ühendati rõhuvardad järjestikku vask traatidega.

Magneti mähiste vahele poolidevahelise avause kohta ehitati kindel alus, millel tugenesid rõhuvarraste alumised otsad. Poolide kohalt käis üle 80 cm pikkune valgest vasest kang, mille üks ots kinnitati kindla toe külge, kuna teise otsa riputati soovitava rõhu tekkitamiseks tina vihid. Poolide vahe kohale kinnitati kangi külge valgest vasest plaat ja selle alla puust lauakene, mis surus varraste ülemisi otse. Alustoe kõrgus valiti nii, et puru kiht torudes jäi poolide vahe kohta ühtlasse magnetvälja.

Magnetväli tekitati elektromagnetiga, mida toideti akkumulaatorite vooluga. Teatud voolutugevusele vastavad magnetväljad mõõdeti Hartmann & Braun'i bismut spiraaliga № 108. Vaatluste juures puruga väljatugevust ei mõõdetud, vaid see hinnati spiraaliga leitud andmeil voolutugevuse põhjal elektromagnetis.

1) Torud lihvis ja valmistas rõhuvardad „Experimentator" Tartus.

Takistuse mõõtmistel rakendati Wheatston'i silla printsiip, kasutades seejuures n. n. „nullmeetodi", s. t. vool juhiti ainult hetkeks silda, et hoiduda mõõtmisvoolu segava soojuslise mõju eest. „Nullseisu" jälgiti Hartmann & Braun'i pöörmähis peegelgalvanomeetri № 1590 ja astmikuga varustatud pikksilma abil.

Et silla kõrvaljuhtmete ja nende ühenduskohtade ülemineku takistuse kohta selgust muretseda, ühendati samade juhtmete vahele, mis viisid uuritava puru juurde, normaal takistuskast. 17 mitmesuguse takistuse puhul leiti, et normaali takistus keskmiselt 0,007 ∽ võrra vähem, kui nõuaks sillaharude vastav suhe. Seega puru tõeline takistus

$$X_0 = X - \triangle X$$

kus X mõõtmistel leitud ja $\triangle X = 0{,}007 \backsim$ — vasttähendatud ühendusjuhtmete poolt mõjutatud parandustakistus. Et käesoleval juhusel ei huvitand puru takistuse absoluutväärtus, vaid nende vahe

$$X_0' - X_0 = (X' - \triangle X) - (X - \triangle X) = X' - X$$

kus X_0' puru tõeline ja X' mõõtmistel leitud takistused magnetväljas; X_0 ja X — vastavad takistused ilma väljata. Seega langeb $\triangle X$ vahe juures välja, ega pole tarvidust temaga arvestada.

Peale voolu katkestust elektromagnetis nii puru kui ka spiraali takistused avaldasid, olgugi õige vähesel määral, suurenemise kalduvusi, võrreldes takistusega enne välja tekitamist. Põhjus peitub näivalt elektromagneti jääkmagnetismis: spiraaliga ei mõõdetud õieti väljatugevuse absoluutväärtus (H_0), vaid tema kasv (H)

$$H_0 = H + \triangle H$$

kus $\triangle H$ jääkmagnetvälja tugevus. Et puru takistused määrati samul tingimusil, siis tema kasv ($X - X_0$) magnetväljas ei vastagi H_0^{le} vaid H^{le}. Viimane (H) aga oligi just see väljatugevus, mis määrati spiraaliga.

Temperatuuri jäävustamiseks kaitsevahendeid ei tarvitatud, mis võiks põhjustada teatud määral õigustatud etteheiteid. Kuid tööruumi temperatuuri kõikumised ühe vaatlusrea vältel püsisid kümmendik kraadi piiris ja vastav parandus langeks katsevigade piirkonda.

2º Vaatlusviis.

Vaatlused toimusid järgmiselt. Puruga täidetud torud asetati magneti poolide vahele vähema rõhu alla, millest sooviti alata katset ja jäeti mõneks ajaks seisma, et puru võimalikult ühtlaselt kokku vajuks. See teostus umbes 2—3 tunni jooksul — jämedate torude

korral ruttem, peente puhul aeglasemalt. Tasakaalu teostumise tunnuseks võis lugeda nii R_0 (purutulba takistus) kui ka DR (takistuse kasv magnetväljas) püsivust. Siin oli puru ülespidamine näivalt võerastav. Rõhu suurendamisel kahanes R_0 ja DR hüppena, kuid kohe peale selle algas mõlemate pidev kasv, mis mõne aja pärast arsümptootiliselt sedavõrd lähenes teatud piirväärtusele, et vaatluseid ei segand. Näiteks toruga № 3 (läbil. pind 0,697 cm^2) oli 1 gr. puru takistuse muutus 1000 G väljas [K_0 — vaat. alamal (14)] 96 atm. rõhu all 25 tunni vältel kasvand 1,2% võrra.

Ka Brentano[1]) katseil tuli ilmsiks, et mõnda aega normaal tingimusil seisnud bismut traadi takistus peale survet suuremaks muutus, milline nähtus rõhu kõrvaldamisel hävines alles mõne aja järel; see oli nii magnetväljas kui ka ilma viimaseta. Brentano seletab rõhu eemaldamisel püsima jäend eritakistuse suurenemist traadi dimensioonide eelastse jääkdeformatsiooniga.

Puru ei vaju rõhu alla asetamisel kohe lõpplikult kokku, vaid sisehõõrumise järeldusel kestab protsess pikemat aega, mille vältel ka kasvama peaks takistus, alates silmapilgust, mill terade deformimisest tingitud takistuse kasv ületab rõhu mõjutatud teradevahelise ülemineku takistuse kahanemise. Seega on eelmine nähtus Brentano tulemustega vähemalt kvalitatiivses kooskõlas. Muidugi tuleb siin arvestada veel keemiliste nähtuste võimalusega: olgugi et bismut kui niisugune õhu suhtes passiivne, kuid peene puruna võib olla ta ülespidamine teistsugune.

Olles veendund püsiva oleku teostumises, mõõdeti puru takistus mitmesuguses magnetväljas. Suurendati rõhku, oodati mõni aeg ja toimiti endiselt. Niiviisi kogutud andmed võimaldasid ülevaate saamise takistuse muutuvuse suhtes kahes suunas: sõltumine 1) magnetvälja tugevusest ja 2) rõhust.

3. Katsetulemused.

Olgu antud näitena ühe vaatlusrea tulemused (tarvitusel 1 toru):

Toru avavuse läbilõike pind 1,583 $cm.^2$

Torus puru 10,47 gr (C. F. Kahlbaumi preparaat; lastud läbi sõela, millel 9000 avavust 1 cm^2 peal.)

Puru tulba kõrgus 2,4 atm. rõhu all 1,246 cm; 42,1 atm. all —1,130 cm.

Temperatuur — 15,2° C.

Katseandmete kokkuvõte — tabelis: ülemisel real on antud

1) Brentano: Annal. d. Phys. 46; 941; 1915.

rõhud (P) atmosf., nende all (2—9 veerud) ohmides puru takistuse kasv DR (korutatud 10^2), mõjutatud magnetvälja H poolt, mille tugevused Gausses — esimesel veerul; joone all, real R_0, purutulba takistused ilma magnetväljata [1])

P / H	2,4	3,3	6,0	8,6	19,6	26,9	34,0	42,1	A. 10^2	B. 10^2
	DR. 10^2									
1725	—	—	,02	,0180	—	,0065	,0055	,0045	,002	,126
3075	—	—	,07	,0430	,0210	,0165	,0150	,0120	,003	,365
3575	—	,10	,09	,0605	,0280	,0225	—	,0160	,006	,423
4075	,15	,12	,10	,0725	—	,0285	,0240	,0200	,011	,439
4500	,18	,14	,12	,0850	,0420	,0325	,0295	,0235	,013	,524
4900	,19	,18	,14	,1040	,0485	,0375	,0345	,0275	,015	,620
5225	,22	—	,15	,1180	,0525	,0425	,0395	,0310	,016	,717
R_0	1,952	1,949	1,251	,9451	,3746	,3197	,2531	,2104		
K. 10^4	1,305	1,167	,9410	,6832	,3163	,2543	,2291	,1834		
K_0. 10^4	,1246	,1115	,0899	,0653	,0302	,0243	,0219	,0175		

a) Takistuse kasvu (DR) sõltuvus magnetvälja tugevusest (H). Goldhammer [2]) ja Heaps [3]) katseliselt ning J. J. Thomson [4]) teoreetilisil kaalutusil jõudsid otsusele, et metall bismuti takistuse kasv (DR) magnetväljas peaks olema võrdeline viimase ruuduga

(1) $$DR = k H^2$$

Eelmist seost katsuti rakendada ka puru korral. Tema maksvuse puhul peaks

$$\frac{DR}{H^2} = k$$

s. t. mingi kindla rõhu all peaks olema takistuse kasvu (DR) jägatised vastava väljatugevuse ruuduga katsevigade piires jäevad. Seda järelkatsudes leiti, et k järjekindlalt väheneb käsikäes välja (H) kasvuga. See ei tule ilmsiks ainult käesoleva katserea, vaid

1) Väljatugevus oli mõõdetav täppsusega H ± 20 G, rõhk P ± 0,2 atm. ja takistuse kasv DR ± 0,0001 ⌒ (2—3 veerul) DR ± 0,000005 ⌒ (4—9 veerul).

2) Goldhammer: I. Ann. d. Phys. 31; 360; 1887; ja II Ann. d. Phys. 36; 804; 1889.

3) Heaps: Beibl. 37; 1396; 1913.

4) J. J. Thomson: Beibl. 25; 710; 1901.

kõikide toimetatud vaatluste juures. Tähendab: eelmine (1) valem ei ole siin rakendatav.

Eeldati et seos (1) üldkujul

(2) $$DR = k\,H^s$$

kirjeldab nähtust vähemalt esimeses lähenduses, kui ainult kohaselt valida jäevad k ja s. Logaritmides avalduse (2) mõlemaid pooli, leitakse

(3) $$\lg DR = \lg k + s \lg H$$

Tuues sisse uued muutujad $\lg DR = y$, $\lg k = m$ ja $\lg H = x$, saadakse

(4) $$y = m + sx$$

See on sirge võrrand tundmata kordajatega m ja s. Kandes tabelist DR ja H väärtused joonisele vastavais sihtes logaritmilise astmiku järel — peaks asuma leitud täpid ligikaudu ühel sirgel.

Joon. № 1 kanti logar. astmiku järel tabelis antud takistuse muutused püstsihis; ristsihis — neile omased väljatugevused. Iga tarvitatud rõhule vastav täpprida ühendati sirgega [1]). Nii moodustub $\lg DR$ ja $\lg H$ tasapinnal rööpsirgete pere, kui jäeva parameetrina vaadeldud rõhk P.

Avaldusest (4)

(5) $$dy = s\,dx$$

ehk

(6) $$\frac{dy}{dx} = s = y'$$

Asetes siia y ja x väärtused, leitakse

$$\frac{d\,(\lg DR)}{d\,(\lg H)} = s$$

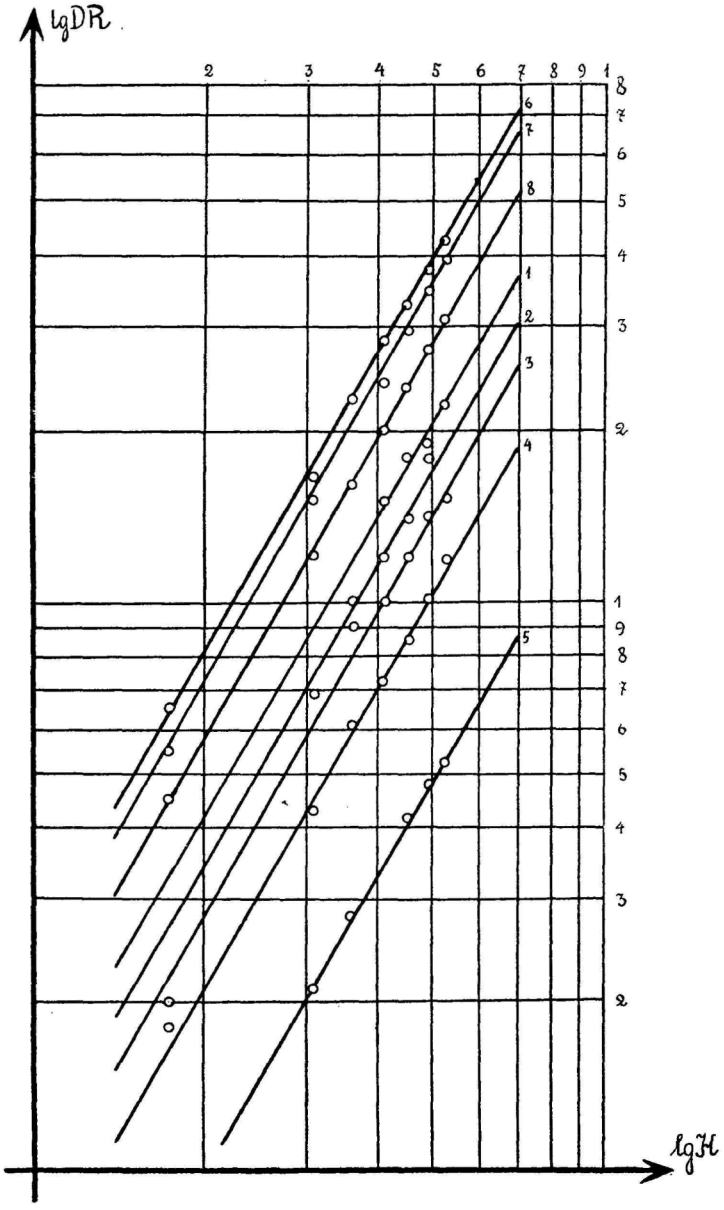
Sõnastatult: s on nurga tangens, mille moodustab joon. № 1 kantud täppreast läbipandud sirge $\lg H$ teljega. s numbriline väärtus kõigub 1,7 ümber, mitte ainult käesoleval korral, vaid kõikide tarvitatud torude ja puruliikide puhul: puru takistuse kasv on võrdeline magnetvälja 1,7 astmega

(7) $$DR = k\,H^{1{,}7}.$$

Arvude asjatust paisumisest hoidumiseks tarvitati ühikuna 1000 G väljatugevust. ($H = 1000\ G = 1$). Kui $H = 1$, siis $\lg H = \lg 1 = 0$ ja valem (3) omab sell erijuhusel kuju

$$\lg DR = \lg k$$

1) Numbrid sirgete otses tähendavad rõhu P veerge tabelis. Ruumi kokkuhoidmiseks nihutati sirged alates 6 dast rööbiti ühe dekaadi võrra ülesse.

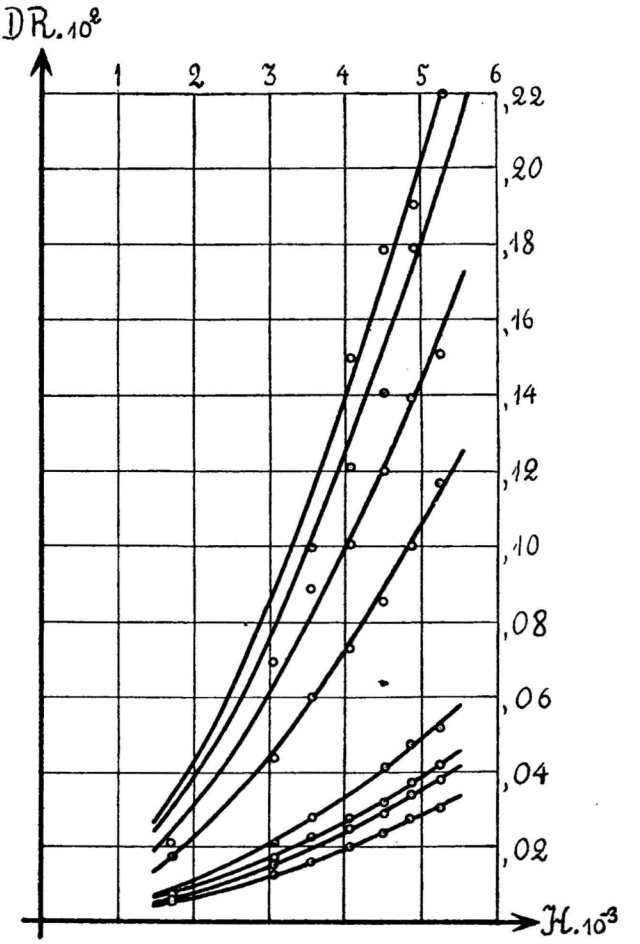


Joon. № 1.

kust DR = k. Siit k füüsikaline tähendus on 1000 G magnetväljale omane puru takistuse kasv (⌒) teatud rõhu all.

Võrdetegur k oleks määratav joon. № 1: tuleks pikendada

sirgeid algordinaadini ja lõiktäpid viimasega annaksidki k arvulise väärtuse. Et sirged pole endavahel täitsa rööbikud ja üksikult s : id erinevad veidi keskväärtusest 1,7, kuna aga igal juhusel sooviti



Joon. № 2.

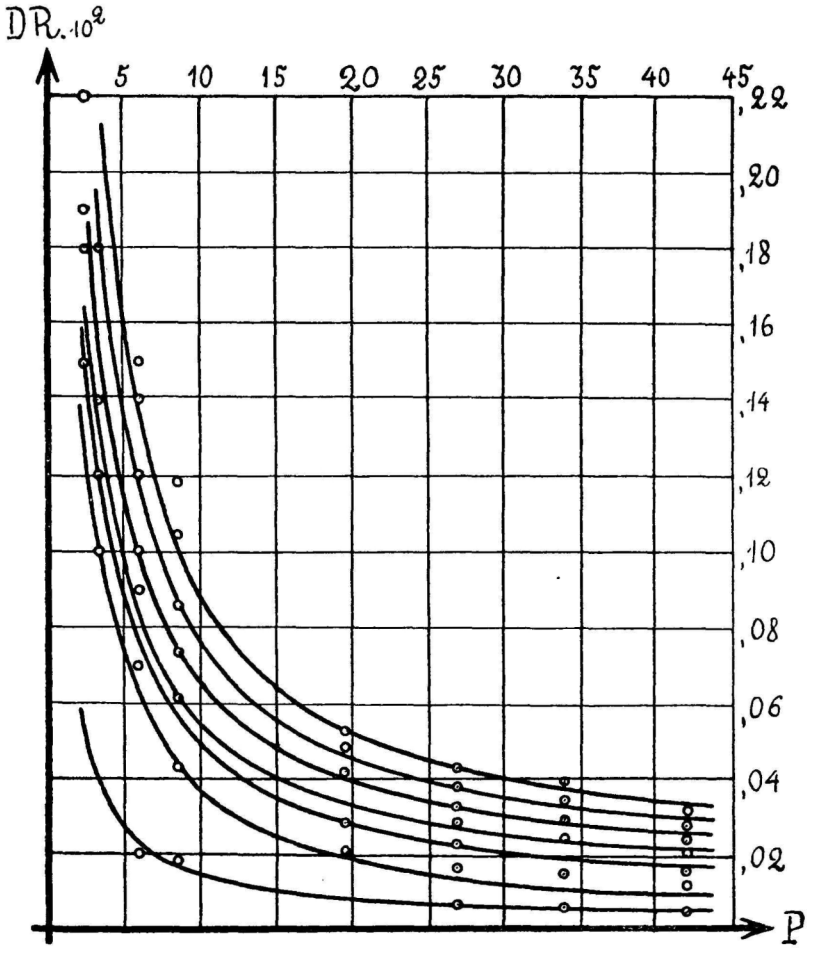
kasutada viimast kõigetõenäosemat astmenäitajat — osutus s numbriline otsimisviis sobivamana.

(7) järel

(8)
$$k = \frac{DR}{H^{1,7}}$$

Siit juhis k arvutamiseks: tõsta väljatugevus H 1,7 astme, jäga sellega vastav takistuse kasv DR ja võta iga veeru (rõhu P) jäoks

saadud jägatisist keskväärtus. Sarnaselt arvustatud k väärtused on antud tabelis real k. 10^4. Asetes need kordamööda avaldusse (7), saadakse igale rõhule omane võrrand, mis peaks kirjeldama takistuse kasvu DR olenevust magnetväljast. Joon. № 2 kujutavad DR ja H



Joon. № 3.

tasapinnal ringikesed vaatlusandmeid, kuna kõverad arvutati vasttähendatud võrrandite põhjal. Et igaüks viimaseist vastab mingile jäevale rõhule, siis olgu nad lühenduseks, samaselt termodünaamikas tarvituselolevale mõistele, nimetatud isobaarideks.

b) Takistuse muutuse (DR) sõltuvus rõhust (P). Olgu vaadeldud jäeva parameetrina väljatugevus H ja muutujad

DR ning P. Sellest seisukohast lähtudes on vaatlusandmed kujutatud joon. № 3. Igale väljale H vastab DR ja P tasapinnal temale omane täpprida ja nendest läbipandud kõverad sünnitavad näivalt hüperboolide pere. Olgu lühenduseks kõverad, mis kujutavad takistuse muutuse sõltumist rõhust jäevas magnetväljas, nimetatud isopeedideks [1]).

Isopeedide käiku arvustades näib, et igat neist peaks, vähemalt esimeses ligenduses, rahuldama seos

$$DR.\ P - A.\ P - B = 0, \tag{9}$$

kus A ja B praegu tundmata jäevad. Et nii DR kui ka P varustatud katsevigadega, ei rahulda need igakord eelmist võrrandit: asetades (9) vastavad mõõtmisandmed, omab parem pool üldiselt nullist erinevad väärtused. Olgu need d_1; d_2; . . . . . ; dn. Siis

$$\begin{aligned} &DR_1 P_1 - AP_1 - B = d_1 \\ &DR_2 P_2 - AP_2 - B = d_2 \\ &- - - - - - - \\ &- - - - - - - \\ &DRn\,Pn - APn - B = dn \end{aligned} \tag{10}$$

Nüüd on tarvis A ja B niimoodi kohaselt valida, et paremad pooled võimalikult vähe nullist erineksid; et nende ruutude summa saaks miinimumiks [2])

$$S = d^2, + d_2^2 + \ . \ . \ . + dn^2$$

Asetes siia d vastavad väärtused (10), leitakse

$$S = (DR_1 P_1 - AP_1 - B)^2 + (DR_2 P_2 - AP_2 - B)^2 + \ldots + (DRnPn - APn - B)^2$$

mida võib vaadelda kui A ja B funktsiooni.

Nõutakse, et ta saaks miinimumiks. Seks peavad muutuma nulliks osatuletised vastavate muutujate suhtes [3])

$$-\frac{1}{2}\cdot\frac{dS}{dA} = \sum_1^n{}^n DR_n P_n^2 - A\sum_1^n{}^n P_n^2 - B\sum_1^n{}^n P_n = 0$$

---

1) Samuti nimetab Blake omis uuringuis temperatuuri mõju üle bismuti takistuse peale võrdsete magnetväljade jaoks leitud kõveraid (*ἰσόπεδοζ* — võrdväljaline). — Ber. d. D. Phys. Ges. 1907; 294.

2) Ruutude summa seks, et esimeste astmete summimisel vastasmärkide tõttu ka d_1; d_2 . . . . dn suurte nullist erinevuste korral summa siiski nulliks ehk tema lähedusse võib sattuda.

3) II tuletist pole vaja uurida.

(12)

$$-\frac{1}{2}\cdot\frac{dS}{dB}=\sum_{1}^{n}{}^{n}DR_nP_n-A\sum_{1}^{n}{}^{n}P_n-{}^{n}B=0$$

Seega on meie käsutuses kaks A ja B suhtes lineaarset vorrandit — neist piisab mõlemi üheseks määramiseks.

Avalduse (9) lihtsam kuju on

(13) $$DR=A+B.P^{-1}$$

Tabelis on antud kahel viimasel veerul (12) põhjal arvutatud iga isopeedi jaoks A ja B numbrilised väärtused. Viimased, asetatult avaldusse (13), annavad igale magnetväljale omase isopeedi võrrandi, mida kujutavad joon. № 3 kõverad.

Jägame (13) mõlemaid pooli $H^{1,7}$:ga

$$\frac{DR}{H^{1,7}}=a'+b'.P^{-1}$$

Pahem pool ei ole nüüd midagi muud, kui ülaltarvitatud võrdetegur k (8), mis iseloomustas 1000 G väljas rõhu P all torus asuva puru takistuse kasvu. Kui puru kaalus p gr, siis 1 gr korral

(14) $$\frac{DR}{P.H^{1,7}}=k_0=a+b.P^{-1}\ ^{1})$$

Sõnastatult: k_0 tähendab 1 gr puru takistuse kasvu 1000 G väljas. Tarvitatud rõhkudele omased k_0 väärtused on antud tabeli alumisel ($k_0.10^4$ tähist) real. (12) põhjal leiti, et $a=0{,}9.10^{-6}$ ja $b=40.10^{-6}$. Siit (14) alusel

(15) $$k_0=\{0{,}9+40.P^{-1}\}.10^{-6}$$

Joon. № 4 on ringikestena kantud arvutatud k_0 tabelli alumiselt realt; kõver kujutab võrrand (15) käiku. Seega on taandatud terve isopeetide pere (joon. № 3) ainsa kõvera peale.

a ja b füüsikaline tähendus selgub kahest erijuhusest:

1) kui $P\to\infty$ siis $b.P^{-1}\to 0$ ja

$$k_0=a$$

See on (14) assümptoodi võrrand; sõnastatult: a tähendab 1 gr puru takistuse kasvu 1000 G magnetväljas väga suure rõhu all.

---

1) Siin on tegemist 3 muut. funktsiooniga (DR,H ja P), mis geomeetriliselt kujutab ruumis mingit pinda, mille jälgedena vastavail koordinaat tasapindel esinevad isobaarid ja -peedid.

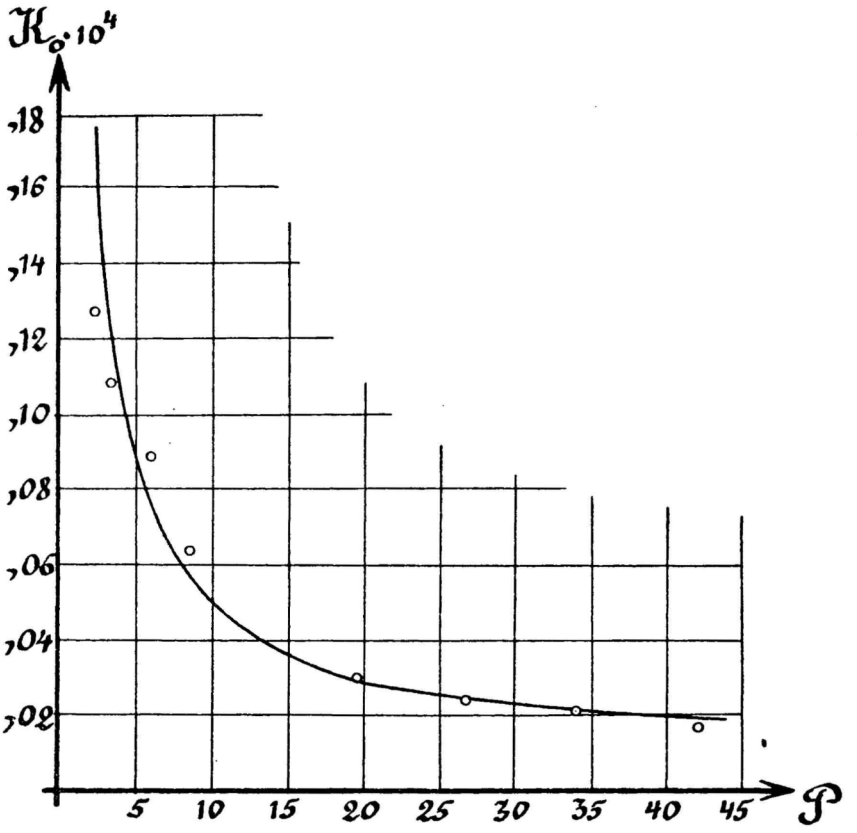
2) kui P = 1 at. siis

$$k_0 = a + b =$$

Seega α on 1 gr puru takistuse kasv 1 atm. rõhu all 1000 G magnetväljas. Käesoleval juhusel (15) järel

$$\alpha = 40{,}9 \cdot 10^{-6}$$

α on üldine antud toru korral magnetväljas puru takistuse



Joon. № 4.

muutust iseloomustav tegur; ta ei olene ei magnetvälja tugevusest ega valitsevast rõhust, vaid sisaldab endas isopeedide ja -baaride kokkuvõte, teadagi piires, milles rakendatav võrrand (14).

c) Katsetulemuste võrdlus mitmes torus. Eelmine mõtekäik oli tarvilik, et soetada alus, mis võimaldaks võrrelda katsetulemusi erinevate läbilõigetega torudes. Vaatlused toimusid neljas erinevate läbilõigetega torudes:

Toru №	Läbilõik. pind	α
1	0,029 cm^2	46.10^{-2}
2	0,358 „	63.10^{-3}
3	0,697 „	30.10^{-5}
4	1,583 „	41.10^{-6}

Torkab silma α vähenemine käsikäes toru avause suurenemisega. Võimalik, et magnetväli väliste puru kihtide peale mõjub intensiivsemalt. Peene toru korral on, tungjoonte sihis vaadatult, 1 gr puru kiht õhem, milletõttu viimases terad välja mõjule kättesaadavamad ja seega takistuse kasv suurem: välised puru kihid nagu varjaks seesmisi magnetvälja mõju eest.

Kui magnetväli peaks mõjuma intensiivsemalt pindkristallide peale, siis tohiks oodata, et 1 gr peene puru takistuse kasv on suurem kui sõredal, sest esimesel juhusel on metalli vaba pind suurem. Sarnane nähtus tuli tõepoolest ilmsiks. Näiteks toru № 1 juures puru jaoks, mis läks sõelast läbi, leiti $\alpha = 46.10^{-2}$; sõelale peatama jäend osale — $\alpha = 23.10^{-2}$.

Brentano töis tuli ilmsiks võrdsetes magnetväljades bismut traadi takistuse muutuse (DR) suurenemine rõhu kasvamisel. Puru korral kinnitavad käesolevad katseandmed ümberpöördud asjaolu. Mõlemad erinevad seisukohad oleks kooskõlastatavad oletusel, et rõhu kasvuga suurenevad puruterade puutepinnad. Sellega käsikäes kahaneb iga tera magnetvälja mõjule kättesaadav vaba pind, mis nagu mõjutaks takistuse muutuse vähenemise. Kui puru kokkusurutud küllaldaselt kompaktseks bismutiks, mill pole enam mõõduandev kristallsagarate endavaheline asend, vaid esiplaanile kerkivad moonutused üksikuis kristalles — võiks vast oodata DR kasvu rõhu suurendamisel.

Katsuti uurida Bi. subnitr. lahuse elektrolüüsimisel ja ka formaldehüüdi ning kaalileheliseega sadestusel saadud puru. Kuid mõlemail kordel osutus torus № 3 80 atm. rõhu all 0,5 cm kõrguse purutulba takistus sedavõrd suureks (üle 10000 $\curvearrowright$), et kasutada olevate mõõtmisvahenditega polnud võimalik teda määrata.

Nende ridade kirjutaja võlgneb tänu härra prof. J. Vilip'ile, kelle ülesandel ja juhatusel sündis katseandmete kogumine.

Zusammenfassung.

Es wurde der elektrische Widerstand des Wismutpulvers im magnetischen Felde (H) unter verschiedenem Druke (P) untersucht.

1° Es erwies sich, dass der Widerstand des Pulvers proportional der $1{,}7^{\text{ten}}$ Potenz der Feldstärke wächst (7) (Fig. № 2).

2° Mit der Steigerung des Druckes verkleinert sich die Änderung des Widerstandes nach einem hyperbolischen Gesetz (13) (Fig. №№ 3 u. 4).

3° In dicken Röhren wächst der Widerstand unter dem Einfluss des magnetischen Feldes langsamer, als in dünnen; ebenso scheint die Wirkung des Feldes auf grobkörniges Pulver kleiner zu sein, als auf feinkörniges. Es scheint, als ob die Kristalle an der Oberfläche des Metalles der Wirkung des magnetischen Feldes zugänglicher sind, als die inneren.

(Aus dem Institut für spezielle Botanik der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich.)

Beiträge zur Nomenklatur der ostbaltischen Pilzflora I.

Von Elmar Lepik.

Das ostbaltische Gebiet — nach den alten Nennungen: „Liv-, Ehst- und Curland" und „Ostseeprovinzen" — bildet ein gutbegrenztes Florengebiet, welches schon in den ältesten Florenwerken als Einheit genommen ist. Die geographische Lage, wie auch die klimatischen Verhältnisse bedingen, dass auch heute, wo dieses Gebiet nach dem Weltkriege in die politischen Einheiten: Estland, Lettland und den nördlichen Teil von Litauen zerfällt, das Gesamtgebiet als Einheit zu betrachten ist. Eine Frage, welche auch tatsächlich von Riga'schen Floristen (K. R. Kupffer, N. Malta) neuerdings wieder aufgeworfen worden ist.

Wenn man die ostbaltische Phanerogamenflora schon verhältnismässig gut durchforscht nennen kann, so sind bei den Kryptogamen noch grosse Lücken vorhanden, besonders in der Algen- und Pilzflora. Die ältesten Literaturquellen sind von C. Winkler[1]) in „Flora Baltica" zusammengefasst[2]). In diesem Verzeichnis fehlt noch die Arbeit von Weinmann[3]), in welcher auch einige Angaben aus dem Ostbaltikum aufgezeichnet sind.

1) Winkler C., Literatur und Pflanzenverzeichnis der Flora Baltica. Archiv f. d. Naturkunde Liv-, Ehst- u. Kurlands, Serie II, Bd. 7, Lief. 4. Fungi, p. 393. Dorpat, 1877.

2) In Winkler's Literaturverzeichnis über die Algenflora, Seite 391—393, fehlt noch die Arbeit von J. F. Weisse: „Die Diatomaceen des Bodenschlammes von Arensburg und Hapsal, wie auch der sogenannte Mineralschlamm der Soolen-Badeanstalt in Staraja-Russa". 1860, mit Tafel. Einige weitere Literaturangaben finden sich in meiner Arbeit: „Der Blasentang (*Fucus vesiculosus*) und seine wirtschaftliche Bedeutung für Eesti", „Agronoomia" № 4, p. 135—144. Tartu, 1925.

3) Weinmann J. A., Hymeno- et Gastero-mycetes hucusque in imperio Rossico observatos. Pars prodromi Florae Rossicae. Petropoli, 1836.

Über die ostbaltische Pilzflora ist bis jetzt von H. A. Dietrich[1]: „Blicke in die Cryptogamenwelt der Ostseeprovinzen", als einzige zusammenfassende Arbeit erschienen. Diese seinerzeit mit grosser Sorgfalt ausgeführte Arbeit — sie enthält 1365 Pilzformen (1092 Arten und 273 Abarten in 173 Gattungen) aus allen Gruppen nebst zahlreichen Bemerkungen und neuen Arten — ist gegenwärtig wegen der veralteten Synonymik praktisch fast unbrauchbar. Die Lage hier wird dadurch noch erschwert, dass die fundamentalen Pilzwerke, wie Saccardo's „Sylloge fungorum", zur Zeit bei uns fehlen und wohl nicht so bald erreichbar sein werden. In Dietrich's Werk sind überall die alten Kollektivnamen gebraucht, die jetzt eine kritische Bearbeitung erfordern. Ebenso alt und unbrauchbar ist in Dietrich's Werk die systematische Gruppeneinteilung. Die meisten neuen Arten muss man heute leider nur als Synonyme, oder wegen ungenügender Beschreibung als „nomina nuda" gelten lassen.

In neuerer Zeit hat F. Bucholtz mit seinen Schülern bei der Bearbeitung einiger Gruppen in dieser Hinsicht eine dankenswerte Arbeit geleistet; allerdings sind aber auch davon schon manche Gruppen wie die *Peronosporaceae*[2] nach Erscheinen der fundamentalen Arbeiten von Prof. E. Gäumann veraltet, und es ist eine neue Bearbeitung erforderlich.

Die nachfolgenden Zeilen sollen einige alte Pilzfundorte und Vorkommnisse beweisen, insoweit das nach Herbarien, bezw. Exsiccatenmaterial und nach ausländischen Quellen zur Zeit sich durchführen lässt. Ebenso soll hier über einige in der Literatur vorkommende Synonyme und Fragen hinsichtlich der ostbaltischen Pilznomenklatur diskutiert werden.[3])

Einige ältere Angaben über unsere Pilzflora führt Weinmann[4]) (1836) in seinem wissenschaftlich gut durcharbeiteten, in Latein geschriebenen Werk, an. Leider sind aber diese Angaben von unseren späteren Forschern nicht benützt worden. Diet-

1) Archiv f. d. Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands, Serie II, Band I, p. 261—414, Dorpat 1856. Zweite Abteilung, l. c. p. 487—538, Dorpat 1859.

2) Bucholtz F., Verzeichnis der bisher in den Ostseeprovinzen Russlands bekannt gewordenen Peronosporinae. Korresp. d. Nat. Ver. zu Riga, Bd. 52, 1909, p. 161—172.

3) Mit Fettdruck sind **nomina conservanda**, mit Sperrdruck nomina rejicienda gedruckt.

4) Weinmann J. A., Hymeno- et Gasteromycetes etc. l. c.

rich (l. c.) nennt bei seinen Bestimmungen Weinmann's Werk als Hilfsbuch, zitiert aber die ostbaltischen Fundorte in seiner Arbeit nicht. Bucholtz[1]) erwähnt ebenfalls in seiner zusammenfassenden Arbeit Weinmann's Fundorte nicht. Weil Weinmann's Pilzwerk heute als eine Rarität zu betrachten ist, so halte ich es hier für nötig, alle Fundorte aus Livland anzuführen, und zwar die Arten unter denjenigen Namen, unter welchen sie in der Originalarbeit bezeichnet sind[2]). Von denselben hat Weinmann einige Boletusarten selbst gesammelt und bezeichnet diese als: „in Livonia, ego", nämlich: *Boletus luteus* Linn., p. 295; *B. granulatus* Linn. p. 296; *B. piperatus* Bull. p. 297; *B. subtomentosus* Linn. p. 299; *B. edulis* Bull. p. 301; *Agaricus vaginatus* Bull. p. 4.

Weiter werden von Weinmann folgende Arten aus Livland zitiert nach Friebe oder nach Grindel: *Agaricus procerus* Scop. (p. 8 nach Friebe); *A. equestris* Linn. (p. 20 nach Friebe); *A. emeticus* Schaeff. (p. 32 nach Friebe); *A. fragilis* Pers. (p. 33 nach Friebe); *A. deliciosus* Linn. (p. 43 nach Friebe); *A. subdulcis* Pers. (p. 45 nach Friebe); *A. piperatus* Scop. (p. 50 nach Friebe); *Cantharellus cibarius* Fr. (p. 287 nach Friebe); *Polyporus igniarius* Fr. (p. 331 nach Friebe); *Merulius lacrymans* Schum. (p. 349 nach Friebe); *Morchella esculenta* Pers. (p. 403 nach Friebe); *Phallus impudicus* Linn. (p. 540 nach Grindel); *Clathrus cancellatus* Linn. (p. 542 nach Grindel); *Tuber cibarium* Sibth. (p. 544 nach Grindel); *Nidularia campanulata* Sibth. (p. 546 nach Grindel); *Lycoperdon Bovista* Linn. (p. 563 nach Grindel).

Spilocaea Pomi Fr. in Dietrich, Crypt. p. 277 ist jetzt als unsichere Art auszuschliessen. (in Sacc. Syll. fung. unter „Genera dubia vel excluenda" Vol. IV, p. 761), aus Dietrich Cent. VI N 1 geht hervor, dass man es hier mit **Venturia inaequalis** Wint. zu tun hat.

Rhizosporium Solani Wallr. in Dietrich, Crypt. p. 277. Die Gattung *Rhizosporium* ist nach Sacc. Syll. fung. XV p. 322: „versimiliter non fungus, sed Phleoconis analogum".

---

1) Bucholtz F., Über die Boletusarten der Ostseeprovinzen Russlands. Korrespbl. d. Naturf. Vereins zu Riga. Bd. 47, 1904. p. 29—40.

2) Für die Benutzung von Weinmann's Werk aus der Bibliothek des Botanischen Museums in Genf, bin ich Herrn Direktor Dr. Briquet zu Dank verpflichtet.

Aus Dietrich's Beschreibung geht aber hervor, dass unser Pilz wahrscheinlich die **Phytophthora infestans** De By., die Trockenfäule der Kartoffelknollen, ist.

Physoderma gibbosum Wallr. in Dietr. Crypt. p. 283; Dietr. Cent. I—21; auf *Aegopodium Podagraria* ist **Protomyces macrosporus** Unger. (Büren in Schweiz. Protom. 1915 p. 76).

Brachycladium penicillatum Corda in Dietr. Crypt. p. 305 ist **Dendryphium penicillatum Fr.** (in Sacc. Syll. IV—489).

Die estländischen Uredineen sind von Chr. Gobi[1]) bearbeitet worden. (Die Rostpilze des Gouvernements St. Petersburg, der angrenzenden Theile Ehst- und Finnlands und einiger Gegenden des Gouvernements Nowgorod). Nach Dietrich's Arbeiten und seinen Sammlungen aus Nordestland sind insgesamt 112 (4 mit Fragezeichen) Arten nachgewiesen, von denen 6 für Estland neu waren. Die Dietrich'schen Angaben sind aber in Gobi's Arbeit nicht mit genügender Sorgfalt berücksichtigt worden, so dass viele Arten fehlen, die in Dietrich's Werk unter Synonymen stehen. Ebenso sind die Dietrich'schen Centurien unberücksichtigt geblieben.

Die meisten Uredineen aus Dietr. Cent. sind von Buchholtz und Arefjev nachgeprüft und in vielen Orten berichtigt worden. Hier beiträglich noch einige:

Uredo Hypericorum DC. In Dietrich Crypt. p. 282, Dietr. Cent. I—13, auf *Hypericum quadrangulum* gehört zu: **Melampsora hypericorum** (DC.) Schröter.

Uredo Lini DC. In Dietr. Crypt. p. 280, Dietr. Cent. II—20 auf (*Cathartolinum vulgare* =) *Linum catharticum* L. ist **Melampsora Lini** (Pers.) Desmaziéres.

Uredo Mercurialis Mart. In Dietr. Crypt. p. 282. Dietr. Cent. II—21, auf *Mercurialis perennis*, selten, gehört zu **Melampsora Rostrupii** Wagner.

Uredo populina Jacq. b) Betulae Klotzsch. in Dietr. Crypt. p. 281, Dietr. Cent. I—17, auf *Betula* (*verrucosa* Ehr.) ist **Melampsoridium betulinum** (Pers.) Klebahn.

---

1) Гоби, Хр. О ржавчинныхъ грибахъ (Uredineae) С.-Петербургской губерніи и нѣкоторыхъ частей сосѣднихъ съ нею Эстляндіи, Выборгской и Новгородской губерній. Scripta Botanica Horti Univers. Imper. Petropolitanae, Tomus III, С.-Петербургъ, 1890—1892, p. 65—128.

Uredo Evonymi Mart. in Dietr. Crypt. p. 280, 491; Dietr. Cent. VIII—14; ist **Melampsora Evonymi-Caprearum** Klebh. in Pringsheim Jahrbuch 34, p. 358. 1900.

Uredo Epilobii DC. in Dietr. Crypt. p. 280; Dietr. Cent. II—23; auf *Epilobium* sp. ist **Pucciniastrum Epilobii** Otth. in Mitt. Nat. Ges. Bern 1861 p. 72.

Uredo Saxifragarum DC. in Dietr. Crypt. p. 281, 492; Dietr. Cent. IX—5 auf *Saxifraga granulata* ist **Melampsora vernalis** Niessl. in Winter, Pilze Deutschl. p. 237, und Sydow, Monogr. Ured. III p. 386.

Uredo Pedicularis Dietr. (vov. sp.) in Dietr. Crypt. p. 492 auf *Pedicularis palustris* gehört zu **Cronartium flaccidum** (Alb. et Schw.) Wint. in Pilze Deutschl. p. 236.

Uredo Caryophyllacearum Rabenh. in Dietr. Crypt. p. 492 auf *Stellaria*, ist **Melampsorella Caryophyllacearum** (Schroet. in Hedwigia XIII, p. 85).

Uredo Potentillarum DC. in Dietr. Crypt. p. 281; Diertr. Cent. II—12 auf *Potentilla argentea* und *verna* ist **Phragmidium Potentillae** (Pers.) Karst.

Uredo Pyrolae Mart. In Dietr. Crypt. p. 281; an Blättern der *Pirola rotundifolia* (Dietr. Cent. I—1) und *P. secunda* (Dietr. Cent. IV—15) ist **Pucciniastrum Pirolae** (Karst.) Schroet. (in Sydow Monogr. III—455).

Uredo Ledi Alb. et Schw. in Dietr. Crypt. p. 281; Dietr. Cent. VI—9, auf *Ledum palustre* — ist **Chrysomyxa Ledi** De By (in Bot. Zeitg. 1879 p. 809).

Uredo Jnulae Dietrich (nov. sp.) in Crypt. p. 282 und 492 Dietr. Cent. IV—9, ist identisch mit **Coleosporium Inulae** Rabh. (in Bot. Zeitg. 1851 p. 455).

Roestelia cancellata L. (Rebent.) in Dietr. Crpt. p. 287, Dietr. Cent. I—44; gehört zu **Gymnosporangium Sabinae** (Dicks) Wint. in Pilze Deutschl. I. p. 232 (1884).

Podisoma fuscum Duby. in Dietr. Crypt. p. 290; Dietr. Cent. V—1, ist **Gymnosporangium Sabinae** (Dicks.) Wint.

Cronartium Ribicola Dietrich (nov. sp.) in Crypt. p. 287; Dietr. Cent. IV—21.

In der Schreibweise dieses Speziesnamens herrscht in der mycologischen Literatur eine grosse Unsicherheit. Es werden häufig die Endungen -lum oder -la geschrieben, während

als Autorenname Dietrich oder Fischer gebraucht wird. In dem neusten Pilzwerk Oudemans „Enumeratio syst. fungorum“ (Vol. III. 1921) sind alle diese Varianten als selbständige Arten aufgeführt. Mit Sydow (Monograph. Ured. III. p. 567) müssen wir als richtig **Cr. ribicola Fischer** (1872) bezeichnen und Dietrich's Namen (1856) in Crypt. l. c., welcher ohne jegliche Diagnose, nur als „nomen nudum“ gelten lassen.

Cronartium Ruelliae Dietr. (nov. sp.) in Crypt. p. 495 auf *Ruellia formosa* L. wird von Sydow (Monograph. Ured. III. p. 561, 563) zu den **Cronartium flaccidum** (Alb. et Schw.) Wint. (Cr. aselepiadeum Fr.) gezählt. Der von Sydow (l. c. 563) zitierte Fundort „auf der kultivierten Pflanze in Dorpat“ muss wohl als irrtümlich gelten. In Dietrich's Beschreibung (l. c. p. 495) steht nur: „In unseren Warmhäusern, hier und da nicht selten“, ohne genauere Ortsangabe. Die meisten in dieser Arbeit erwähnten Pilze sind von Dietrich aus der Umgebung Revals gesammelt, wo er einen kurzen Sommeraufenthalt hatte. Deshalb können wir hier als Fundort eher Reval gelten lassen.

Cronartium Paeoniarum (Bonorden?) in Dietr. Crypt. p. 287; Dietr. Cent. VI, 13; auf *Paeonia* sp. gehört ebenso zu **Cronartium flaccidum** (Abb. et. Schw.) Wint.

Cronartium Hystrix Dietr. (nov. sp.) in Crypt. II. p. 495, Cent. IX—24 und

Cronartium Verbenes Dietr. (nov. sp.) in Crypt. II. p. 495. Die beiden Arten gehören nach Kulturversuchen von H. Klebahn (Die wirtswechselnden Rostpilze 1904, p. 374 375; Zeitschrift f. Pflanzenkrankheiten Bd. 15, 1905, p. 84 und Bd. 17, 1907 p. 148) zu **Cronartium flaccidum** (Alb. et. Schw.) Wint.

Aporia Hyperici Vestergren in Bot. Not. 1902 p. 115 und in „Hedwigia“ 1903, p. 79, 105, Fig. 1—3: ebenso in Vestergren, Micromycetes rariores selecti XVI, 397 und in Bucholtz, Materialien zur Pilzflora der Insel Oesel, 1916, p. 24.

Diese neue Art auf *Hypericum quadrangulum* von der Insel Abro und von Oio bei Kihelkonna[1]) stimmt mit der Gattung

1) Wie Herr Dr. Vestergren mir mitteilt, gehören die von der schwedischen Expedition im Sommer 1899 auf der Insel Oesel gesammelten Pilze jetzt dem Reichsmuseum in Stockholm.

Schizothyrium überein, nur die Sporen sind einzellig [1]) (bei *Schizothyrium* sind sie dagegen zweizellig), weshalb Vestergren sie als selbständige Gattung aufstellt und den alten Gattungsnamen Aporia Duby verwendet. Saccardo (in Syll. fung. XVII, p. 893) bezeichnet jedoch den Pilz als **Schizothyrium Hyperici** (Vest.) Sacc. et D. Sacc. Es dürfte einstweilen am besten sein, die fragliche Art der Gattung *Schizothyrium* zuzuzählen, bis der Pilz entwicklungsgeschichtlich genauer untersucht sein wird.

Pyrenopezziza osiliensis Vest. in Bot. Not. 1900, und in Vestergren Microm. rar. sel. X, 226: in Sacc. Syll. fung. XVI, 732: in Oudemans, Enum. fung. III, 170. auf *Thalictrum* sp. bei Arensburg.

Die Sporen bleiben lange unseptiert, zeigen aber später doch deutliche Querwände [2]), weshalb der Pilz zu **Beloniella osiliensis** Vest. gehört, wie Vestergren selbst das später in „Hedwigia" 1903, p. 79 gezeigt hat. In Saccardo (l. c.) und Oudemans (l. c.) ist diese Verbesserung nicht eingeführt, sondern Vestergren's alte Diagnose zitiert.

Ustilago Vaillantii Tul. (1847) auf *Scilla Koenigi* in Buchholtz und Ekmann [3]) p. 57 „in den Antheren einer Scillaart (*Scilla Koenigi*?) im Botanischen Garten zu Dorpat". Die neue Wirtpflanze wird von den Autoren als zweifelhaft angenommen, ebenso die Pilz-Bestimmung (Nota l. c. p. 58). Wie aber Buchholtz später an J. Liro [4]) brieflich mitteilte, sind Pilz und Wirtpflanze richtig bestimmt. Die Richtigkeit beiden Bestimmungen beweisen auch meine eigenen

---

1) Für die Übersendung von Originalexemplaren bin ich Herrn Dr. Tycho Vestergren in Stockholm zu Dank verpflichtet.

2) In Saccardo, Sylloge fungorum sind die ostbaltischen Ortsnamen recht fehlerhaft geschrieben, z. B. „Arrenyburg" für „Arensburg", (Vol. XVIII, p. 261 bei Phoma pachytheca Vest.); „insula Abro Sueciae" anstatt „Rossiae balticae" (Vol. XVIII, p. 196 bei Exoascus Vestergreni), und „Arensburg Sueciae" anstatt „Arensburg Osiliae" (XVIII, p. 399 bei Rhabdospora Campanulae Cervicariae Vest.).

3) Buchholtz F. und Ekmann O., Über die Verbreitung der Brandpilze (Ustilagineae) im Ostbaltikum. Sitzungsber. d. Nat. Ges. der Universität, Bd. 24, Dorpat, 1918/1919.

4) Liro J. J., Die Ustilagineen Finnlands. I Teil. Ann. Acad. Sc. Fenn. Ser. A. 17. № 1. Helsinki, 1924.

Funde im Frühjahr 1925 an derselben Stelle und auf derselben Pflanze.

Von den Exsiccatenwerken, welche die ostbaltische Pilze enthalten, ist bis jetzt von unseren Autoren nicht erwähnt: „Kryptogamae exsiccatae, editae a Museo Palatino Vindobonensi", Centuria XII—XIII, Wien, 1906. Schedae ad „Krypt. exsic." von A. Zahlbruckner in Annal. d. K. K. naturhist. Hofmuseums Wien, Bd. 20, 1905, p. 311—358. (Auch in Bot. Centrbl. Bd. 102, 1906, p. 500).

In diesem Exsiccatenwerk findet sich ein Pilz aus Estland: 1185. **Botrytis capsularum** Bresad. et Vestergr. in Bot. Not. 1902, p. 116. Rossia baltica: in capsulis *Veronicae aquaticae* ad Masick prope Orisaar in insula Osilia, m. Aug. leg. T. Vestergren. (Vorhanden in den Sammlungen der Phytopathologischen Versuchsstation der Universität Tartu).

(Kokkuvõte.)

Lisangud idabalti seenestiku nomenklatuurile, I.

E. Lepik.

Baltimeremaade idapoolne osa, vana nimetustega: Eesti-, Liivi- ja Kuuramaa, Idabaltikum, „Ostseeprovinzen", ehk lihtsalt Baltikum, moodustub hästipiiratud taimestiku-ala, ning on juba vanemais floristilisis töis üksusena käsitletud. Läänest, põhjast ja idast on see ala piiratud Balti mere, Soome lahe, Narva jõe ja Peipsi ning Pihkva järvedega, millised piirijooned ka poliitiliste piiridega ühte langevad. Ainult lõunas, kus idabalti taimestik siirdub järk-järgult preisipoola-valgevene taimestikku, puudub loomulik piir. Puht praktilistel motiividel võiksime aga siingi seks Leedumaa lõunapiiri tarvitada.

Pääle ilmasõja, mil nimetatud ala iseseisvaiks poliitiliseiks üksusiks tükeldus, suundus ka floristiline uurimistöö poliitiliste piiride järele. Ala geograafiline asend, kliimaline ühtlus ning valitsevad ühised jooned taimestikus, sunnivad teda aga tänapäevgi tervikuna käsitlema.

Kui idabalti, vähemalt selle kesk ja põhjapoolse osa, kõrgemate taimede floorat juba võrdlemisi hästi läbiuurituks võib lugeda, on alamate taimede, eriti vetikate ja seente alal, alles suured tühjad kohad. Seente üle on Heinrich August Dietrich'i

„Blicke in die Cryptogamenwelt der Ostseeprovinzen“ tänini ainukeseks kokkuvõtlikuks tööks jäänud. Seda, oma aja kohta piinliku hoolega toimetatud tööd, (ta sisaldab 1092 seeneliiki, 273 alaliiki ja 173 perekonda ühes hulgaliste märkuste ja uute liikidega) on vananenud sünonüümide tõttu praktiliselt pea võimata kasutada. Osa teosest on hiljemate uurijate poolt kriitiliselt läbi töötatud. Viimast tööd kergendasid D i e t r i c h 'i poolt välja antud väärtuslikud seentekogud.

Käesolevas töös püüan mõningaid vanemaid seente leiukohti kindlaks teha, niivõrd kui see praegu võimalik herbaarse materjaali põhjal ning väliste allikate järele. Samuti on siin mõningate sünonüümide ja idabalti seenestikku kuuluvate nomenklatuuri-küsimuste üle arutletud.

Bericht über geologische Untersuchungen am Kaalijärv (Krater von Sall) auf Ösel.

Von I. Reinwaldt, Bergingenieur.
Mit Beiträgen von A. Luha, Assistent am Geologischen Institut, Tartu.

Vorbemerkung.

Die vorliegende Arbeit ist durch Zusammenwirken der Bergabteilung des Estnischen Handels- und Industrieministeriums, des Geologischen Instituts der Universität Tartu (Dorpat) und der Naturforscher-Gesellschaft derselben Universität zustandegekommen.

Den Hauptanteil der Arbeit hat der Berginspektor Bergingenieur I. Reinwaldt geleistet, dem von dem Direktor der Bergabteilung Herrn Bergingenieur J. Kark neben anderen geologischen Untersuchungen auf Ösel im Sommer 1927 auch die Aufgabe gestellt wurde, den Krater von Kaali (Sall) und Umgebung zu untersuchen.

Dabei sollte durch Bohren und Schürfen versucht werden, neue Daten zu erlangen, die möglicherweise zur Auffindung von nutzbaren Ablagerungen führen und zur Klärung der Entstehungsfrage des Kraters beitragen könnten.

Die Feldarbeiten wurden im Laufe des Septembers und Oktobers 1927 ausgeführt.

Ein vorläufiger Bericht über die wichtigsten Resultate, nebst einem geschichtlichen Überblick der Frage wurde von A. Luha 3. XI. 27 in einem Vortrag in der Naturforscher-Gesellschaft gegeben, während I. Reinwaldt einen ausführlichen Bericht 18. XI. 27 im Verein Estnischer Ingenieure in Reval erstattete. Dieser Vortrag bildet den Hauptabschnitt der vorliegenden Arbeit, während der Unterzeichnete Geschichtliches, Literaturangaben und Anmerkungen, sowie die Übersetzung aus dem Russischen besorgte. Herr K. Duhmberg hat freundlichst die Übersetzung durchgesehen, wofür ich ihm aufrichtig danke.

Inhaltsangabe.

Eine neue sorgfältige Besichtigung, Ausmessung und Nivellierung des Kaalijärv (Krater von Sall) und Umgebung auf der Insel Ösel gibt ein bei weitem genaueres Bild dieser Gegend als bisher. Besonders durch Schürfungen im Walle des Kaalijärv selbst als auch in zwei kleineren Vertiefungen sind ganz eigenartige aber übereinstimmende Verhältnisse der Kraterränder, zum Teil auch der Kraterböden aufgedeckt worden.

Eine Diamantbohrung bis zur Tiefe 63.14 m am Fusse des Walles und flachere Bohrungen und Sondierungen im Kaalijärv selbst sowie hydrometrische Beobachtungen ergänzen die Schurfarbeiten. Die Zusammenfassung der Ergebnisse siehe S. 45.

Als Hauptergebnis erweist sich die Abweisung aller anderen Entstehungshypothesen (Übersicht S. 33) ausser der Meteoritenhypothese, die ausgeführt und zur Erklärung des Beobachteten angewandt wird.

Zum Schluss wird ein Programm für weitere Arbeiten zur selben Frage aufgestellt und der Vorschlag gemacht, das Kaalische Kraterfeld unter Naturschutz zu stellen.

Geschichtliches, Anmerkungen über den geologischen Aufbau und Gesteinsuntersuchungen sowie Literaturangaben vervollständigen die Arbeit.

Tartu (Dorpat) Februar 1928.

A. Luha.

Bericht über geologische Untersuchungen am Kaalijärv.
(Krater von Sall.)

Auf der Insel Ösel, ca 20 km nordöstlich von Kuressaare (Arensburg) befindet sich hart neben dem ehemaligen Gutsgebäude von Kaali (Sall) ein kleiner runder See (ca 60 m im Durchmesser). Eine Eigentümlichkeit dieses Sees bildet der ihn umgebende konische Wall, welcher sich über die ebene Umgebung auf ca 6 m erhebt.

Von aussen ist dieser Wall durch die ihn dicht bewachsenden Bäume maskiert, wenn man aber in das Innere eintritt, so bietet sich dem Auge ein kleiner runder See dar (Taf. I, Fig. 1), welcher tief auf dem Grunde einer kesselartigen Vertiefung liegt, deren Abhänge dicht bewaldet sind.

Das Ganze erweckt den Eindruck eines Kraters, welcher auf dem Grunde Wasser führt.

Auf der inneren Seite des den See umgebenden Walles sind an mehreren Stellen Dolomitbänke entblösst, die ein Fallen von der Mitte des Sees nach aussen aufweisen (Taf. I, Fig. 2).

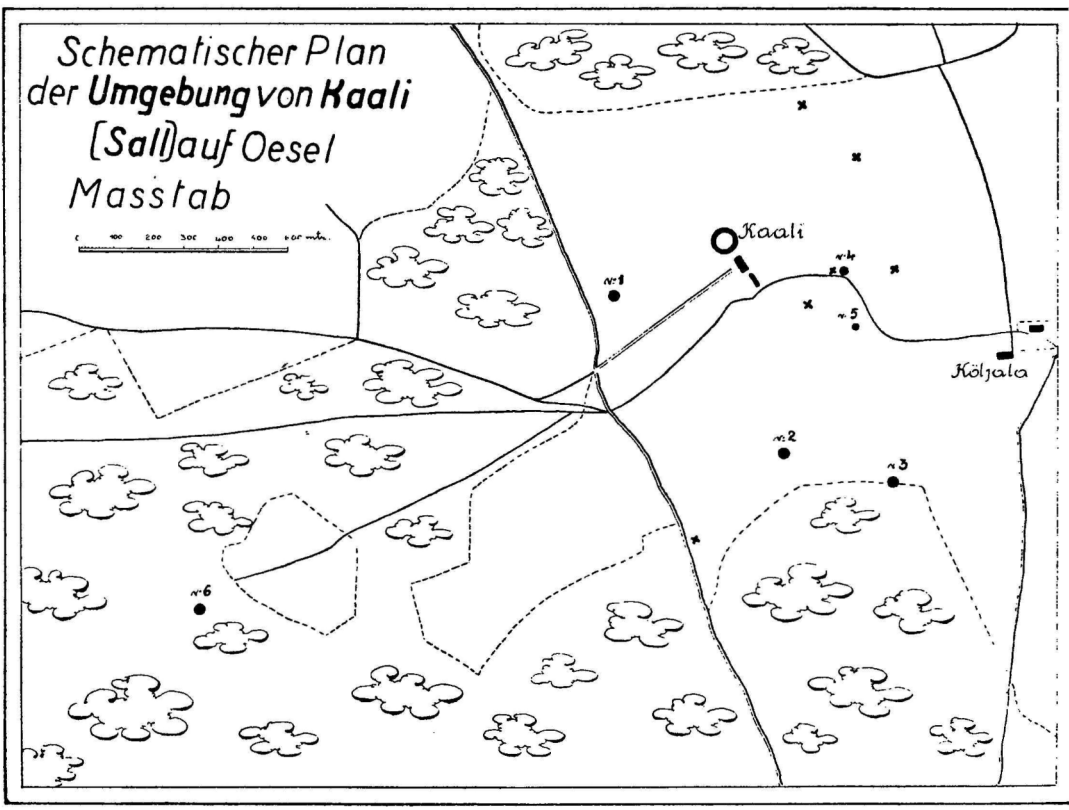


Fig. 1.

Schematischer Plan der Umgebung von Kaali (Sall) auf Oesel. Der schwarze Ring ist der Kaalijärv (Krater von Sall). Die kleinen schwarzen Kreise (numeriert) — die kleineren Krater. Kreuzchen — die bemerkten problematischen Vertiefungen, mit Steinen erfüllt, in den Feldern.

Ausser diesem See ist in der Umgebung noch eine Anzahl von kleinen kesselartigen Vertiefungen vorhanden, offenbar nicht künstlicher Entstehung, die keinen überhöhenden Wall aufweisen. Ihre Anzahl und Anordnung ist auf der

beigefügten kleinen Karte (Fig. 1) angegeben, und ihre nähere Beschreibung wird weiter unten folgen.

Die erwähnten Besonderheiten haben schon seit langem das Interesse sowohl der weiteren Kreise, als auch der Gelehrten erweckt. Die Bevölkerung hat eine Menge von Legenden über den See und seine Entstehung bewahrt, die kleinen Vertiefungen dagegen haben die Aufmerksamkeit des Volkes nicht erregt. Die Existenz einiger der letzteren haben jedoch die gelehrten Beobachter mehrmals vermerkt und denselben neben dem grossen Krater eine gemeinsame Entstehungsweise zugeschrieben (siehe Geschichtliches).

Die hauptsächlichsten Entstehungshypothesen könnte man wie folgt zusammenfassen, wenn man von einer künstlichen Entstehung (E. Eichwald, Fr. Schmidt) als Bauernburg — absieht:

1. Gaseruption oder — explosion, wobei den Gasen entweder ein vulkanischer (Wangenheim v. Qualen) oder chemischer (Zersetzung des Dictyonemaschiefers — v. Linstow) Ursprung zugeschrieben wurde.
2. Aufquellen von unterirdischen tonigen Schichten und Fortschwemmen derselben durch Wasser (Fr. Schmidt).
3. Karsterscheinung (E. Eichwald, S. Kutorga, B. Doss).
4. Meteoritenschlag (J. Kalkun, A. Wegener).[1])
5. Salz- oder Anhydritanschwellung (E. Kraus).[1])

---

1) Während unserer Arbeiten (im September 1927) besuchten uns in Kaali u. a. der berühmte Geophysiker Prof. A. Wegener-Graz, in Begleitung von Prof. E. Kraus-Riga und Prof. R. Meyer-Riga. Nach der Voraussetzung des ersteren könnte diese Gruppe von Trichtern durch einen grossen Meteoritenfall verursacht sein. Nach Prof. E. Kraus könnten die Schichtenköpfe durch Anschwellung eines Salz- oder Anhydritstockes emporgehoben sein und der Auflösung dieser Stöcke folgte ein Nachfallen der zentralen Teile in die Tiefe.

Der Zeitpunkt der Entstehung dieser Vertiefungen erweckte gleichfalls verschiedene Ansichten: Prof. A. Wegener sieht dieselben als nacheiszeitlich an, während Prof. E. Kraus auf Grund der Beobachtung, dass die Vertiefungen gewöhnlich reichlich Geschiebeblöcke aufweisen, für möglich erachtete, die Entstehung in die letzte Zwischeneiszeit zu versetzen. Dass der grosse Krater und die kleinen Vertiefungen eine gemeinsame Entstehungsursache hätten, darüber waren beide Gelehrten der gleichen Meinung.

Prof. A. Wegener arbeitete in Kaali etwa fünf Tage und führte unter Assistenz von Prof. R. Meyer eine Vermessung des grossen Kraters mittels Bergkompass, Libelle und selbstgemachter Visierlatten aus.

Dieser Reichtum am Hypothesen ist, wie es allgemein zu sein pflegt, aus Mangel an Beobachtungsmaterial entstanden. Keine Versuche, den Kreis an Beobachtungstatsachen zu erweitern oder wenigstens genaue Messungen vorzunehmen, sind bis zur allerletzten Zeit gemacht worden. In der vorliegenden Arbeit möchte der Autor einen Bericht über die von ihm in dieser Richtung geleiteten Arbeiten und erreichten Ergebnisse erstatten.

Eine vorläufige Besichtigung des grossen Kraters[1]) ergab Folgendes: Der zentrale Teil des Kraters ist bedeutend tiefer als die umgebende Ebene. Die Kraterränder sind auf der Westseite etwas höher als im Osten. Im ganzen inneren Umkreis des Kraters ragen an vielen Stellen grosse Dolomitschollen hervor (Taf. I, Fig. 2), die mit dem Anstehenden der Umgebung offenbar identisch sind und überall nach aussen fallen. Alle diese Entblössungen sind im oberen steilen Abschnitte des Abhanges lokalisiert, wo die Schollen sogar dachartig überragen können. Die Fallwinkel sind verschieden: die gemessenen Winkel sind 40°, 26°, 46°.—60°, 49°, 30°.—22°.—35°.— 38°.—50°, 40°, 50°.—35°, 40°, 37°.—53°.— 20°.—36°.—45°.—26°.—35°.—60°.—43°.—38°, (von S über O nach N und W, die in derselben Entblössung gemessenen Fallwinkel sind von denen einer anderen durch einen Strich geschieden).

Wie man aus dieser Zahlenreihe sieht, sind die Fallwinkel auch in einer und derselben Entblössung verschieden und überhaupt kann man in der Reihe (im Gegensatz zu Wangenheim 1849, Holzmayer 1880, Linstow 1919) keine Regelmässigkeit erblicken. Am meisten treten hervor die Winkel von 35°—45°.

Tiefer als dieser Entblössungsgürtel liegt die Schutthalde, deren Gefälle mehr oder weniger konstant ist.

Die Breite dieses Gürtels ist unbeständig: im Westen verschwindet er fast ganz, während er im Osten und besonders im Südosten sehr stark entwickelt erscheint. Im unteren Teil des Gehänges liegen überall einzelne Dolomitblöcke herum, besonders reich daran sind die N- und NW-Seite des Kraters. Grosse Blöcke befinden sich auch, obwohl viel seltener, im obersten Teil des Walles, über den entblössten Dolomitbänken. Im allgemeinen hat

1) In der weiteren Darstellung werden alle erwähnten Vertiefungen als Krater bezeichnet, womit nur ihre Erscheinungsform, keineswegs aber die Entstehungsweise fixiert sei.

die Vertiefung die Form eines fast kreisrunden Kessels und führt am Grunde Wasser [1]).

Da es sich bei der vorläufigen Besichtigung erwies, dass der verschüttete Teil des Kraterabhanges eine ansehnliche Höhe hat, so schien es geboten, zu allererst hier das Anstehende aufzudecken.

Der erste Einschnitt wurde im südlichen Teile des Walles vom oberen Rande bis zur Wasseroberfläche gemacht (s. die vier letzten Tafeln). Es erwies sich, dass die oben entblösste Zone der aufgerichteten Dolomite sich auch unter dem Schutt fortsetzt und eine Mächtigkeit von etwa 8 m besitzt. Es wechseln dabei massivere, teilweise konkordant fallende Dolomitschichten mit dünneren, schwächeren und tonigen Dolomiten. Die Fallwinkel sind nicht ganz gleich und örtlich sind die Schichten sogar zerdrückt. Im unteren Abschnitte dieser aufgerichteten Zone kann man steile, fast saiger gestellte Schichtköpfe beobachten.

Unter der Dolomitzone wurde ein Gestein aufgedeckt, dessen Erscheinungsform im auffallenden Gegensatz zum Hangenden steht. Dieses Gestein hat das Aussehen eines weissen etwas gelblichen Pulvers, welches viele kleine eckige Splitter, anscheinend Dolomit, enthielt, die aber bedeutend lockerer waren als dieser und leicht zwischen den Fingern zerrieben werden konnten; seltener fanden sich grössere und härtere Stücke. (Siehe Anmerkung 1. S. 60).

Die Grenze zwischen diesem Gestein und der Schutthalde

---

1) Gegenwärtig hat das natürliche Bild des Kraters durch Menschenhand gelitten: Die früheren Besitzer des Gutes (v. Moller) haben viel Mühe und Mittel zur „Verzierung" des Kraters verwendet. Auf dem Wallrücken führt ein Fusspfad um den Krater herum, an der SW- Seite ist der Wall bis zur halben Höhe durchbrochen, um bequemer an den See zu gelangen. Innerhalb des Kraters ist am Eingang eine Plattform errichtet mit einem grossen Steintisch. Auf den inneren Abhängen führen mehrere Fusspfade zum See. An der Ostseite ist offenbar eine Brücke, vielleicht für ein Badehäuschen, und daneben ein Gartenhäuschen errichtet gewesen. Auch auf dem oberen Ringstege haben sich Gartenhäuschen befunden. Endlich ist in die Mitte des Sees eine Menge von Gesteinsblöcken geschafft worden und dieser Steinhaufen verdeckt die Mitte des natürlichen Seegrundes. Auf dem Steinhaufen sollte ein Monument errichtet werden, da der Haufen sich aber setzte, ist diese Idee aufgegeben worden. Nach Angaben alter Einwohner, die an der Errichtung des Steinhaufens teilgenommen haben, hat man dazu teils von aussen her Steine angeführt, teils entblösste Gesteinsplatten von der inneren Wand abgebrochen. Bei allen diesen Arbeiten nicht verbrauchte Materialien liegen an den Abhängen herum und vermischen sich mit dem Material der Schutthalde.

(Taf. II, Fig. 1) ist oben geneigt, wird je tiefer desto steiler und zuletzt ganz lotrecht. In die Tiefe konnte das Gestein oberhalb des Grundwasserspiegels bis zu einer Mächtigkeit von 4, 6 m angeschürft werden. In den der Arbeit folgenden nächsten Tagen stieg das Wasser noch 2 m und verdeckte dementsprechend den Einschnitt unten.

Ein zweiter Einschnitt wurde an der entgegengesetzten nördlichen Kraterwand gemacht (s. die vier letzten Tafeln). Auch hier konnte festgestellt werden:

1. Oben eine Folge von dickbankigen und dünneren tonigen Dolomiten, aber etwas mehr gestört als im Süden, im unteren Abschnitte dieser Zone auch sehr steile bis sogar etwas überkippte Schichtenköpfe. Nach unten zu wird diese Folge noch mehr gestört und verliert die Eigenschaften eines geschichteten Gesteines.

2. Unter dieser oberen Zone ein gleiches pulverähnliches Gestein wie im südlichen Einschnitt, welches wegen des hohen Wasserstandes aber nur bis zu einer Mächtigkeit von 2 m aufgedeckt werden konnte. In diesem Abschnitt ist s e i n e Grenze zur Schutthalde geneigt und ein Übergang in eine lotrechte Stellung nicht zu beobachten.

Also stimmen beide aufgedeckten Profile in allen wesentlichen Merkmalen überein.

Um das Profil im Krater mit demjenigen ausserhalb desselben vergleichen zu können, wurde im Hofe vor dem Gutsgebäude, also am Fusse des Kraters, ein Bohrloch angesetzt (Diamantbohrung), welches bis zur Tiefe von 63,14 m geführt wurde. Die ganze durchsunkene Schichtenfolge besteht ausschliesslich aus söhlig gelagerten Dolomiten, wobei sich einheitlich dickbankige mit mehr tonigen und dünnschichtigen abwechseln. Das Gestein ist allgemein porös, stellenweise kavernös. Nach unten wächst der Toninhalt immer mehr und zuunterst kommen sogar Zwischenlagen eines plastischen Tones vor. Nichts, was dem weissen Gesteinsmehl des Kraterinneren ähnelte, wurde angetroffen (s. Anmerkung 2, S. 63).

In Anbetracht dieser Ergebnisse schien es notwendig zu sein, folgendes aufzuklären:

1. die Mächtigkeit des Gesteinsmehls und
2. sein Verhältnis zu den aufgerichteten Schichtenköpfen, mit anderen Worten — seine vertikale und horizontale Ausdehnung.

Mit diesem Ziele wurden angesetzt:

1. ein lotrechtes Bohrloch durch das pulverartige Gestein (unten

Diamantbohrung), daneben wurde ein Sondieren der Schutthalde bis zum Anstehenden mit einem kleinen Meisselbohrer ausgeführt (siehe Bohrloch I u. II, Pläne u. Profile).

2. ein Stollen, der dasselbe Gestein in horizontaler Richtung durchteufen sollte, in einer Höhe von 3 m unterhalb der oberen Grenze des Pulvers (gemessen bis zur Diele des Stollens).

Das Bohrloch (Taf. VI u. VIII, № I) ergab, dass das zu untersuchende Gestein bis zu einer Tiefe von 6 m von seiner oberen Grenze reicht. Weiter unten kommen kleine Stücke (vielleicht zerbrochene Schichten) und noch tiefer, bei ca 9, 5 m liegen anstehende söhlige Schichten. Aus den letzteren wurde mit dem Diamantbohrer eine Probe von $1^1/_2$ m Tiefe genommen, aus der eine söhlige Lagerung zu ersehen war.

Das Sondieren (in № II, Taf. VI u. VIII) deckte unter dem Schutt einen festen Widerstand auf, etwa im selben Niveau, wo die söhligen Schichten des obengenannten Bohrloches angetroffen wurden.

Der Stollen (St, Pläne u. Profile) zeigte, dass die horizontale Ausdehnung des Pulvers in dieser Höhe nur $2^1/_4$ m betrug. Das Gesteinsmehl legt sich an eine Folge von tonigen dünnschichtigen Dolomiten von innen an, wobei die Grenze zwischen beiden sehr deutlich erscheint. Die genannten Dolomitschichten fallen unter 80^0 nach aussen, sind in rechteckige Stücke gebrochen, aber doch soweit erhalten, dass man ihre Lagerung gut feststellen konnte.

Durch diese Beobachtungen kommen wir zum Schlusse, dass das Gesteinsmehl nicht als eine Schicht zwischen den anderen lagert, sondern im inneren Umkreis des Kraters am Anstehenden liegt, welches im Kontakt mit dem Pulver seitlich eine steile Aufrichtung, überall aber eine Zerstörung der Schichten aufweist.

Der Kürze halber werden wir in der weiteren Darstellung die obere Zone, wo die aufgerichteten Schichtenköpfe überwiegen, die Aufrichtungszone, und die untere überwiegend zerstörte, die Zerstörungszone nennen. Horizontale Schichten, die durch die Bohrung unter den zerstörten aufgedeckt wurden, gehören offenbar zur ungestörten Schichtenfolge des Anstehenden und werden im folgenden die söhlige Zone genannt.

Neben diesen Arbeiten im grossen Krater wurde eine Untersuchung der kleinen ausgeführt.

Noch Fr. Schmidt hatte bemerkt, dass der Krater I (Fig. 1, Pläne u. Profile) an den Rändern nach aussen fallende Schichten,

ganz ähnlich dem grossen Krater aufweist. In der Gegenwart hat man eine Menge von grossen Geschiebeblöcken von den Feldern in diese Vertiefung geworfen, wo dieselben die Ränder verdecken. Dessenungeachtet konnte man bei einer sorgfältigen Besichtigung [1]) an 4—5 Stellen zwischen den Geschiebeblöcken aufgerichtete Ränder von anstehendem Dolomit entdecken.

In diesem etwa 32 m im Durchmesser aufweisenden Krater wurden drei Einschnitte (s. Pläne u. Profile) von den Rändern in der Richtung zur Mitte angesetzt, mit Abweichungen von dieser Richtung, wo es auf Grund des beim Graben aufgedeckten als geboten erschien. Der zweite Einschnitt, welcher sich mit dem ersten kreuzt, wurde angelegt, um einige Undeutlichkeiten im unteren Abschnitt des letzteren aufzuklären, während der dritte den zwei ersten gegenübersteht.

In allen drei Einschnitten war das aufgedeckte Profil (Taf. V) vollständig analog demjenigen der Ränder des grossen Kraters.

Auch hier beobachtet man eine Aufrichtungszone, nur in entsprechend kleinerem Masstabe — statt 8 m Mächtigkeit hier nur $1^1/_2$ — 2 m. Die Fallwinkel sind hier ebenso regellos wie dort: im ersten Einschnitt wurden Winkel von 25°, 27°, 30° beobachtet, im zweiten — 30°, 19°, im dritten 44° und 35°. Gewöhnlich werden die Fallwinkel in der Richtung nach unten kleiner, ähnlich wie im grossen Krater.

Unter der Aufrichtungszone liegt hier gleichfalls eine Zerstörungszone, nur mit etwas schwächeren Zerstörungserscheinungen: auch hier erscheint das weisse Pulver, aber nicht in derselben auffallenden Menge. Der grösseren Gesteinssplitter gibt es hier mehr, und dieselben sind etwas frischer. Auch hier finden sich wie im grossen Krater zerbrochene, steil fallende Schichten in dieser Zone: endlich ist die Mächtigkeit auch dieser Zone entsprechend kleiner, nur 1—$1^1/_2$ m.

Unter der Zerstörungszone erscheinen fast söhlige Schichten, die im ersten Einschnitt in der Form zweier nach der Mitte des Kraters hinabführender Stufen aufgedeckt wurden. Einer weiteren Verfolgung dieser Zone wurde das Steigen des Grundwassers hinderlich, welcher Umstand auch in den weiteren Einschnitten das tiefere Eindringen verhinderte.

---

1) Gemeinsam mit unseren Gästen Prof. A. Wegener, Prof. E. Kraus und seinem Assistenten Herrn Delle.

Abgesehen von der früher durch Fr. Schmidt bekannten Tatsache, dass die Ränder dieses Kraters aufgerichtet seien, ist hiermit eine Reihe von weiteren Analogien mit dem grossen Krater aufgedeckt worden, die eine gemeinsame Entstehungsursache noch wahrscheinlicher macht.

Besonders wichtig war es die söhlige Zone zu verfolgen, da diese im grossen Krater auf Grund der Bohrungen nur als wahrscheinlich angenommen werden konnte. Da die Grundwasserverhältnisse ein weiteres Schürfen im Krater 1 verboten, schien es zweckmässig, einen noch kleineren Krater aufzudecken. Dazu wurde der Krater 4 erwählt (Fig. 1, Pläne u. Profile).

Dieser Krater, etwa 20 m im Durchmesser, weist ebenfalls die charakteristische Form eines Kessels auf, mit steilen Rändern und einem allmählichen Übergange zum söhligen Grunde. Nur auf der östlichen Seite des Kraters, in welcher Richtung die Umgebung sich allmählich abdacht, fehlt der obere Teil des Randes, obwohl die Vertiefung auch hier deutlich erkennbar bleibt. Keinerlei Entblössungen sind an den Rändern zu bemerken.

Zur Untersuchung dieser Vertiefung wurde ein Einschnitt von etwa 1 m Breite an ihrem Nordrande angesetzt. Dieser Einschnitt wurde bis zur Mitte fortgesetzt und der ganze zentrale Teil ausgeräumt (Pläne u. Profile).

Es ergab sich eine vollständige Analogie mit dem grossen Krater und mit dem Krater I: 1. Oben am Rande eine Aufrichtungszone in Form von in Schollen zerbrochenen dickbankigen (etwa 70 cm mächtigen) Dolomiten. 2. Darunter eine Zerstörungszone, nur 0,3 m mächtig. Die Zerstörung ist hier noch schwächer ausgeprägt, als im Krater I: die Gesteinsfragmente sind hier grösser, die Hauptmasse besteht hauptsächlich aus kleinen Dolomitsplittern, das Pulver hat eine untergeordnete Bedeutung. Das zerstörte Gestein ist auch zwischen den Schollen der Aufrichtungszone bemerkbar. 3. Die söhlige Zone erscheint in Form zweier kurzen Dolomitstufen — in der Gesamtmächtigkeit von 0,82 m — die vom Kraterrande zum söhligen Kraterboden führen, der von einer glatten unverwitterten Schichtfläche einer mächtigen Dolomitschicht gebildet wird. Diese Schicht selbst muss auch zur letzten Zone bezogen werden. Der Kraterboden konnte im Einschnitt in der Ausdehnung von etwa $5^1/_2$ m verfolgt werden.

Bei der weiteren Ausräumung der Mitte des Kraterbodens wurde darin eine Vertiefung mit scharfkantigen Rändern entdeckt,

als wäre die Bodenschicht an dieser Stelle ausgebrochen worden. Die Tiefe dieser ausgebrochenen Stelle ist unbedeutend, im Mittel etwa 0,4 m und gleicht an Mächtigkeit der den peripheren Kraterboden bildenden Dolomitschicht. Entlang dem Einschnitte hat die innere Vertiefung einen Durchmesser von 5,5 m. Ihre Westseite, zum Teil auch die Nord- und Südseite, sind blossgelegt (Taf. II, Fig. 2), die Ostseite ist nicht ausgeräumt und der Durchmesser der freigelegten Vertiefung in dieser Richtung beträgt 4,5 m. Die Bruchflächen der gebrochenen Bodenschicht sind hier im allgemeinen lotrecht und die Bruchkanten scharf.

Der Boden dieser inneren Vertiefung weist einige interessante Züge auf: auch er ist durch die Fläche einer söhligen Dolomitschicht gebildet, doch ist seine Oberfläche unregelmässig wellig, mit sanft gerundeten Unebenheiten (Taf. V). Besondere Aufmerksamkeit erweckt eine weitere kleine Vertiefung in der Mitte der Westseite des eben erwähnten Kraterbodenabschnittes; diese Vertiefung hat die Form eines blinden Trichters mit einer dreieckigen Mündung, deren Ecken abgerundet erscheinen. Dieser Trichter misst in die Länge 1 m, in die Breite und Tiefe 0,5 m. Der Zustand der Oberfläche dieses inneren vertieften Kraterbodens ist sehr bemerkenswert: während die Oberfläche des peripheren Kraterbodens eine frische und von gewöhnlich diesen Dolomiten eigener Härte ist, muss man die Oberfläche der inneren Vertiefung eine lockere nennen, da das Gestein sich hier leicht mit der Schaufel schneiden (horizontal nicht lotrecht) lässt, aber doch den gewöhnlichen geschichteten Habitus dieser Dolomite behält (Taf. III, Fig. 1).

Der Einfluss der Verwitterung ist hier ausgeschlossen, da der höher gelegene, also den äusseren Einflüssen mehr ausgesetzte periphere Kraterboden keine bedeutende Verwitterungserscheinungen aufweist (S. Anmerkung 1, S. 60).

Der allgemeine Eindruck ist der einer Verbrennung.

Es muss bemerkt werden, dass nicht nur der Boden in der inneren Vertiefung, sondern auch eine der hervortretenden Ecken am oberen (peripheren) Bodenabschnitt einen ähnlichen Zustand des Gesteins beobachten lässt. Unmittelbar auf dieser gelockerten Oberfläche liegt Schutt, der hauptsächlich aus kleinen Dolomitsplittern besteht, unter Beimengung jedoch von Moränmaterial. Derselbe Schutt erfüllt auch den obenerwähnten dreieckigen Trichter.[1])

1) Bei einer Besichtigung dieser Vertiefung, Mitte Mai 1928, erwies es sich, dass die beschriebene Bodenfläche offenbar durch Einwohner der

Zusammenfassend kann man sagen, dass der beschriebene Krater eine flache tellerförmige Hohlform darstellt, deren Ränder ziemlich steil ansteigen. In der Ausbildung dieser Hohlform kann die mittlere Vertiefung als eine vierte Zone bezeichnet werden.

Es muss noch bemerkt werden, dass in allen drei untersuchten Kratern die im Gebiete einer dünnen, unter 1 m mächtigen, glazialen Bedeckung liegen — die Masse der die Krater erfüllenden lockeren Produkte bedeutend grösser ist, als auf ihre Fläche von der normalen Bedeckung kommen würde. Diese Lockerprodukte in den Kratern bestehen hauptsächlich aus Dolomittrümmern, von grossen Blöcken bis zum feinen Pulver. Glaziales Material spielt eine untergeordnete Rolle: am wenigsten tritt es hervor im grossen Krater, mehr im Krater 1, am meisten im Krater 4. In allen drei untersuchten Kratern wird der Schutt nach unten zu reicher an Dolomittrümmern.

Das Bild der Krater konnte ausser durch Bohren und Schürfen noch durch eine genaue Ausmessung ergänzt werden. Da Zeit und Mittel zu einer vollständigen Aufnahme fehlten, musste man sich mit einem instrumentellen Nivellement der Krater begnügen und letztere durch mit Hilfe des Goniometers festgelegten und hierauf durchnivellierten Linien verbinden. Die Entfernungen wurden mit dem Distanzmesser des Nivellierapparates gemessen. Die steilen inneren Abhänge des grossen Kraters wurden mit Latte und Lot nivelliert und zur Kontrolle mit der Wasseroberfläche verbunden. Diese Arbeit hat der mir zeitweilig beigegebene Bergingenieur J. Toomes ausgeführt.

Zur Ergänzung des Nivellements wurde eine Lotung des Sees von einer Fähre aus vorgenommen und auf 6 radialen Linien über 2 m Distanz auf jeder Linie eine Lotung ausgeführt.

Die ausgeführten Messungen haben folgende Werte ergeben: Der grosse Krater (Taf. VI). Der Wall erhebt sich über die Umgebung auf 3 bis 7 m. Nach O und besonders NO ist der Wall

Nachbarschaft an mehreren Stellen angebrochen und angegraben war. Es sind neue Löcher entstanden und die Ränder der (dreieckigen) Hauptvertiefung sind angebrochen und haben ihren abgerundeten Umriss verloren. Der allgemeine Charakter des Gesteins, die Lage des erwähnten dreieckigen Trichters und sein durch Gesteinsmehl und sonstigen feinen Schutt verdeckter Grund waren der Beobachtung noch erhalten.

Eine derartige Verstümmelung dieses interessanten Naturdenkmals erscheint als ein sehr gewichtiger Grund dafür, dass die gesamte Kratergruppe bei Kaali unter Naturschutz gestellt werden müsste. I. R.

niedrig, nach NW, W und S hoch. Der Abhang ist nach aussen sanft, nach innen steil. Der See hat im Grundriss eine etwas längliche Form, mit einer NS-Länge von etwa 110 m und einer Breite von 92 m. Die Maße und Form des Sees sind veränderlich, da sie vom Wasserstande abhängig sind, wie man aus der Betrachtung der Höhenlinien leicht ersehen kann. Im allgemeinen hat er einen ovalen Umriss und zu Beginn der Arbeiten (Anfang September) hatte er eine Länge von 65, und eine Breite von 56 m. Die längere Achse weist nach NNW. Die grösste Tiefe war damals 5 m, wobei der in der Anmerkung S. 35 erwähnte Steinhaufen in der Mitte des Sees eine Erhöhung bildet. Die grössten Tiefen findet man um diesen Haufen herum (Taf. VIII). Der Seegrund, der sich sanft nach der Mitte hin abdacht, hat näher dem Ufer einen festliegenden Schuttboden, nach der Mitte ist er von einem oben beweglichen, nach unten zu dichterem hellgelben Schlamm gebildet. Die tiefsten Stellen des Seegrundes liegen etwa 8,5 m unterhalb der umgebenden Ebene und etwa 15 m unterhalb der höchsten Punkte des Walles.

Krater 1 (Krater 1—4 sind in allen Plänen u. Profilen nachzusehen) liegt in 330 m Entfernung vom grossen Krater nach SW, ist dicht mit Bäumen und Unterholz bewachsen und besonders an den Rändern mit grossen Geschiebeblöcken angefüllt. Sein Grundriss hat auch eine etwas ovale Form, mit einem nach NNW weisenden grösseren Durchmesser von 39 m, während die Breite 34 m misst. Die Tiefe beträgt etwa 4 m. Das Grundwasser erscheint gewöhnlich nicht auf dem Grunde. Die durch das Nivellement festgelegten und auf dem Plane dargestellten Vertiefungen des Kraterbodens sind nach Angaben der Einwohner das Resultat von Grabungen, die der frühere Gutsbesitzer veranlasste.

Krater 2 liegt 850 m südlich vom grossen Krater und ist dicht mit Haselnusssträuchern bewachsen. Sein Grundriss ist bei weitem der länglichste von allen, mit einer nach N weisenden Länge von 53 m und einer grössten Breite von 36 m. Er liegt am Abhange einer sanften Anhöhe und deshalb erheben sich seine Ränder ungleichmässig über den Grund. Die grösste Tiefe beträgt etwa 3,5 m.

Krater 3, etwa 250 m östlich vom vorigen, hat einen fast ganz kreisförmigen Umfang von 32—33 m Durchmesser. Seine Tiefe beträgt etwa 3,5 m, die Abhänge sind nur mit Gras bewachsen. Im Sommer ist er wasserlos; im Herbst zeigt sich auf dem Grunde Wasser.

Krater 4 liegt etwa 250 m östlich vom früheren Gutshause Kaali, gleich am Wege von Kaali nach Kõljala. Wie oben bemerkt, hat er eine unvollkommene Kreisform, indem von der Kreisfläche etwa $^1/_4$ seitlich abgeschnitten erscheint. Sein Westrand erhebt sich um 1,25 m über den Boden, der Ostrand nur um 0,5 m. Die Länge des Kraters in NS-Richtung beträgt 20 m, die Breite 14 m.

Krater 5 (Taf. VI) ist um 170 m SSW-lich von dem vorigen, mitten im Felde gelegen und mit lichtem Gebüsch bewachsen. Derselbe konnte nicht mehr nivelliert werden, da er nur gegen Ende der Arbeit entdeckt wurde. Mit dem Messbande gemessen hatte er bei ovalem Umriss eine Länge von 13 und eine Breite von 10 m.

Krater 6 (Fig. 1) wurde ebenfalls nicht ausgemessen. Er liegt im Walde etwa 2 km nach SW vom grossen Krater und soll nach Angaben der Einwohner dem Krater 3 gleichen. Während unserer Arbeiten war er bis zum Rande mit Wasser gefüllt und einer Untersuchung unzugänglich.

Bei allen Kratern lässt sich ein Ansteigen des Geländes von der Umgebung zu den Rändern feststellen.

Endlich wurde ausser diesen Arbeiten und Messungen, eine Untersuchung des Seebodens mittels eines kleinen Handbohrers ausgeführt. Auf zwei etwa senkrechten Richtungen — NS und OW — (Taf. VI und VIII) wurde je 2 m von einer Fähre aus der Boden abgetastet und die Tiefe gemessen. Es wurde festgestellt, dass der Boden in der Uferregion (bei dem herbstlichen hohen Wasserstande) von einem dichten Schutt gebildet wird. In den zentralen Teilen besteht der Seegrund aus einem oben beweglichen nach unten sich verdichtenden hellgelben Schlamm mit deutlichem Schwefelwasserstoffgeruch. Unter diesem Schlamm ist ein dichter Grund zu fühlen, und ganz in der Mitte (Taf. VI u. VIII) konnte in diesem dichten Grunde eine trichterförmige Vertiefung abgetastet werden, die einen etwas länglichen Umriss besitzt und etwas exzentrisch — nach Westen verschoben — gelegen ist (Taf. VI).

Je tiefer desto dichter wurde der Schlamm und im Zentrum des Trichters konnte der Bohrer nicht mehr bis zum festen Grunde gebracht werden: die Stangen verbogen sich und der Bohrer konnte nur mit Mühe heraufgeholt werden, wobei die Fähre, von welcher aus die Arbeit gemacht wurde, unter Wasser sank.

Beim Abtasten des zentralen Teiles dieses Trichters begegnete der Bohrer Verdichtungen — einer Art von schwerer zu durch-

stechenden Krusten, unter denen wieder Schlamm zu fühlen war. Solcher härteren Krusten zeigten sich 2—3 auf einer Station.

Es schien interessant, noch eine hydrometrische Untersuchung des Sees vorzunehmen. Es geht nämlich, auch in der Literatur, hartnäckig das Gerücht herum, dass der Wasserstand im See unabhängig sei vom Grundwasserspiegel. Um diese Angabe zu kontrollieren, wurde gleich am Anfang eine einfache Messlatte am Ufer eingepflanzt, um die Schwankungen des Wasserspiegels zu registrieren. Diese Vorrichtung wurde später durch eine andere ersetzt, an einer tieferen Stelle, die erlaubte, den niedrigsten und den höchsten Wasserstand an jedem Tage abzulesen. Mit dieser Vorrichtung wurde beabsichtigt, etwaige tägliche Schwankungen zu registrieren, die bei gewöhnlichen Beobachtungen nicht bemerkt werden konnten. Ausser am See wurde eine Beobachtung des Grundwasserspiegels auch im Brunnen vor dem ehemaligen Gutshause Kaali ausgeführt. Auf Taf. IV sind die Schwankungen graphisch dargestellt. Die Kurven zeigen, dass nach einer achttägigen starken Regenperiode (6. bis 13. September) der Wasserspiegel im See auffallend stieg: innerhalb 6—7 Tage etwa 2 m. In den folgenden 2 regenarmen Wochen sank der Wasserspiegel um 0,5 m und die Absenkung dauerte noch an während der folgenden leichten Regenperiode. Diese letztere verursachte ein erneutes, nicht so starkes Steigen, das in ein Sinken überging usw. Die Schwankungen im Brunnen entsprachen vollständig dem Bilde im See. Es ist klar, dass wir es hier mit Schwankungen des Grundwasserspiegels zu tun haben, die von der Menge der Niederschläge abhängig sind und in der herbstlichen Regenperiode eine Tendenz zum Steigen aufweisen.

Der höchste Wasserstand, der von den örtlichen Dorfschullehrern innerhalb der letzten fünf Jahre beobachtet wurde, hat eine Höhe von etwa 9,15 m über dem tiefsten Punkte des Seebodens (der als Nullpunkt der aufgestellten Messlatte figuriert), was einer Tiefe von 1,4 m unter der Rasenfläche im Gutshofe und einer Höhe von 20,62 m über dem Meeresspiegel entspricht. Bei tiefstem Wasserstande in den letzten fünf Jahren (nach Aussage glaubwürdiger Zeugen) ist der Steinhaufen im Seezentrum blossgelegt gewesen, was einer Höhe von 1,7 m vom obengenannten Nullpunkt entspricht. Nach den Angaben von alten Einwohnern soll es einen Fall gegeben haben, wo das Wasser über den Kraterrand floss. Beim Befragen anderer glaubwürdiger Zeugen fand diese Angabe keine Bestäti-

gung. In besonders trockenen Jahren soll das Wasser ganz verschwinden.

Die Amplitude der Seespiegelschwankungen ist auch nach den bisherigen Beobachtungen ziemlich bedeutend: wenn man als Minimum 1,7 m betrachtet und als Maximum den von uns beobachteten höchsten Wasserstand 6,9 m (Taf. VIII), dann hat man eine Differenz von 5,2 m.

Das Vorhergehende zusammenfassend kann man folgende Tatsachen als feststehend annehmen:

1. Die Schichten um den grossen Krater und offenbar im ganzen Kratergebiet sind ungestört und liegen im allgemeinen söhlig.
2. Weder Gips noch Salz oder nennenswerte Tonmassen hat die Bohrung bis zur Tiefe von 63,14 m aufgeschlossen.
3. Die Mehrzahl der ausgemessenen Krater, ausser 3 und 4, haben einen etwas ovalen Umriss. № 3 ist kreisförmig, der Umriss des Kraters 4 ist nicht geschlossen und asymmetrisch (s. Pläne u. Profile).
4. In drei untersuchten Kratern sind an den Innenrändern stark nach aussen fallende Schichtenköpfe einer Folge von Dolomiten (Aufrichtungszone) vorhanden, die von innen heraus erhoben erscheinen.
5. In denselben Kratern lagert unter den aufgerichteten Schichtenköpfen ein Ring von zerschlagenen, gestauchten und zerstörten (zerpulverten) Gesteinen, wo man dessenungeachtet sehr grosse Fallwinkel unterscheiden kann (Zerstörungszone). In allen aufgedeckten Kratern liegt dieser Zone von Innen ein pulverartiges Gestein an.
6. Im Krater 4 lagert unterhalb dieser Zone das Anstehende söhlig (söhlige Zone), wobei zwei höhere Schichten stufenartig hinabführen, und eine dritte den Boden bildet. Anzeichen dieser Zone sind im Krater I und auch im grossen Krater vorhanden.
7. Im Krater 4 ist in der Mitte des Bodens eine Vertiefung mit horizontalem aber etwas deformierten Grunde. Im grossen Krater weist die Oberfläche des den Boden bedeckenden Schuttes auch auf die Existenz einer Vertiefung in der Mitte des Kraterbodens.
8. In den drei untersuchten Kratern kann man feststellen, dass mit der Grösse des Kraters 1) die Mächtigkeit der Aufrichtungs- und der Zerstörungszone wächst, 2) die Zerstörung des Gesteines in der Zerstörungszone zunimmt und 3) die Menge der zerschlagenen Dolomite in der Schutthalde grösser wird.

9. Die Schwankungen des Wasserspiegels im See stimmen vollkommen überein mit denen des Grundwasserspiegels und weisen eine natürliche Abhängigkeit von den Niederschlägen auf.

Besprechen wir zunächst den Krater 4, bei dem man auch den Boden untersuchen konnte.

Wie schon oben bemerkt wurde, stellt dieser Krater eine tellerförmige Vertiefung in den obersten Schichten einer söhlig gelagerten mächtigen Folge von Dolomitschichten dar. Diese Vertiefung ist n a c h u n t e n g e s c h l o s s e n und trägt im zentralen Teile des Bodens die Spuren einer starken Beanspruchung.

Wie konnte eine solche Vertiefung entstehen?

Wenden wir uns zu den anfangs erwähnten Hypothesen: Offenbar konnten hier weder Gips- noch Salzanschwellungen eine Rolle spielen, von Erdfällen oder Karsterscheinungen ist ebenfalls keine Rede. Die Idee eines Durchbruches in der Tiefe angesammelter Gase ist auch nicht anwendbar, denn 1) die Form der Vertiefung spricht nicht für eine solche Annahme, 2) Bildungen, wie die Zerstörungszone sind bei dieser Hypothese unerklärbar, 3) ist es ganz unmöglich, dass Gase, die in der Tiefe durch tonige Dolomite und sogar plastische Tonschichten gedrungen waren, die grösste Spannung nahe der Erdoberfläche in klufterfüllten Schichten erreicht hätten, in Schichten, die ausserdem nur mit einer dünnen Decke glazialen Schuttes bedeckt waren.

Der Charakter der Deformationen in der Zerstörungszone und in der zentralen Vertiefung des genannten Kraters legen den Gedanken nahe, dass hier kein Durchbruch, sondern eine Explosion stattgefunden hat. Der Brennpunkt der Explosion hat sich offenbar in der zentralen Vertiefung des Kraterbodens befunden. Die mechanischen und thermischen Effekte der Sprengung konnten die auf dem Kraterboden beobachteten Veränderungen verursachen: es ist nur natürlich, dass die tiefste Bodenfläche am wenigsten gelitten hat, da der Druck bei der Explosion hier den grössten Widerstand gefunden hat.

Die Gesteinsmassen, die sich an der Stelle der Vertiefung befunden hatten, wurden zerstört und offenbar in die Luft gesprengt, wobei ein bedeutender Anteil zurück in die Vertiefung fiel und sich dabei mit dem glazialen Schutt vermischte. Das übrige konnte in der Umgebung niederfallen. Die grösste Zerstörung haben, wie es scheint, die Gesteinspartien erlitten, die auf der Höhe des Sprengungsbrennpunktes gelegen waren. Hier entstand die oben-

beschriebene Zerstörungszone, und da die Gesteine nach der Zertrümmerung und Verstauchung einen grösseren Raum einnahmen, erhoben sie die hangenden Schichtenköpfe zur Aufrichtungszone.

Was die zwei anderen untersuchten Krater anbetrifft, so braucht man nicht mehr besonders auszuführen, dass das eben Gesagte auch auf die Zerstörungs- und Aufrichtungszone dort ebenfalls anwendbar erscheint. Da wir in beiden Kratern auch Anzeichen einer söhligen Zone gefunden haben, so wäre schwer einzusehen, warum hier die Kennzeichen einer Sprengung unten fehlen sollten, wenn sie oben vorhanden sind. Erinnern wir nur daran, dass im zentralen Bodenteile des grossen Kraters eine trichterförmige Vertiefung abgetastet werden konnte. Es ist ja natürlich, dass der auf den Hängen und auf dem Boden liegende Schutt bis zu einem gewissen Grade das Relief des Anstehenden wiederspiegelt, und dass man sich den festen Boden als stufenförmig abdachend, mit einem zentralen Trichter versehen, gleich dem im Krater 4 beobachteten vorstellen kann.

Das Verhalten des Schuttes im grossen Krater ist offenbar durch seine Grösse und das Vorhandensein von Wasser, mit oft und stark im Laufe des Jahres schwankendem Spiegel, beeinflusst worden. Man kann sich den Vorgang am wahrscheinlichsten so denken, dass unmittelbar nach der Bildung des Kraters ihn der lose Schutt erfüllte, der aus Dolomittrümmern unter Beimengung von wenig glazialem Material bestand und der, eine natürliche Böschung bildend, verhältnismässig locker lagerte. Eine spätere Verdichtung, zu der natürlich die Wasserstandsschwankungen nicht wenig beitrugen, verursachte ein allgemeines Sichsetzen des Schuttes. Anscheinend ist die senkrechte Grenze zwischen der Schutthalde und dem Gesteinsmehl im südlichen Einschnitt eine Folge dieses Sichsetzens.

Wenn man die Entstehungsursache dieser drei untersuchten Krater als eine untereinander und mit den übrigen gemeinsame betrachtet, so entsteht die Frage: welche Kräfte konnten Sprengungsmerkmale aufzeigende 7 oder sogar mehr Vertiefungen auf der Oberfläche einer mächtigen Folge von söhlig gelagerten Dolomiten verursachen?

Wenden wir uns zur Meteoritenhypothese, die wir bisher nicht näher betrachtet haben, und versuchen wir zu entscheiden, ob die Meteoriten beim Fallen Sprengungserscheinungen hervorbringen konnten.

Die Bedingungen des Meteoritenfalles auf die Erde sind sehr verschieden. Der Erforscher des berühmten Meteorkraters Coon Butte bei Canyon Diablo in Arizona G. Merrill hat in seiner Beschreibung des Kraters eine Zusammenstellung der Geschwindigkeiten der Meteoriten und ihrer Eindringungstiefe in den Erdboden gegeben.

Nach den Angaben verschiedener Beobachter schwankt die Geschwindigkeit der Meteoriten beim Eintritt in die Erdatmosphäre von 2—60 Meilen (= 3—96 Km) in einer Sekunde. Als Geschwindigkeiten beim Einschlagen sind 412′ bis 4 Meilen (6, 5 Km) pro Sekunde beobachtet worden. Also schwanken die Geschwindigkeiten in sehr grossen Grenzen.

Unter anderem stellt Merrill Betrachtungen an über Meteoritengeschwindigkeiten im Verhältnis zur Bewegungsrichtung des Erdkörpers: wenn der Meteorit die Erde überholt, kann er sich auf die Erdoberfläche legen, fast ohne sie zu beschädigen; im entgegengesetzten Fall kann er mit elementarer Gewalt aufschlagen.

Auch andere Faktoren beeinflussen den Meteoritenfall: gewöhnlich sind Fälle, wo der durch die Reibung an der Luft weissglühende Meteorit explodiert. Einzelne Sprengteile können dabei verschiedene Beschleunigungen in verschiedenen Richtungen erhalten, so dass ihre Anfangsgeschwindigkeiten sowohl vermindert wie vermehrt werden können.

Im Zusammenhang damit kann man ein sehr verschiedenes Verhalten beim Eindringen in die Erde beobachten: oft findet man Meteoriten, nach Merrill, direkt der Erde aufliegend oder kaum mit Erde bedeckt. Das tiefste Eindringen, das Merrill in der Literatur erwähnt gefunden hat, erreichte 9′ (Knjäginja, Ungarn). Der Meteorit (richtiger seine Überbleibsel) im Krater von Canyon Diablo liegt, nach Barringer, auf Grund von Bohrungen, unter dem Südrand des Kraters in einer Tiefe von 1376′ vom oberen Rand des Kraterwalles, wo das Bohrloch angesetzt wurde, also ca 1200′ unter der mittleren Seehöhe der Umgegend.

Diese Verschiedenheiten in den Geschwindigkeiten und Fallbedingungen bringen natürlich auch sehr verschiedene Resultate eines Zusammenstosses des Meteoriten mit der Erde hervor.

Darum wollen wir uns vorstellen, welche Erscheinungen den Fall eines Meteoriten begleiten, der mit der maximalen Geschwindigkeit, also etwa 6, 5 km/sec, sich der Erde nähert. Nachdem er in die Atmosphäre eingetreten ist, erhitzt er sich beim

Überwinden des Luftwiderstandes, verlangsamt seinen Flug und erzeugt vor, neben und hinter sich Luftwellen.

Die kinematographische Aufnahme einer fliegenden Kugel, die ein Hindernis durchschlägt, zeigt, dass die Zerstörung weniger durch das Geschoss, als durch die Luftwellen (sogen. Streckwellen nach E. Mach) hervorgebracht wird. Die Geschwindigkeit der Kugel beträgt dabei bis etwa 900 m/sec.

Beim Aufschlag des Meteoriten muss auch etwas ähnliches geschehen, nur mit entsprechend grösserer Kraft. Es ist möglich, dass die vor dem Meteoriten zusammengepresste Luft in die zu zerschlagenden Gesteine eindringt und bei der plötzlichen Geschwindigkeitsabnahme des Meteoriten sprengend wirkt, und dabei desto stärker, je härter die Umgebung ist. Beim Aufschlag sind auch thermische Effekte unvermeidlich, da der glühende Meteorit bedeutende Wärmemengen mit sich bringt, die durch die erhitzte Luft und die Wärmeproduktion des Aufschlagens noch vermehrt werden. In dem Falle, wenn der glühende Meteorit in Berührung mit der Bergfeuchtigkeit oder besonders mit Grundwasser kommt, müssen plötzlich grosse Mengen von Wasserdampf entstehen, die zur Sprengwirkung noch beitragen können.

Wie könnte sich dabei der Meteorit selbst verhalten? Die Entstehung eines grossen Temperaturintervalles auf seiner Oberfläche (geschmolzen) und im Innern (T des absoluten Nullpunktes) kann Spannungen entwickeln, die ihn sprengen können, was oft auch beobachtet wird. Die Anziehung zwischen den Teilchen muss dabei auch schwächer werden. Aber auch unabhängig davon sind die anziehenden Kräfte zwischen den Teilchen unbedeutend im Verhältnis zu den Kräften, die sich bei der plötzlichen Änderung der Fluggeschwindigkeit des Meteoriten beim Auffallen entwickeln: der Meteorit kann dabei ganz zertrümmert werden.

Der Habitus der Erscheinung hängt von vielen Einzelbedingungen ab: 1) von der Zusammensetzung des Meteoriten, 2) von seiner Grösse und Form, 3) von den Eigenschaften der Gesteine, die den Meteoriten auffangen (ihre Härte, Lagerung, Wassergehalt usw.), 4) von Auffallwinkel des Meteoriten u. a. m.

Also, wenn bei unbedeutender Geschwindigkeit der Meteorit sich auf die Erdoberfläche auflegen kann, ohne in sie einzudringen, so kann der Aufstoss im entgegengesetzten Fall von einer Sprengung begleitet sein und Vertiefungen von obenbeschriebener Art bilden.

Allerdings, die beste Bestätigung dieser Hypothese wäre das Auffinden des Meteoriten im Krater, oder wenigstens seiner Teile in der Umgegend. Nun ist bei der Säuberung des Kraters 4, ungeachtet der Sorgfalt bei der Arbeit, weder der Meteorit noch seine Fragmente entdeckt worden. Einige Proben des Schuttes, der den tiefsten dreieckigen Trichter erfüllte, wurden gewaschen: nichts ausser kleinsten Trümmern von Feldspat und kleinen Granitsplittern, konnte im überwiegenden Dolomitschutt entdeckt werden.

Es ist aber eine Frage, ob im Meteorkrater der gefallene Körper sich vorfinden muss. Die Tatsachen lehren, dass grössere Meteoriten fast nie erhalten werden.

Der grösste bekannte Eisenmeteorit des Coon Butte in Arizona hat nach Merrill und Barringer die Umgegend mit tausenden von kleineren und grösseren Splittern beim Fall übersät. Es ist klar, dass beim Fall eines mehr zerbrechlichen Steinmeteoriten, der nicht in Stücke, sondern in feinsten Sand zertrümmert werden kann, die Chancen seiner Auffindung bedeutend kleiner werden.

Für die Meteoritenhypothese würde noch der längliche Umriss der Mehrzahl der Krater sprechen (S. Anmerkung 3, S. 66).

Jedenfalls, wenn die vorhandenen Tatsachen die Meteoritenhypothese auch nicht direkt beweisen, so bleibt sie doch die einzige, die nicht abgewiesen werden kann.

Zum Schluss noch einige Worte über den Bau der Krater. In der vorhergehenden Darstellung ist mehrmals die Ähnlichkeit der drei untersuchten Krater unterstrichen worden. Daraus folgt aber keinesfalls, dass alle Meteorkrater immer einen gleichen Aufbau haben müssen.

In unserem Falle muss man den Einfluss der Stelle des Auffallens noch besonders betrachten: in allen drei untersuchten Kratern ist die Unterlage des Aufstosses die gleiche. Es erscheint natürlich, dass alle Veränderungen im Gestein sich gleichen und Unterschiede sich nur in Grössenverhältnissen und in Einzelheiten zweiter Ordnung ergeben. In den Kratern 2 und 3, vielleicht auch in 6, die im Gebiete einer mächtigeren glazialen Bedeckung liegen, konnte der Aufschlag und die Sprengung den grössten Teil der Vertiefung in dem losen Schutt bilden und nur verhältnismässig wenig das Anstehende mitnehmen.

Sogar Krater 4, ungeachtet seiner Ähnlichkeit mit Krater 1 und dem grossen Krater, hat seine Besonderheiten: er befindet sich am Rande eines Feldes, das etwas höher als das Nachbarfeld liegt.

Die Sprengung, die den etwaigen Meteoritenfall hier begleitete, begegnete offenbar von Osten kleinerem Widerstand und der Krater bildete sich unsymmetrisch: gerade im Osten fehlt der obere Teil des sonst geschlossen vorliegenden Randes.

Im kleinen Krater 5 kann die Aufrichtungszone fehlen und die Zerstörungszone undeutlich sein, wegen der Kleinheit und weil die Sprengung hier wahrscheinlich fast auf der Oberfläche des Anstehenden eintrat.

Aus unserer Darstellung geht hervor, dass wir die Zeit des Ereignisses mit Linstow und Wegener in die Nacheiszeit verlegen (S. Anmerkung 4, S. 67).

Ausser den aufgezählten Kratern erregen hier noch die Aufmerksamkeit kleine Gruben auf den Feldern, die nicht als von Menschen gegraben erscheinen. Dieselben sind alle bis zum Rande mit Steinen gefüllt, wie es scheint, schon seit sehr langer Zeit, denn gegenwärtig sind die randlichen Steine in den Gruben soweit mit Erde bedeckt und Gras bewachsen, dass die scheinbaren Durchmesser der Gruben kleiner sind als die wirklichen. Von mir sind einige dieser Gruben bemerkt worden (siehe Kreuze auf Fig. 1). Es ist möglich, dass auch diese Gruben durch den Aufschlag von verhältnismässig kleinen Meteoriten verursacht sind.

Die vorliegende Untersuchung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Hauptaufgabe der Prospektierarbeiten der Bergabteilung liegt auf dem Gebiete der praktischen Anwendungen: nur weil die hier behandelte Frage ausser dem wissenschaftlichen auch ein grosses Interesse in Laienkreisen erregte, sah sich die Bergabteilung nicht nur berechtigt, sondern auch moralisch verpflichtet, die zur Untersuchung der Öseler Kalkstein- und Dolomitlager hingeschafften technischen Mittel zur Lösung dieser Frage anzuwenden.

In der verflossenen Arbeitsperiode wurde nur das ausgeführt, was bei dem ungünstigen, herbstlich hohen Wasserstande und in den Grenzen der angewiesenen Mittel möglich war.

Jedoch die Untersuchung dieser bemerkenswerten Gegend unseres Staates kann dadurch nicht als abgeschlossen betrachtet werden. Für die künftige Weiterführung der Arbeiten könnte etwa folgendes Programm aufgestellt werden:

1. Um ein vollständiges Bild des Kraters 4 zu erhalten, müsste er ganz ausgeräumt werden, nur ein Sektor der Schuttmassen könnte stehen bleiben zur Demonstration ihrer Zusammensetzung.

2. Krater 2 und 3 müssten wenigstens durch einen breiten queren Schurfgraben aufgedeckt werden.
3. Der Brennpunkt der Sprengung müsste in einigen Kratern untersucht werden. Eine Zusammenstellung von mehreren solchen Ergebnissen wird zweiffellos den allgemeinen Charakter der Erscheinung aufklären helfen.
4. Wenigstens einige von den erwähnten kleinen Gruben müssten untersucht werden. Ihre Aufdeckung könnte zur Auffindung von Meteoriten führen, was für die Entstehungstheorie ausserordentlich wichtig sein würde.
5. Im grossen Krater müssten weitere Bohrungen ausgeführt werden, zur Nachprüfung, ob der anstehende Kraterboden die vorausgesetzte stufenartige Ausbildung und einen blinden Trichter in der Mitte besitzt, welche Arbeit durch eine trockene Jahreszeit sehr gefördert werden würde.
6. Es müssten noch einige verdächtige Vertiefungen untersucht werden, die mit den beschriebenen Kratern einige Ähnlichkeit haben. Einige darunter könnten sich noch als Sprengungstrichter entpuppen.

Ausserdem wäre es wünschenswert alle Profile in eine solche Ordnung zu bringen, dass sie für eine längere Zeit erhalten und der Besichtigung aller Interessenten zugänglich blieben.

Gegenwärtig sind fast alle kleinen Krater Eigentum der Bauern und werden von ihnen als unbequeme Abschnitte der Felder betrachtet. Auf alle Fälle müssten sie in den Besitz des Staates übergehen und durch entsprechende, im allgemeinen nicht teure Arbeiten in ein Naturschutzgebiet verwandelt werden, in der Art des amerikanischen Nationalparkes oder des berühmten Gletschergartens in Luzern, wo das vom Schutt befreite Gletscherbett alljährlich tausende von Touristen anlockt (S. Anmerkung 5, S. 67).

Unter den Sehenswürdigkeiten unseres Erdballs würden die zweckmässig in Ordnung gehaltenen Trichter des estnischen Meteoritenfeldes nicht die letzte Stelle einnehmen.

Danksagungen.

Zum Schluss ist es mir eine angenehme Verpflichtung, meinen aufrichtigen Dank dem zeitw. Vorsteher des Geologischen Instituts der Universität Dorpat Herrn A. Luha auszusprechen für seine Mühe bei der Übersetzung und Redaktion der vorliegenden Arbeit sowie für einige Bemerkungen, die ich bei der endgültigen Fassung des Textes berücksichtigte.

Herzlich danke ich auch dem Direktor des Bergamtes Herrn Bergingenieur J. Kark für die Aufmerksamkeit, die er meiner Arbeit entgegengebracht hat. Gespräche mit ihm haben mir die Möglichkeit gegeben, seine grosse Erudition in einigen in der Arbeit berührten Fragen auszunutzen.

Dem Herrn Lehrer in Kaali, J. Völma, spreche ich meinen Dank aus, für seine uneigennützige und zuverlässige Weiterführung der Wasserspiegelbeobachtungen, nachdem ich meine Arbeiten abgeschlossen hatte.

Meinem Mitarbeiten im Bergamt Herrn J. Lind danke ich für seinen Beistand beim Fertigstellen der Profile und Pläne.

I. Reinwaldt.

Geschichtliches.

Da die vorliegende Untersuchung das Tatsachenmaterial über den Krater von Sall ganz wesentlich erweitert, wäre eine kritische Übersicht der Literatur dieser Frage von Nutzen. Und zwar ist es zweckmässig die Literatur in doppelter Beziehung zu durchmustern: einmal was die Beobachtungstatsachen, dann was die Erklärungsversuche anbetrifft.

Der erste, der die Frage in der Literatur berührte, ist J. v. Luce (1827, also fast genau vor hundert Jahren).

Die Beschreibung ist bei ihm sowie bei den meisten älteren Autoren in ganz allgemeinen Zügen gehalten. Die Angaben über Grösse, Tiefe, Wasserstand, Schichtenfallen usw., sind weiter unten der Kürze halber tabellarisch zusammengestellt. Es sei hier nur über Besonderheiten bei den einzelnen Autoren berichtet.

Von Interesse ist bei Luce die Angabe, dass in der ganz flachen Umgebung auf der Oberfläche grosse Massen „Flötz, ganz mit denen, die sich im Krater zeigen, gleich“ herumliegen sollen. Heute sind die Felder von Steinen gesäubert, aber gerade die Menge der in den kleineren Kratern zusammengehäuften Gesteinsblöcke (sowohl Geschieben als auch anstehendem Dolomit) lässt diese Angabe Luce's glaubhaft erscheinen.

Das kann man aber hinsichtlich der Tiefenangaben des Sees nicht behaupten. Man liest bei Luce: „Der Krater enthält klares Wasser und war so tief, dass ich vor fünfzig Jahren eine zwei Faden lange Stange auf die Spitze stellte und mit allen meinen Kräften hinunterstiess, nach mehreren Sekunden sie heraufschiessend

wieder ergriff, die Spitze besah und nicht fand, dass sie den Schlamm im Boden berührt hatte". Dasselbe wiederholt derselbe Autor in einer 1850 gedruckten Arbeit, die allerdings viel früher (1836) geschrieben ist. Daneben bemerkt Luce in beiden Notizen, dass „jetzt", also nach 50 Jahren, der See „fast alle Sommer" resp. „bei heissen trocknen Sommern" ganz austrocknet.

Es ist kaum einer Ausführung wert, dass die „Lotungsmethode" Luce's einer Kritik nicht standhält und nur deshalb zu erwähnen ist, weil die Fabel über die unglaubliche Tiefe des Sees sowohl bei der gebildeten als auch der ungebildeten Bevölkerung noch jetzt gelegentlich fortlebt, und Luce entweder selbst unter dem Eindruck dieser Fabel stand, oder zum Urheber derselben wurde.

Zu späteren Missverständnissen (s. Wangenheim 1849) hat auch ein unverständlicher Satz (Luce 1827) über den Hügel, „den ein stehender See umfliesst", Anlass gegeben. Aus einem Vergleich mit Luce 1850 („Krater, . . . der in seinem Umlaufe einen Teich bildet"), bleibt kein Zweifel, dass im ersten Falle ein Schreib- oder Druckfehler vorliegt.

1837 gibt E. Hofmann schon genauere Angaben über die Masse des Kraters. Etwas übertrieben erscheint die Nachricht über den üblen Geruch des Bodenschlammes im See: Arbeiter die den Schlamm einmal auf die Felder führen sollten, seien von einem „bösartigen Nervenfieber" befallen, dem ein Paar sogar erlegen sein sollen. Da in der vorliegenden Arbeit das Vorhandensein von Schwefelwasserstoffgeruch beim Bodenschlamm des Sees festgestellt ist (siehe S. 43), können allerdings Vergiftungserscheinungen beim Arbeiten mit Schlamm vorgekommen sein, ob aber in solch akuter Form, muss dahingestellt bleiben.

Unter anderem hat Hofmann als erster das anstehende Gestein am Krater chemisch untersucht und als Dolomit erkannt.

Der nächste Autor, der sich über den Krater von Sall geäussert hat, ist E. Eichwald. Im ganzen finden wir bei ihm diesbezügliche Bemerkungen drei mal — 1843, 1852 und 1854, zuletzt am ausführlichsten, während die vorhergehenden Notizen geschrieben worden sind, ohne dass der Autor selbst den Krater besucht hätte.

Was die Beobachtungstatsachen anbelangt, so fügt Eichwald den Angaben Luce's und Hofmann's wenig wertvolles hinzu. Im Gegenteil, er behauptet einiges, was direkt nicht zutrifft, z. B. (1854) der Wall wäre zum Gutsgebäude viel steiler als zum Felde

hin und dort nur mit Erde künstlich bis zum vollen Kreise angefüllt. Über die Höhenverhältnisse geben uns jetzt die auf den beigefügten Tafeln wiedergegebenen Isohypsen eine bessere Auskunft und eine künstliche Auffüllung hat eine sorgfältige Besichtigung nicht aufgedeckt. Das Fallen der Schichten sei nicht nur nach aussen sondern daneben direkt auch nach innen zu — es gibt jetzt keine Anzeichen dieser Lagerung und da kein anderer älterer Beobachter etwas ähnliches vermerkt, beruht diese Beobachtung offenbar auf Irrtum (hervorgerufen vielleicht durch lose in der Schutthalde herumliegende Gesteinsblöcke). Phantastisch ist auch die Angabe, dass der Wasserspiegel des Sees schwanke, weil der Krater eine Verbindung mit „inneren unterirdischen Quellen" und mit dem Meere habe.

Das einzige neue, was einigermassen zutrifft, ist, dass der Fallwinkel nicht überall gleich gross sei, sondern stellenweise um die Hälfte kleiner als daneben.

Diese Unzuverlässigkeit der kontrollierbaren Angaben lässt die jetzt schon unkontrollierbaren auch wenig glaubhaft erscheinen, z. B. dass aus dem See Eichenstämme hervorgezogen werden könnten, oder dass in der Innenwand des Kraters früher Höhlungen vorhanden gewesen seien (eine Angabe, die man jedoch auch bei Wangenheim findet).

Es ist nicht zu verwundern, dass auf diesen ungenauen Beobachtungen nur wunderliche Vorstellungen über die Entstehung des Kraters aufgebaut werden konnten. Eichwald gibt in jeder der zitierten Arbeiten eine andere Theorie über den Krater. 1843 ist es ein tiefer Spalt im silurischen Kalkstein „wie dergleichen nicht selten auch auf Odinsholm und an der Küste von Estland bemerkt werden".

1852 finden wir eine wunderliche Vorstellung über eine „Senkung, welche entstehen musste, als die Insel nach ihrer allmählichen langdauernden Hebung eine gewisse Höhe erreicht hatte".

1854 sind es schon verschiedene heterogene Ursachen: zunächst Menschenwerk als Bauernburg, indem die Einwohner eine natürliche Erdsenkung mit einem künstlichen Wall umgeben hätten.

Dann wird aber sogar ein Profil gegeben durch Putla — Sall — Kölljal darin ein schwaches Einfallen der Schichten aus der weiteren Umgebung nach Sall zu angedeutet ist. Bei Sall erscheinen die Schichtenköpfe dann wegen der in der Umgebung stattgefundenen Senkung nach oben aufgerichtet. Die Senkung sei ermöglicht durch

Auswaschung von zwischen den Dolomitschichten liegenden Tonschichten und die Grundlage der ganzen Senkungstheorie bildet die (unzutreffende) Beobachtung, dass Putla und Kölljal höher gelegen seien, als Sall. Durch die versunkenen Eichenstämme und durch die Volkssage über ein versunkenes Gebäude glaubt der Autor seine Einbruchstheorie stützen zu können.

Was die Beständigkeit der Anschauungen anbetrifft, steht der folgende Autor, Major Wangenheim von Qualen im strikten Gegensatz zu Eichwald. In mehreren Aufsätzen 1849, 1850 und 1852 verficht er konsequent die Eruptionstheorie (von Wasser, Schlamm, Dampf oder Gas) sich stützend auf die Analogie mit Maaren und Mofetten in der Eifel, in Böhmen und in der Auvergne, so wie sie durch Beaumont, Voigt und Naumann ihre Erklärung gefunden hatten.

Seine Beobachtungsangaben stimmen genügend mit Hofmanns Daten überein, ohne sie wesentlich zu ergänzen. Jedenfalls scheinen die Angaben auf eigener Anschauung und Messung zu beruhen, denn der Autor weist eine eingehende Bekanntschaft mit Oesel auf, sowohl was die Natur als auch die Bewohner anbetrifft.

Seiner Arbeit 1849 ist auch eine Tafel mit einem Grundriss und einem Profil des Kraters (beides in Farbdruck und rein schematisch) beigefügt, die bis 1919 scheinbar die einzige bildliche Darstellung des Kraters geblieben ist.

Es ist interessant, dass die Fallwinkelangaben Wangenheims unverändert bei Holzmayer 1880 und sogar bei Linstow 1919 wiederkehren (ohne Quellenangabe), obwohl eine sorgfältige Fallwinkelmessung zu allen Zeiten gezeigt haben müsste, dass man mit einer Regelmässigkeit hier nicht zu tun hat.

Einen gleich überzeugten Opponenten fand Wangenheim in S. Kutorga 1853. Ausgehend von der damaligen vulkanischen Erhebungstheorie will S. Kutorga in Anlass der Arbeiten Wangenheims beweisen, dass im Gebiete unserer silurischen Schichten nirgends Anzeichen von Eruptivgesteinen vorlägen also „lokale Erhebungen“ ausgeschlossen seien. Alle Lagerungsstörungen beruhten auf einer „allgemeinen Erhebung der Schichten“. „Woher Herr Qualen seine Gase nimmt, ist nicht verständlich“. Die morphologische Ähnlichkeit mit Maaren fertigt Kutorga mit der Bemerkung ab, dass „verschiedene Ursachen sehr ähnliche Resultate haben können“.

Für Kutorga gibt es keinen Zweifel, dass hier ein Erdtrichter vorliegt, wie deren wegen der Zerklüftung des Gesteines überall im Gebiet viel vorkommen. Beispiele werden besonders von Moon und Ösel genannt. Er vergleicht „unsere Kalksteine“ mit „wahren Sieben, die alle Wasser durchlassen. Warum und wie sollten sie daher den Gasen Widerstand leisten“.

Der Altmeister unserer Geologie, Fr. Schmidt, hat sich dreimal (1858, 1884 und 1885) über den Krater von Sall geäussert, jedesmal ganz kurz. Es sind keine Anzeichen in der Literatur vorhanden, dass er sich mit dem Problem eingehender befasst hätte, wie Linstow (1919, p. 329) meint. Im Gegenteil, in seiner letzten Notiz (1885) sagt er, dass der erhöhte Rand überhaupt das einzige merkwürdige am Krater sei „und am ersten wol durch eine lokale Schichtenauftreibung erklärt werden kann“.

Die eingehendste Ausführung Fr. Schmidt's über den Gegenstand (1858) umfasst 28 Zeilen und schliesst sich eng an Kutorga und Eichwald an: auch er verwirft eine vulkanische Ursache, konstatiert, dass der Krater für eine alte Bauernburg gilt und dass der See mit dem Hofbrunnen kommuniziere. Er versucht nur die Idee Eichwalds über unterliegende Tonschichten etwas zu erweitern, indem er die Frage aufwirft, ob die „locale Auftreibung der Schichten“ nicht „durch Wasseraufsaugung und dadurch Anschwellung thoniger Schichten“ entstanden sei, dem nachher „ein Einstürzen durch Unterwaschung“ gefolgt sei. Kurz charakterisiert er den Krater (1884 und 1885) als Einsturzgrube.

Die nunmehrige Tiefbohrung hat keine nennenswerten tonigen Schichten im Untergrunde angetroffen und wenn Fr. Schmidt 1885 zum Vergleich die aufgerichteten Schichten bei Mereküla heranzog, so war er auf einem Abwege, denn dieselben gehören Glazialschollen an (K. Orviku 1925).

An Beobachtungstatsachen ist als einzige Bereicherung durch Fr. Schmidt das Feststellen von aufgerichteten nach aussen fallenden Schichten bei einem kleinen Krater (№ 1 der vorliegenden Arbeit) zu vermerken.

1880 widmet der Oberlehrer J. B. Holzmayer dem Krater vier kleine Seiten eines „Ratgebers für Curgäste“, weil der Ort als Ausflugsziel für Arensburger Kurgäste in Betracht kommt. Die Arbeit bietet nur neue Zahlen über die Dimensionen des Kraters und nennt nur kurz die verschiedenen Ansichten über seine Entstehung.

Ebenfalls ganz kurz wird des Kraters erwähnt bei Rathlef 1851, Schrenck 1852.

Auch B. Doss, der 1909 ein fast vollständiges Verzeichnis der Literatur über den Kaalijärv zusammenstellte, übergeht sie inhaltlich mit der Bemerkung, dass diese Krater einfach Dolinen darstellen (Beitr. zur Geophysik Bd. X, H. 1, p. 61).

1911 finden wir ein paar Bemerkungen in der „Baltischen Landeskunde" von Kupffer, die aber nichts wesentliches zur Frage beitragen.

Die ausführlichste bisherige Arbeit widmet dem Krater v. Linstow 1919. Abgesehen davon, dass darin erstmalig eine Kartenskizze der Umgegend gedruckt wird und genauere Angaben über vier kleinere Vertiefungen gebracht werden, ist keine Bereicherung an Tatsachenmaterial zu vermerken.

Der grösste Teil der Arbeit ist Ausführungen gewidmet, die glaubhaft machen sollen, dass der Krater seine Entstehung einer Explosion von Gasen verdanken soll und dass die Gase dem Dictyonemaschiefer entstammen. Die Gasentwicklung wird als ein Selbstzersetzungsprozess durch Einwirkung von Schwefelkies auf diesen Ölschiefer dargestellt. Die Entstehungszeit des Kraters wird in die Zeit von 4000—8000 J. v. Chr. (Nach-Yoldiazeit) versetzt.

Die Ausführungen v. Linstow's bedürfen einer Kritik, die aber zweckmässiger nicht hier, sondern in Anmerkung 2, bei der Andeutung der geologischen Verhältnisse gegeben wird.

Die neueste Behandlung der Frage verdanken wir C. Teichert 1927. Auf Grund von bei einem ganz kurzen Besuch empfangenen Eindrücken und gemachten Photos wird eine rein morphologische Parallele zwischen den Maaren der Eifel, den Kratern der Phlegräischen Felder und dem Krater von Sall gezogen, daraus Übereinstimmung resultiert. Die eigene Anschauung hat hier offenbar stark mitgesprochen. Es ist eine gute Ergänzung zu Wangenheim v. Qualen's Darstellung, der dieselbe Übereinstimmung auf Grund von Literaturangaben unterstrich.

Ein Eingehen auf Scupin 1928 erübrigt sich, da er sich bloss v. Linstow anschliesst.

In allerneuester Zeit sind neue Entstehungshypothesen aufgestellt worden, die aber bisher eine schriftliche Behandlung nicht erfahren haben. Nur 1922 spricht der Lehrer in Reval J. Kalkun ganz kurz die Ansicht aus, dass der Kaalijärv ein dem Coon Butte in Arizona vergleichbarer Meteorkrater sei.

Tabellarische Übersicht der Angaben über den Krater von Sall bei den Autoren.

	Luce 1827	Hofmann [1] 1837	Wangenheim v. Qualen 1849	Eichwald 1854	Kutorga 1853	Fr. Schmidt 1858	Holzmayer 1880	v. Linstow 1919
Wallumfang	Mehrere Fad. hoher runder		400 Schritt od. Arsch.			Schliesst sich Eichwald und Kutorga an.	Oben 910′	Oben 350 m. Unten 150 m.
Wallhöhe	Hügel, innen steiler als aussen.	3½-4 Faden.	8—9 Arsch.	Inneres viel steiler als nach aussen. Der Wall gegen das Gutsgeb. viel steiler als geg. d. Feld.	4 Faden.		Maximum 27′	
Kratertiefe		Seespiegel 6½ Faden unterh. der Ebene.	22—24 Arsch. (üb. dem Wasserspiegel).					16—17 m über den Seespiegel.
Kraterdurchmesser		S-N—62 Fad. O-W—45 „	65—75 Arsch. (unten).				150′—172′	
Seedurchmesser		S-N—22⅔ „			8 Faden.			
Seetiefe	Vor 50 Jahr. sehr tief, jetzt b. Dürre trokken.	2½ Faden in der Mitte.	Kaum 1′ tief, trocknet gelegentlich aus.	Das Wasser im See u. im Brunnen steigt im Herbst.			2′—18′	
Schichtenfallen	Von unten nach oben, v. innen nach aussen.	40° ringsherum nach aussen.	In W u. N ca 25°, S u. O 35°—40°.	Nicht nur nach innen, auch nach aussen. Fallwinkel stellenweise um die Hälfte grösser.	Fallwinkel 35°—38, sogar 48°.		In W u. N 25°, O u. S 35°—40°	Wie bei Holzmayer.
Bewaldung			Bewaldet bis 18 Arsch. Tiefe.					
Nebenkrater				1. 1 Werst nach SW. 2. Einige Werst im SO.		Nach W 2 kleinere Gruben, d. nähere hat nach aussen fallende Schichten.		4 kleinere Krater beschrieben.
Entstehung	Feuerexplos.		Wasser-, Schlamm-, Dampf- od. Gaseruption. Analogie mit Maaren.	Verschiedene, z. Teil widersprechende Ansichten, darunter die Vorstellung als Erdfall dominiert	Erdfall.	Erdfall, vielleicht durch Auswaschen und Aufquellen toniger Schichten erklärbar.	Keine eigenen Ansichten, andere referiert.	Gaseruption, hauptsächlich Methan, durch Selbstzersetzung des Dictyonemaschiefers entstanden.

1) Zahlenmässige Angaben v. Oberpastor Hesse aus Arensburg.

Dieselbe Annahme führte A. Wegener zum neulichen Besuch des Kraters und wird in der vorliegenden Arbeit verfochten.

Ausserdem ist noch mündlich (von J. Kark 1926, Prof. E. Kraus 1927) die Hypothese eines Salzdomes ausgesprochen worden.

Aus dieser Übersicht geht klar hervor, dass die bisherige Kenntnis des Kraters von Sall sehr ungenügend war und die verschiedensten Hypothesen freien Spielraum hatten. Bei den älteren Autoren war es durch die Entwickelungsstufe der Geologie, durch den „Zeitgeist" bedingt. Bei den neueren, in den letzten 20 Jahren, hätte man wohl mehr von einer Unbefriedigung mit dem vorliegenden Beobachtungsmaterial erwarten müssen.

Anmerkung 1.

Eine der Hauptfragen in diesen Untersuchungen ist gerade die nach der Entstehung dieses Gesteinsmehls. Ebenfalls sehr wichtig erscheint der besondere Zustand des inneren Kraterbodens von Krater 4. (s. S. 40).

Es war nämlich wichtig festzustellen, ob man hier bei diesen in unserem Silur einzigartigen Erscheinungen es mit chemischen oder mechanischen Veränderungen des Anstehenden oder mit ursprünglich abweichenden Gesteinsbildungen zu tun hat.

Die beigefügte Tabelle der chemischen Untersuchung (ausgeführt von Herrn S. Paul im Laboratorium des Mineralogischen Instituts der Universität Dorpat) gibt Aufschluss über die chemische Zusammensetzung sowohl des normalen Anstehenden, als auch der obenbezeichneten Gesteine.

Was das normale Anstehende anbelangt, kann man es auf Grund der vorliegenden Analysen (№ № 1 u. 2) zum Typus des manganhaltigen Dolomit nach Doelter-Leitmeier (Doelter, Handbuch, Bd. I p. 379) mit der Formel $Mg[Fe(Mn)]\ CO_3$. $CaCO_3$ beziehen, wobei ein kleiner Überschuss von $CaCO_3$ gegenüber Normaldolomit zu verzeichnen ist. Ein weiteres Charakteristikum des Gesteins ist ein ziemlich hoher Gehalt an tonigen (terrigenen) Bestandteilen, der allerdings recht stark schwankt.

Die mikroskopische Untersuchung zeigte, dass das Gestein aus kleinen Dolomitrhomboedern (meistens 20—40 μ im Durchmesser) zusammengesetzt ist. Darunter spielen Kalzitkristalle (bestimmt nach der Färbemethode Lembergs) eine sehr untergeordnete Rolle, während Pyritkörnchen in wechselnder Menge hervortreten und zum Teil in Eisenoxyd umgewandelt sind.

Tabelle der Gesteinsanalysen.

№ der Analyse / Bestandteile	1	2	3	4	5	6	7
Feuchtigkeit	0.21	0.23	0.26	0.25	0.21	0.23	0.22
SiO_2	7.23	3.50	2.76	5.25	6.73	20.91	6.04
FeO	0.49	0.34	0.34	0.34	0.43	0.54	0.38
Fe_2O_3	0.26	0.27	0.19	0.25	0.40	0.24	0.24
Al_2O_3	0.62	0.88	0.91	1.70	1.31	1.12	0.31
MnO	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.08
CaO	27.59	29.63	30.10	28.53	28.62	23.81	28.09
MgO	19.48	19.78	19.46	19.45	18.92	16.12	19.77
K_2O	0.21	0.19	0.10	0.14	0.31	0.38	0.22
Na_2O	0.04	0.05	Spuren	Spuren	0.03	0.05	0.05
CO_2	43.50	45.14	45.00	43.70	43.26	36.39	43.87
Cl	0.06	0.08	0.02	0.03	0.05	0.07	0.08
SO_3	0.09	0.09	0.04	0.07	0.09	0.17	0.17
FeS_2	0.04	0.10	0.07	0.09	0.03	0.09	0.06
P_2O_5	Spuren	0.30	Spuren	Spuren	0.19	Spuren	—
TiO_2	—	—	Spuren	Spuren	—	Spuren	Spuren
Glühverlust	0.08	0.06	0.20	0.21	0.18	0.13	0.09
	99.74	100.45	99.23	99.80	100.59	100.06	99.95

1. Bohrkern der Tiefbohrung aus 4,5 m Tiefe.
2. Anstehendes aus dem Wall des Kaalijärv (obere Schichten der Aufrichtungszone, die annähernd № 1 entsprechen).
3. Eckiger Gesteinssplitter aus dem Gesteinsmehl im Walle des Kaalijärv.
4. Gesteinsmehl aus dem Walle des Kaalijärv (südl. Einschnitt.)
5. Gesteinsmehl aus der Umrandung des Krater 1.
6. Dasselbe, Krater 4.
7. Oberste veränderte Schicht des innersten Kraterbodens von № 4.

Die tonigen Bestandteile sind in feinverteiltem Zustande nicht gleichmässig im Gestein verteilt, sondern in Schichten, welcher Umstand die ausserordentlich charakteristische dünnschichtige Textur dieses Gesteins erklärt (s. Taf. III).

Neben makroskopischen Höhlungen in diesen Dolomiten, werden unter dem Mikroskop auch eine Menge von kleineren Poren verschiedener Form sichtbar, an deren Innenwänden sich grössere Dolomitkristalle angesetzt haben. Ausserdem bemerkt man oft verheilte Spältchen, manchmal mit Eisenoxyd-Ausfüllung.

Wenn man die chemische Zusammensetzung der übrigen analysierten Gesteine mit diesen vergleicht, ist eine weitestgehende Ähnlichkeit unverkennbar. Mehr abweichendes bietet nur Analyse

6 mit seinem etwa 3—4 fachen Gehalt an Kieselsäure. Dieser Umstand ist aber dadurch bedingt, dass das Gesteinsmehl im Krater 4 stark mit glazialem Schutt vermengt ist.

Wenn man also von dieser Analyse absieht, steht nichts im Wege, die zwei anderen Gesteinsproben als das zerpulverte Anstehende anzusehen, und da durchaus keine wesentlichen chemischen Unterschiede vorliegen, ist als das Nächste, mechanische Zertrümmerung anzunehmen.

Diese Annahme wird gestützt dadurch, dass im Gesteinsmehl eckige Dolomitfragmente liegen, die ganz zweifellos die normale Textur aufweisen (s. Taf. III, Fig. 3), und von denen eines analysiert wurde (Analyse 3). Im Krater 1 konnte man direkt mehr oder weniger zusammenhängende Schichten dieser Fragmente im Gesteinsmehl unterscheiden und gegen das Hangende sowohl wie gegen das Liegende nimmt dort in der Zerstörungszone die Anzahl der Fragmente zu.

Dieses Gesteinsmehl dürfte wohl Ähnlichkeit mit den Aschen und Rauhwacken des deutschen und englischen Zechsteins haben und könnte wie diese als Lösungsrückstand eines Salz- oder Anhydritlagers aufgefasst werden. Die Lagerung jedoch, im inneren Umfang kleiner nach unten blinder Trichter, hat, nach der erreichbaren Literatur zu urteilen, keine Analogien im Zechstein. Was überhaupt die Wahrscheinlichkeit des Vorkommens von Salz auf Ösel betrifft, siehe Anmerkung 2.

Das meiste, was man zur petrographischen Charakteristik des Anstehenden sagen konnte, ist anwendbar auch auf den eigenartig veränderten inneren Kraterboden des Kraters 4. Chemisch (Analyse 7) bietet das Gestein keine wesentlichen Unterschiede. Mikroskopisch sind eine Besonderheit dieser Schichten feine offene Risse zwischen den Dolomitrhomboederchen, hauptsächlich senkrecht zu der Schichtung. Diese Risse oder feine Spalten werden auch makroskopisch sichtbar im Anschliff. Überhaupt ist das Gefüge zum Teil gelockert, was der Verfertigung von Dünn- und Anschliffen Schwierigkeiten bereitet und in der Bröckligkeit in trockenem, Weichheit in nassem Zustand in Erscheinung tritt.

Die Bemerkung, dass im allgemeinen diese Schichten den Eindruck eines gebrannten Gesteins machen, ist zutreffend. Der Verlust an CO_2 in diesem Falle ist schon längst wieder gedeckt und wird sich chemisch und mineralogisch kaum nachweisen lassen.

Anmerkung 2.

Für die Zwecke der vorliegenden Arbeit ist eine ausführliche Darstellung der geologischen Verhältnisse Ösels nicht notwendig. Einiges muss aber berührt werden, 1) um das beanspruchte Gestein und seine Lagerung näher zu kennzeichnen, 2) um Stellung zu nehmen zu einigen Hypothesen über die Entstehung des Kaalijärv.

Die Lagerung der obergotländischen Schichten auf Ösel ist eine äusserst flache zu nennen. Wegen des Fehlens tiefer Aufschlüsse und guter Leithorizonte ist das Streichen und Fallen nur mühsam zu ermitteln. Nördlich Arensburg konnte Schreiber dieser Zeilen indirekt ein O-W-Streichen und ein Fallen von rund 20′ nach S feststellen Am Ninase-Pank an der Nordküste Ösels kann das südliche Einfallen mit etwa 5° direkt beobachtet werden. Es ist ein Spezialfallen, auf dessen Bedeutung hier nicht näher eingegangen werden kann. Im allgemeinen kann man aber ein SOS-liches Fallen von etwa 10′—20′ annehmen, in Anbetracht der allgemeinen Lagerungsverhältnisse der estländischen Schichtentafel und der Ausstriche an der Südküste Ösels.

Linstow erwähnt, dass ein genaueres Studium der Lagerungsverhältnisse auf Ösel eine Reihe von kleinen NW-SO streichenden Falten aufgedeckt habe und dass der höchste Sattel sich durch die Mittel der Insel ziehe. Nun ist aus Linstow's Arbeit nichts über diese genaueren Studien zu ersehen. Das erwähnte Spezialfallen an der Ninase-Pank und ähnliche Erscheinungen an einigen anderen Panks der Nordküste können aber nicht durch NW-SO streichende Falten bedingt sein, wenigstens haben wir keine Ursache anzunehmen, dass die hier etwa erscheinenden schwachen Faltungserscheinungen sich durch die ganze Insel ausdehnten. Ein höchster Sattel in der Mitte der Insel steht ganz haltlos da. Um gleich auch andere geologische Annahmen Linstow's zu berühren, werfen wir einen Blick auf die Lagerung des Dictyonemaschiefers im tieferen Untergrund Ösels. In Ösel selbst ist der Dictyonemaschiefer nicht angebohrt. Eine Tiefbohrung in Rohuküla (Pogrebow 1916) durchsank den Schiefer mit etwa 2,5 m Mächtigkeit (gegen rund 5 m bei Baltischport) in einer Tiefe von 524′—531′ (rund 162 m). Daraus und der Lagerung bei Baltischport (Paldiski) ergibt sich rund 3 m Fallen auf 1 km zwischen diesen Endpunkten. Wenn wir ein gleiches Weiterfallen in derselben Richtung voraussetzen (Kaali liegt fast genau in der Richtung der Verbindungslinie Paldiski-Rohuküla, rund 70 km SW-lich vom letztgenannten

Ort), könnten wir den Dictyonemaschiefer unter Kaali in einer Tiefe von nicht weniger als 350 m (statt der 180—200 m bei Linstow) Tiefe erwarten. Die Mächtigkeitsangaben zeigen, dass man in derselben Richtung ein Auskeilen des Schiefers voraussetzen kann, wie man es ja in der Gegend von Narva direkt beobachtet.

Die geologischen Voraussetzungen Linstow's hinsichtlich des Ursprunges der Durchbruchsgase finden also keine Bestätigung.[1])

Aus den den Dictyonemaschiefer betreffenden Angaben kann man direkt folgern, dass wir unter Kaali es mit einer wenigstens 350 m mächtigen ordovicisch-silurischen Schichtenfolge von Dolomiten und Kalksteinen zu tun haben, davon die unteren 200 m auf das Ordovicium entfallen mögen und darunter noch kambrische Schichten von näher nicht bekannter, vielleicht etwa 100 m Mächtigkeit lagern. Erst dann gelangen wir zum Grundgebirge. Über anstehende extrusive oder intrusive Erstarrungsgesteine haben wir weder auf Ösel noch in seiner näheren Nachbarschaft eine Kenntnis.

Es fehlen also alle Anhaltspunkte, um etwas bestimmteres über tieferliegende geologische Ursachen der Entstehung des Kaalischen Kraterfeldes auszusagen.

Man könnte das Augenmerk nur noch auf die obergotländischen Öselstufen selbst richten, um in ihnen etwaige geologische Ursachen der Kraterbildung aufzudecken, etwa in Form von Salz- oder Anhydritstöcken.

Dabei stossen wir auf die Tatsache, dass die Stratigraphie der Öseler Stufen trotz Fr. Schmidt's (1858, 1866, 1881, 1891), Twenhofel's (1916) und H. Bekker's (1925), Arbeiten, noch als wenig aufgeklärt zu bezeichnen ist. Bezüglich der Grenze

1) Dasselbe muss man bemerken, was die chemischen Voraussetzungen anbelangt. Wie eine einfache chemische Gleichung zeigt, erfordert die Oxydation des Pyrits freien Sauerstoff, dessen Vorhandensein oder Zufuhr in die erforderliche Tiefe bei den gegebenen geologischen Vorbedingungen durch nichts gewährleistet erscheint. Eine Zersetzung des Dictyonemaschiefers selbst kann auch keinen Sauerstoff liefern, da derselbe sowohl nach chemischer Zusammensetzung wie auch nach Entstehung als sauerstoffarm bezeichnet werden muss. Die Entstehung des Pyrits ist ja direkt durch den Sauerstoffmangel bedingt.

An eine natürliche Destillation könnte eher gedacht werden, obwohl die Temperaturerhöhung hier in 350 m Tiefe nur etwa 10^0 C betragen würde.

Was die bei Linstow angeführten Erdbrände anbetrifft, so sind die in Estland sowie anderwärtig immer am Ausgehenden der betreffenden Schichten beobachtet worden, unter Beteiligung von Luftsauerstoff. Vergl. auch Herrmann 1919.

zwischen der Unter- und Oberöselstufe Fr. Schmidt's war er selbst wenig sicher und wir haben auch sonst eine Menge von verschiedenen Varianten der geologischen Übersichtskarte Ösels. Inmitten der Öseler Gesteine nehmen die *Eurypterus*-Dolomite eine besondere Stellung ein. Deren klassisches Vorkommen ist aus dem äussersten NW Ösels bekannt. Wir haben jetzt aber gute Gründe auch das Anstehende bei Kaali sowie noch weiter im Osten als Äquivalente der *Eurypterus*-Schichten anzusehen. Schreiber dieses hat in mehreren Sommern (seit 1924, anfangs gemeinsam mit Prof. H. Bekker †) die gesamten massigen und Plattendolomite des Inneren von Ösel, Moon und des angrenzenden Gebietes von Estland als Äquivalente der *Eurypterus*-Schichten kennen gelernt. Der Fund von *Eurypterus*-Resten mitten auf Moon beweist diese Auffassung am schlagendsten, abgesehen von Beobachtungen der Schichtung und Lagerung. Auch Schmidt sondert im Osten diese Plattendolomite als besondere Zone aus, bringt sie aber in der Unteröselstufe unter, ebenso wie die dieselben überlagernden kavernösen Dolomite von Kirrefer (Kirbla), Leal (Lihula), Moon und der Nordküste von Ösel.

Wenn man nun vorläufig bei der Stufeneinteilung Schmidt's verbleibt, muss in der Zonenverteilung eine grundsätzliche Korrektur vorgenommen werden: die genannten Plattendolomite mit den hangenden kavernösen gehören somit in die Oberöselstufe Fr. Schmidt's.

Eine ausführliche Darstellung dieser Verhältnisse bleibt einer später zu erscheinenden Arbeit vorbehalten.

Für unsere Zwecke wäre besonders eine Aufklärung der faziellen Verhältnisse der *Eurypterus*-Schichten von Wichtigkeit, um die Frage nach Salzbildungen beantworten zu können. Es kann bemerkt werden, dass aus den Plattendolomiten bei Kihelkonna zerstreute Steinsalzpseudomorphosen bekannt waren und dass es Angaben über schwach salzige Grundwasserhorizonte gibt.

Es ähneln die Verhältnisse in dieser Hinsicht der obersilurischen Wills Creek Formation in Maryland, wo man unter den *Eurypterus*-Schichten einen Horizont mit zerstreuten Steinsalzpseudomorphosen hat. Auf Ösel sind dieselben in keiner auffallenden Menge zwischen den genannten Schichten selbst eingelagert. Ausserdem weisen alle in der letzten Zeit gemachten chemischen Analysen Öseler Dolomite und Kalksteine einen kleinen Gehalt (0,1—0,5%) Kochsalz auf. Man hat es hier also, insofern keine

Verunreinigungen von der Tagesoberfläche in Betracht kommen, mit schwachem NaCl-Gehalt der Gesteine in feiner Verteilung zu tun.

Zu der gewöhnlichen Vorstellung von den Öseler *Eurypterus*-Schichten als Lagunenbildungen am Südrande des anrückenden Old Red Kontinents passt dieses Kochsalz ganz gut. Man hat aber vorläufig gar keine realen Anhaltspunkte, unter Ösel Salzlager oder Stöcke anzunehmen, obwohl eine Reihe von Tiefbohrungen vorliegt.[1])

Bei der Klärung der faziellen Verhältnisse der *Eurypterus*-Schichten erfordern die neueren, hauptsächlich in Amerika entwickelten Ansichten, dass die Eurypteriden Süsswasserbewohner seien, eine besonders genaue Prüfung.

Denn die in Anm. 1 erwähnte Schichtung, die stellenweise Fliesstexturen erkennen lässt, die eigenartige Faunengemeinschaft, die Konzentration der Fossilien auf bestimmten Schichtflächen, ihre Orientierung in einer Richtung (in manchen Fällen), das alles scheint für eine Sedimentation in fliessendem Wasser zu sprechen. Für Salzbildungen sind diese Vorstellungen wenig günstig. Ein genaueres Eingehen auch auf diese Fragen bleibt weiteren Arbeiten vorbehalten.

Anmerkung 3.

Bezüglich des Meteorkraters Coon Butte in Arizona sei auf die Literatur verwiesen (Gilbert 1896, Merrill 1908, Barringer 1906, 1914, 1924, Mulder 1919, Olivier 1925). Hier seien nur folgende Analogien dieses Kraters mit dem Kaalijärv unterstrichen.

1. Die morphologische Ähnlichkeit ist eine sehr grosse, die ohne weiteres aus einem Vergleich der Höhenlinienkarten zu ersehen ist, wenn man Taf. VI, Fig. 1 der vorliegenden Arbeit und Taf. LXVI bei Merrill 1908 nebeneinanderstellt. Wenn man die Dimensionen des Coon Butte etwa zehnmal verkleinert, hat man fast genau diejenigen des Kaalijärv.

	Coon Butte	Kaalijärv
Kratertiefe	150—165 m	13—16 m
Wallhöhe	50— 60 m	6— 7 m
Grösster Durchmesser	1275 m	110 m

2. Die Schichtenköpfe im Wall des Coon Butte sind ebenfalls periklinal aufgerichtet, so dass man dort von einer Aufrichtungs-

1) Von einer eingehenden Analyse der Tiefbohrung in Kaali an dieser Stelle wurde Abstand genommen, weil es zweckmässiger erscheint, alle in letzter Zeit auf Ösel gemachten Tiefbohrungen in Zusammenhang zu bearbeiten.

zone reden könnte, ähnlich wie bei Kaalijärv. Nur variieren dort die Fallwinkel in viel weiteren Grenzen, von 0^0—90^0 und man beobachtet ein regelmässiges Anwachsen des Fallwinkels von N nach SE und SW, während im S der ganze Wall erhoben erscheint.

3. Nach der Literatur zu urteilen, ist bei Coon Butte eine dem Kaalijärv ähnliche Zerstörungszone im Wall nicht aufgedeckt. Wohl aber spielt ein feinverpulverter Sandstein — „silica“ — im Krater eine grosse Rolle, was sehr gut dem Kaalischen Dolomitmehl entspricht. Merrill (1908) bildet auch veränderte Sandsteinproben aus dem Krater ab, die gleich den Kaalischen (Taf. III) mürber sind und ausserdem offenbare Folgen von Hitzewirkungen aufweisen.
4. Nach den Angaben von Merrill 1908 hat man in 16 Bohrlöchern mitten im Krater in einer Tiefe von 600′—1030′ festes Gestein erreicht, was der söhligen Zone der Kaalischen Krater sehr gut vergleichbar ist.

Anmerkung 4.

Falls das postglaziale Alter des Kaalijärv zutreffend ist, kann die Altersfrage noch genauer bestimmt werden, wenn man das Schlammprofil des Seebodens einer pollenanalytischen Untersuchung unterwirft. Eine solche Untersuchung ist bereits schon in Aussicht genommen.

Anmerkung 5.

Einige Schritte zur Organisation des Naturschutzes in Kaali sind bereits getan worden.

Literaturverzeichnis.

D. M. Barringer, 1906. Coon Mountain and its Crater (Arizona). Proc. of the Acad. of Nat. Sc. of Philadelphia vol. 57, p. 881—886.

— 1914. Further Notes on Meteor Crater, Arizona. Ibid., vol. 66, p. 556—565.

— 1924. Further Notes on Meteor Crater in Northern Central Arizona (№ 2). Ibid., vol. 76, p. 275—279.

H. Bekker, 1925. Lühike ülevaade Eesti geoloogiast (Kurze Übersicht der Geologie Eestis). Sammelwerk „Eesti Loodus“, Tallinn.

C. Doelter, 1912. Handbuch der Mineralchemie, Bd. I.

E. Eichwald, 1843. Neuer Beitrag zur Geognosie Estlands und Finlands. Baer u. Helmersens Beitr. z. Kenntn. d. Russischen Reiches. VIII, p. 24—25. Separat: Die Urwelt Russlands, Heft II.

— 1852. Dritter Nachtrag zur Infusorienkunde Russlands. Bull. Soc. Nat. Moscou XXV, № II, p. 457.

E. Eichwald, 1854. Die Grauwackenschichten von Liev- und Estland. Ibid. XXVII, № I, p. 77—83.

Ermann, 1851 im Archiv für wiss. Kunde v. Russland IX, p. 363 ff. (nach Doss).

P. Herrmann, 1919. Über Erdbrände. Ztschr. d. D. G. G. Bd. 71, Mon. Ber. p. 66.

E. Hofmann, 1837. Geognostische Beobachtungen auf einer Reise von Dorpat bis Abo. Dorpat. p. 45—47.

— 1841. Neudruck in Baer und Helmersens Beitr. z. Kenntn. d. Russ. Reiches IV, p. 139.

J. B. Holzmayer, 1880. Das Bad Arensburg auf der Insel Ösel. Ein Rathgeber für Curgäste. Arensburg. p. 66—71.

J. Kalkun, 1922. Üldine geoloogia (Allgemeine Geologie). Tallinn. p. 101 Anm.

M. Körber, 1899. Ösel einst und jetzt. II. Bd., p. 254.

S. Kutorga, 1853. Bericht für das Jahr 1852. Verh. d. Russ. Kais. Miner. Ges. zu St. Petersb. 1852/53, p. 438.

v. Linstow, 1919. Der Krater von Sall auf Ösel. Centralblatt f. Miner. etc. № 21/22, p. 326—339.

J. W. L. Luce, 1827. Wahrheit und Muthmassung. Beytr. z. ältesten Geschichte der Insel Ösel. Pernau.

— 1850. Notizen zur topographischen Geschichte d. Insel Ösel. Mitt. aus d. Geb. d. Gesch. Liv-, Est- und Kurlands, p. 459 (vorgetr. in d. 15. Vers. d. Ges. II. 3. 1836).

G. P. Merrill, 1908. The Meteor Crater of Canyon Diablo, Arizona. Its History Origin and associated Meteoric Irons. Smiths. Misc. Coll. V. L, p. 461—498.

M. E. Mulder, 1919. Over meteorsteenen en den meteoorkraater van Canyon Diablo in Arizona. Den Haag, Maatschappij Diligentia. Natuurkundige Voordrachten 47. ser. p. 24—30. Referat: Geol. Zentralbl. Bd. 34 p. 435.

Ch. P. Olivier, 1925. Meteors. Baltimore, Williams & Wilkins Co.

K. Orviku, 1926. Rändpangaseid Eestis (Glazialschollen in Eesti). Sitzber. d. Naturforscher-Ges. bei der Univ. Tartu (Dorpat). Bd. XXXIII, I, p. 48—56.

N. F. Pogrebov, 1916. Artesianskaja burovaja skvashina blis Gapsalja. Geol. Vestn. № 4, p. 197.

K. Rathlef, 1851. Orographische Skizze von Liv-, Est- u. Kurland. Ein geographischer Versuch. Reval Einladungsschrift, p. 64.

Fr. Schmidt, 1858. Untersuchungen über die silurische Formation von Estl., Nordlivland und Ösel. P. 86. Arch. f. d. Naturkunde Liv-, Est- u. Kurlands, Bd. II.

— 1866. Üb. Thyestes verrucosus Eichw. u. Cephalaspis schrencki Pand. Verh. d. Russ. Min. Ges. St. Pet. II. Ser. I Bd. P. 217—225.

— 1881. Einleitung zur Revision der ostbalt. sil. Trilobiten.

— 1884. Einige Mitteilungen üb. die gegenwärtige Kenntn. ect. Ztschr. d. D. G. G. XXXVI p. 271.

— 1885. Geologie von Estland un Ösel. Balt. Monatschr. p. 633.

— 1891. Einige Bemerkungen über das Baltische Obersilur. Bull. de l'Acad. Imp. des Sciences de St. Pet. Mel. Geol. et Paleontol. T. I, Livr. I.

Schrenk, 1852. Übersicht d. obern silurischen Schichtensystems Liv- und Estlands vornämlich ihrer Inselgruppe. Dorpat, Abh. p. 5.

C. Teichert, 1927. Einige Bemerkungen zum „Krater von Sall" auf der Insel Ösel. Ztschr. f. Geomorphologie Bd. III, H. 2, pp. 99—103.

P. H. Twenhofel, 1916. The Silurian and High. Ordovician of Esthonia. Bull. Mus. Comp. Zool. Harv. Coll. Cambridge (Mass. U. S. A). Vol. 56, pt. 2.

S. Wangenheim v. Qualen, 1849. Der Krater bei Sall auf der Insel Ösel. Corr-Blatt d. Naturf. Ver. zu Riga № 4 S. 49.

— 1849. Nachträgliche Bemerkungen über den Explosionskrater bei Sall. Ibid. № II, p. 175.

— 1849. Der Krater bei Sall auf der Insel Ösel. Bull. Soc. Nat. Moscou № III, p. 204.

— 1850. Noch einige Worte über den Krater von Sall. Ibid. XXIII № p. 289.

— 1852. Nachträgliche Bemerkungen üb. d. Explosions-Krater von Sall. Ibid. XXV № I p. 136.

A Wegener, 1920. Versuche zur Aufsturztheorie der Mondkrater. Abh. Leop.-Carol. Nova Acta CVI № 2 p. 109—117. Halle a/S.

— 1921. Die Entstehung der Mondkrater. Samml. Vieweg, H. 55.

Tafelerklärung.

Taf. I, Fig. 1. Innenansicht des grossen Kraters. Der Wasserstand ist ziemlich tief, man sieht den oberen Teil des zentralen Steinhaufens. Besonders zu bemerken ist die steinige Uferregion, und die baumlose Zone, die durch Hochwasser verursacht wird. Photo A. Luha.

Taf. I, Fig. 2. Aufgerichtete Schichtenköpfe dickbankiger Dolomite rechts vom Eingang zum grossen Krater. Links Abdachung zum Kraterinnern, rechts der Wallkamm. Photo A. Luha.

Taf. II, Fig. 1. Ansicht des mittleren Teiles im südlichen Einschnitt des grossen Kraters. A — das Gesteinsmehl, bei B seine obere Grenze und die untersten Schichtenköpfe der Aufrichtungszone, C — D Grenze zwischen dem Mehl und der Schutthalde. Unten Eingang zum Stollen. Photo I. Reinwaldt.

Taf. II. Fig. 2. Blick auf den blossgelegten Kraterboden von Krater 4. Beachte besonders die vorspringenden Ecken der den peripheren Kraterboden bildenden Dolomitschicht. Das gestiegene Grundwasser verdeckt die innere Vertiefung. Photo I. Reinwaldt.

Taf. III. 1. Handstück des veränderten Gesteins aus der inneren Bodenvertiefung des Kraters 4. $^1/_1$.

2. Teil desselben, angeschliffen. $^2/_1$.

3. Anschliff eines Dolomitsplitters aus dem Gesteinsmehl des Kraters 4. $^2/_1$.

4. Handstück der anstehenden geschichteten Dolomite aus dem grossen Krater. $^1/_1$.

Taf. IV Die Wasserspiegelschwankungen im Kaalijärv September 1927 bis Januar 1928.

———— Wasserstand im Kaalijärv
——.——. „ im Hofbrunnen } in Metern über dem tiefsten Punkt des Seebodens, der einer Höhe von 11.47 m üb. d. M. entspricht.

..... Niederschläge in mm nach den Angaben der Regenstation Roomassaar bei Arensburg. Vom 10. Nov. an Frost; 24.—28. Nov. Tauwetter; vom Dezember an Schnee.

Die Beobachtungen am Brunnen konnten vom 2.—14. Nov. und am See vom 10.—20. Dez. nicht ausgeführt werden. Die Ablesungen am Brunnen sind nicht ganz genau, weil die Übertragung vom Wasserspiegel bis zur Messlatte durch eine Schnur vermittelt wurde, deren Länge sich änderte.

Taf. V. Profile, die durch Schürfungen im Walle des Kaalijärv, Krater 1 und 4 aufgedeckt wurden.

S — S — am Südrande des Kaalijärv
St — Stollen.
a b Erdoberfläche.
I, II (in Ringen) — Bohrungen, bei I unten Diamantbohrung.
N — N — am Nordrande des grossen Kraters.
I und II — Profile am Nordrande des Kraters 1. Bezeichnungen wie oben.
III — Profil am Südrande des Kraters 1.
Punktiert — überall das Gesteinsmehl.

Plan des freigelegten Teiles des Kraters 4. Ein Teil des Bodens der inneren Vertiefung mit Schatten versehen um seine unregelmässige Oberfläche zu zeigen.

Profil des Kraters 4 nach A—B (s. Taf. VI).

Taf. VI. Pläne der nivellierten Krater — Kaalijärv und Krater 1, 2, 3 und 4. Höhenlinien im Kaalijärv über 1 m, bei den übrigen über 0.25 m. Höhenzahlen in m über dem Meeresspiegel.

Taf. VII. Plan des Kaalijärv nebst Umgebung.

Taf. VIII. Schnitte durch Krater 1, 4 und den grossen. Bezeichnungen wie in Tafel V. 1, 2, 3, 4, 5 (umringte Ziffern). — Sondierungen der Mitte des Kraterbodens, die den festen Boden nicht erreichten. Im Kaalijärv der höchste während der letzten 5 Jahre beobachtete Wasserstand eingetragen.

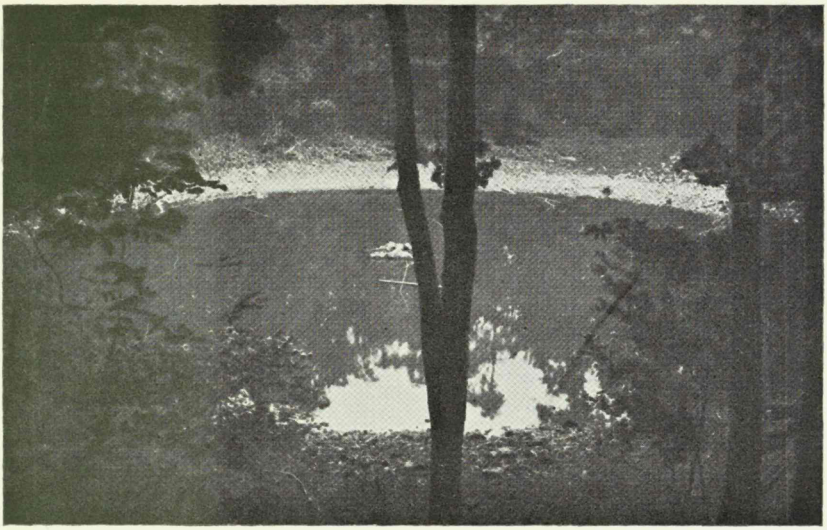


Fig. 1.

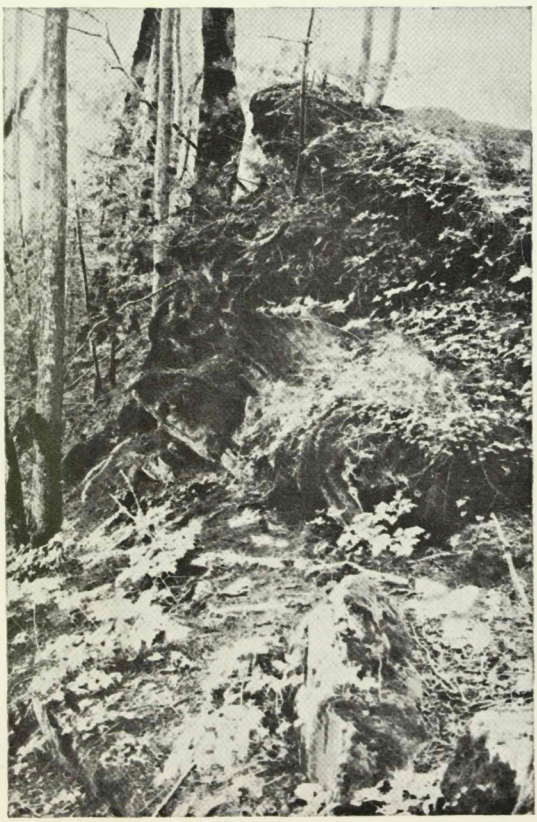


Fig. 2.

Tafel II.

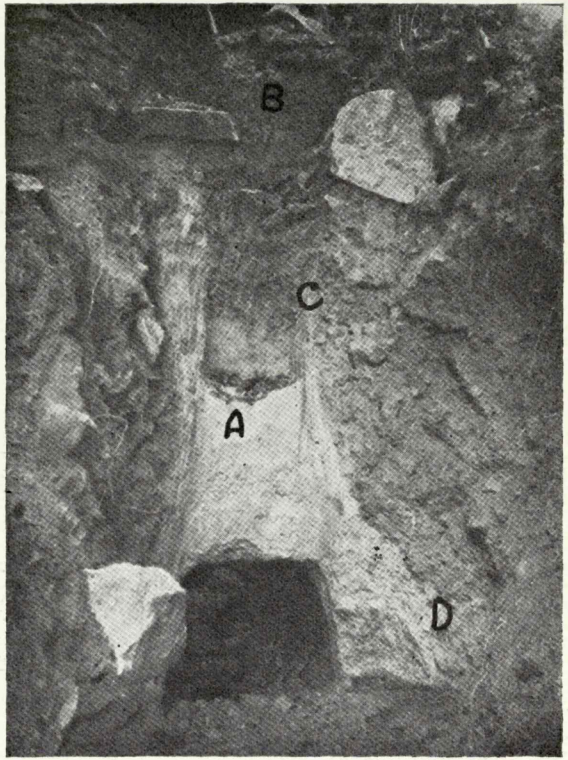


Fig. 1.

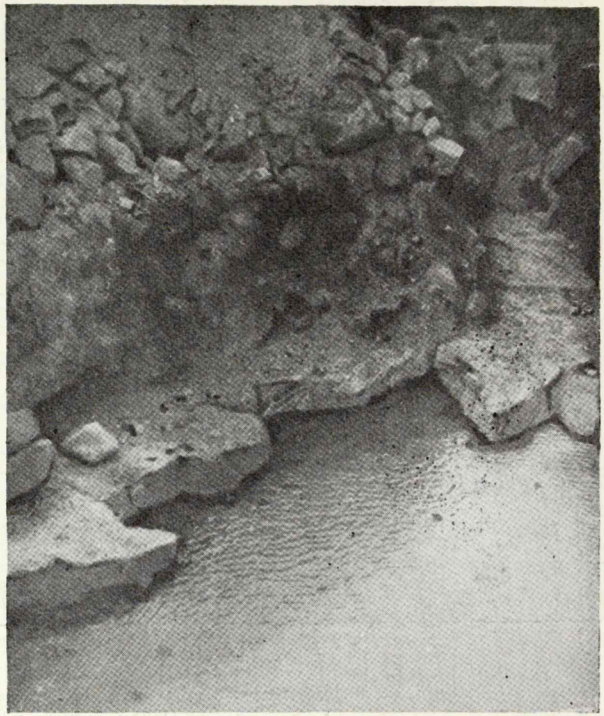
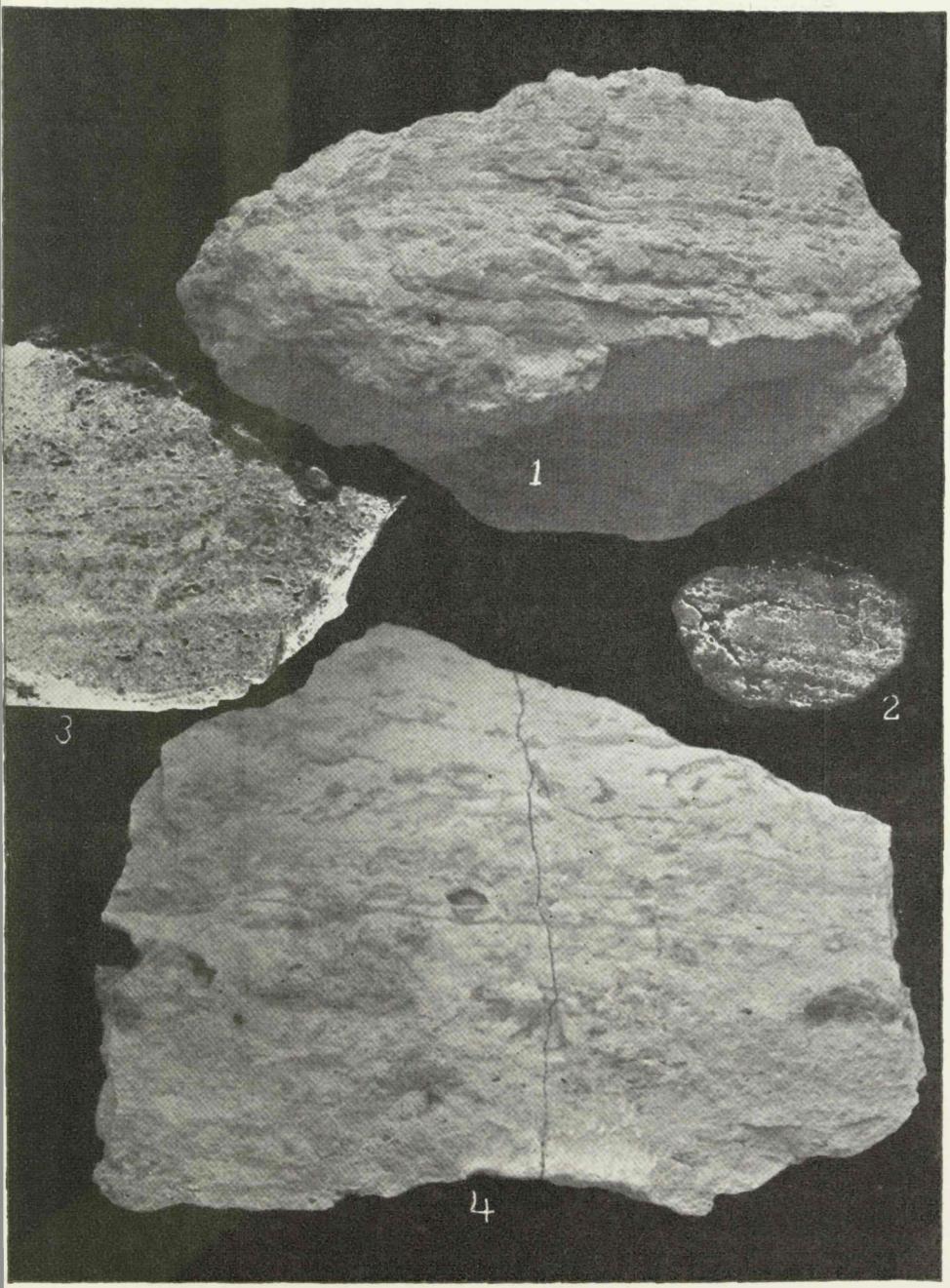
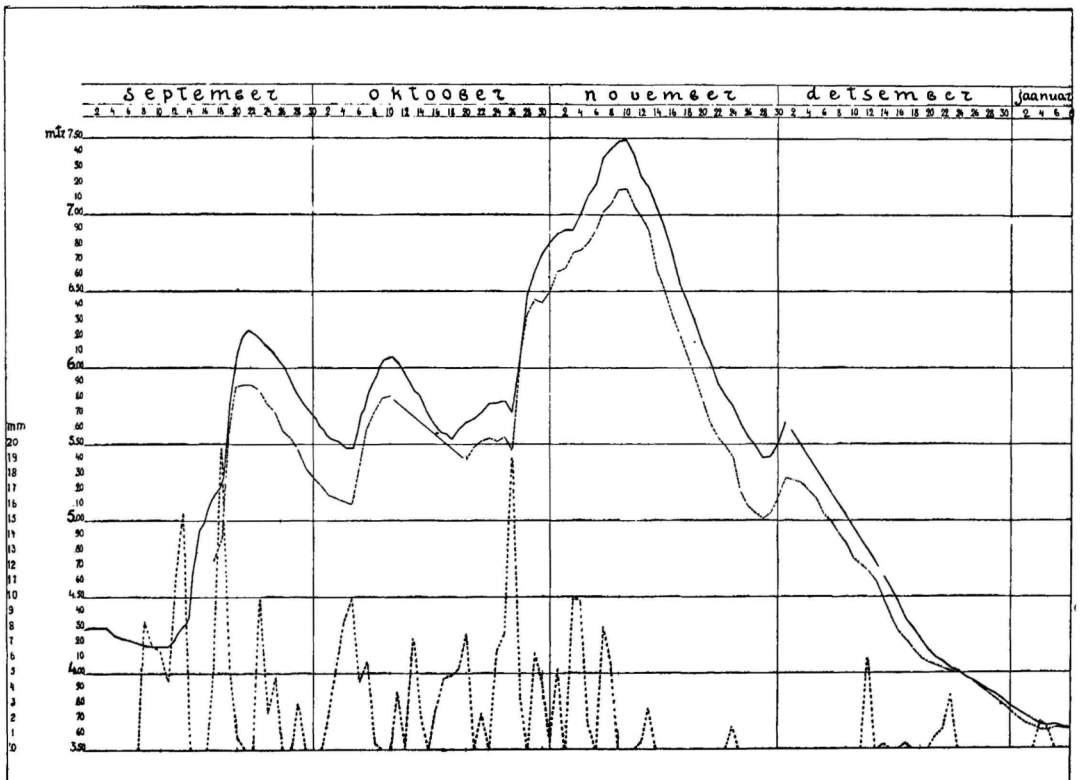


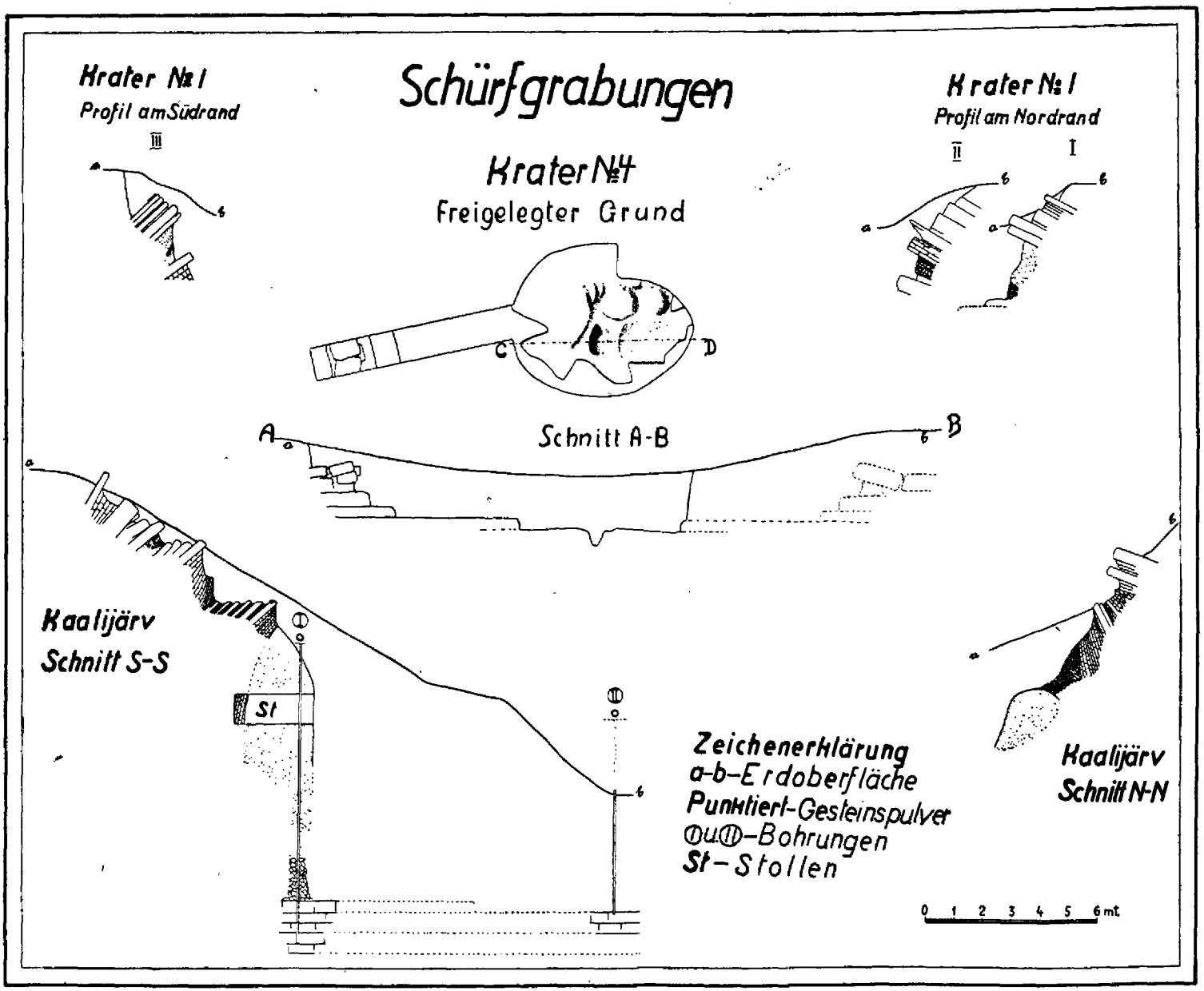
Fig. 2.


1
2
3
4

Tafel IV.



C. Mattiesen, Tartu — Dorpat.


Schürfgrabungen
Krater № I
Profil am Südrand
III
Krater № I
Profil am Nordrand
II
I
Krater № 4
Freigelegter Grund
C
D
A
B
Schnitt A-B
Kaalijärv
Schnitt S-S
St
II
I
Kaalijärv
Schnitt N-N
Zeichenerklärung
a-b-Erdoberfläche
Punktiert-Gesteinspulver
①u.②-Bohrungen
St-Stollen
0 1 2 3 4 5 6 mt

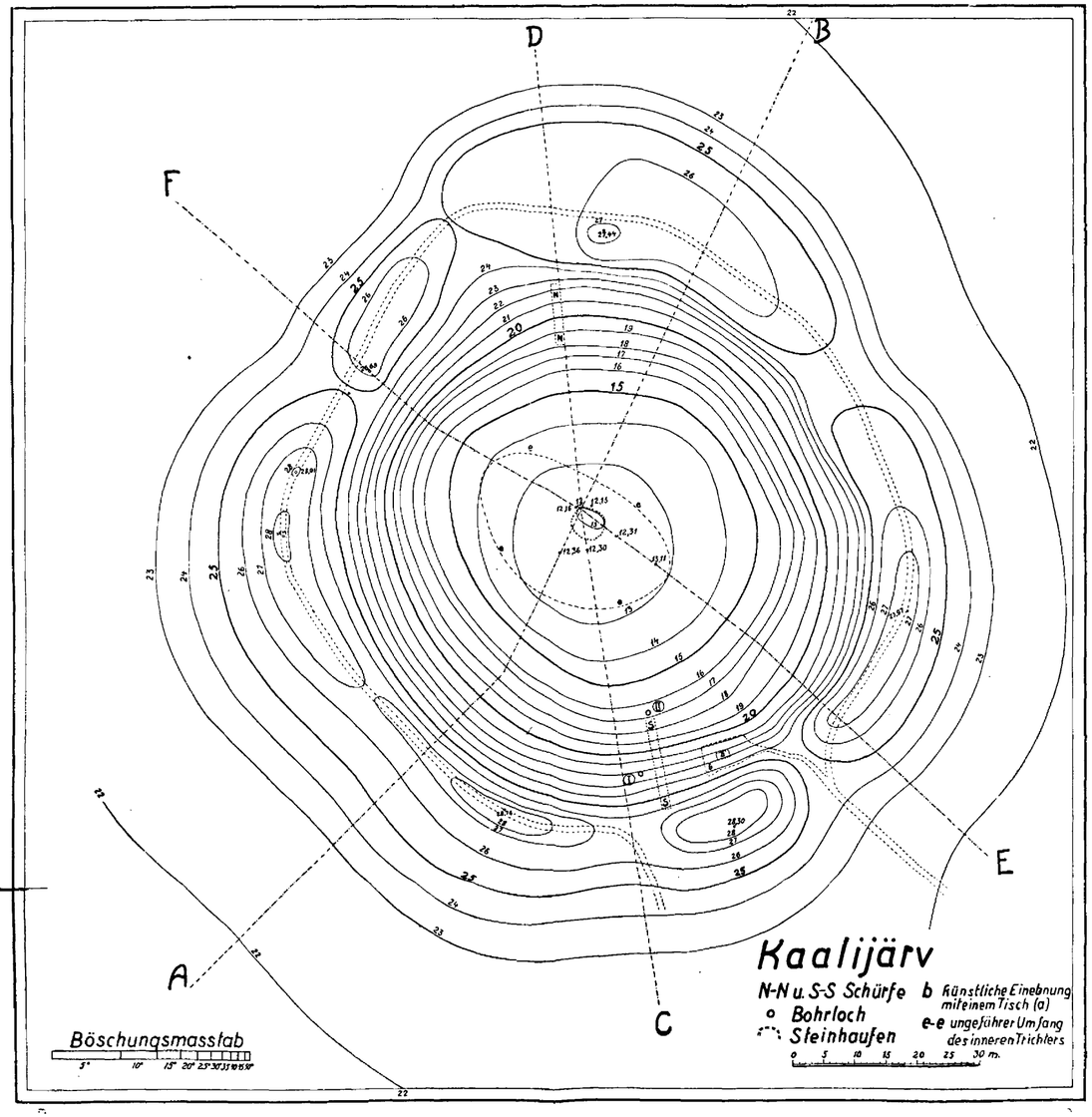


Fig. 1.

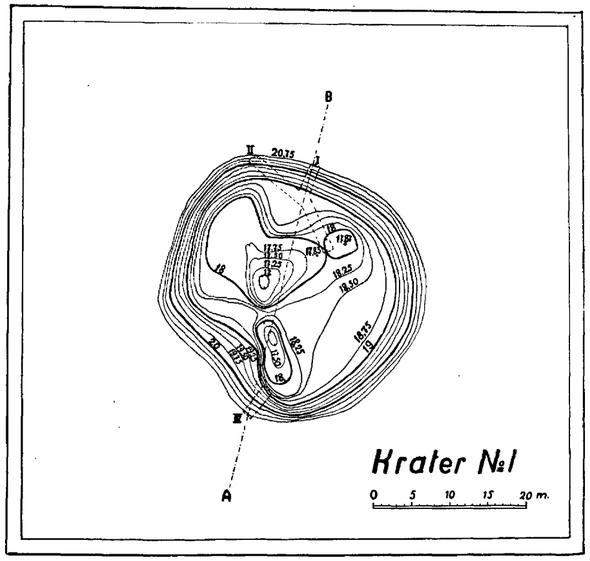


Fig. 2.

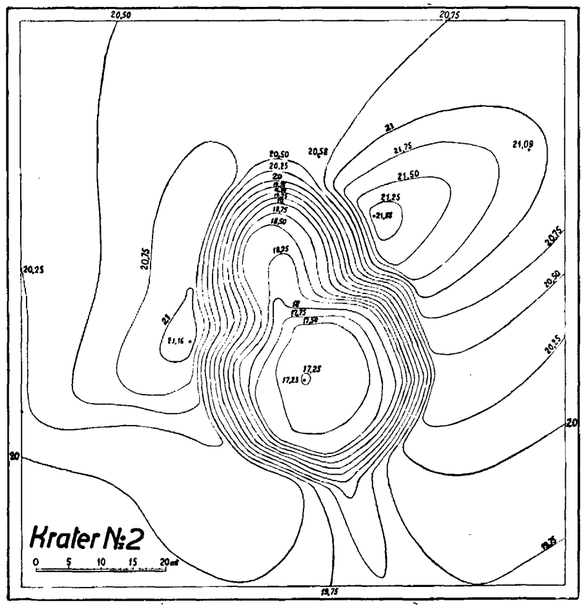


Fig. 3.

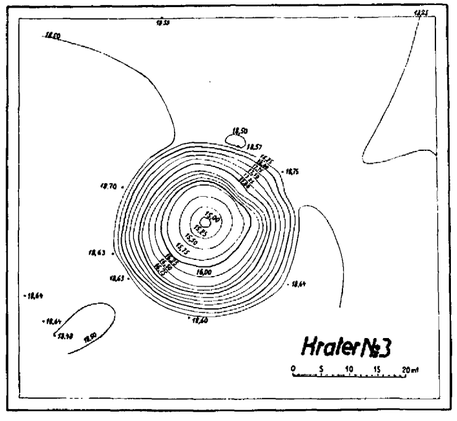


Fig. 4.

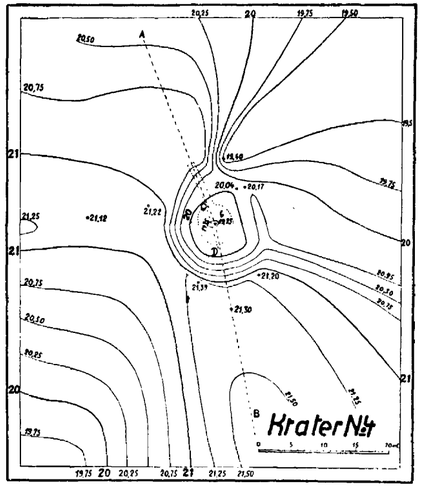
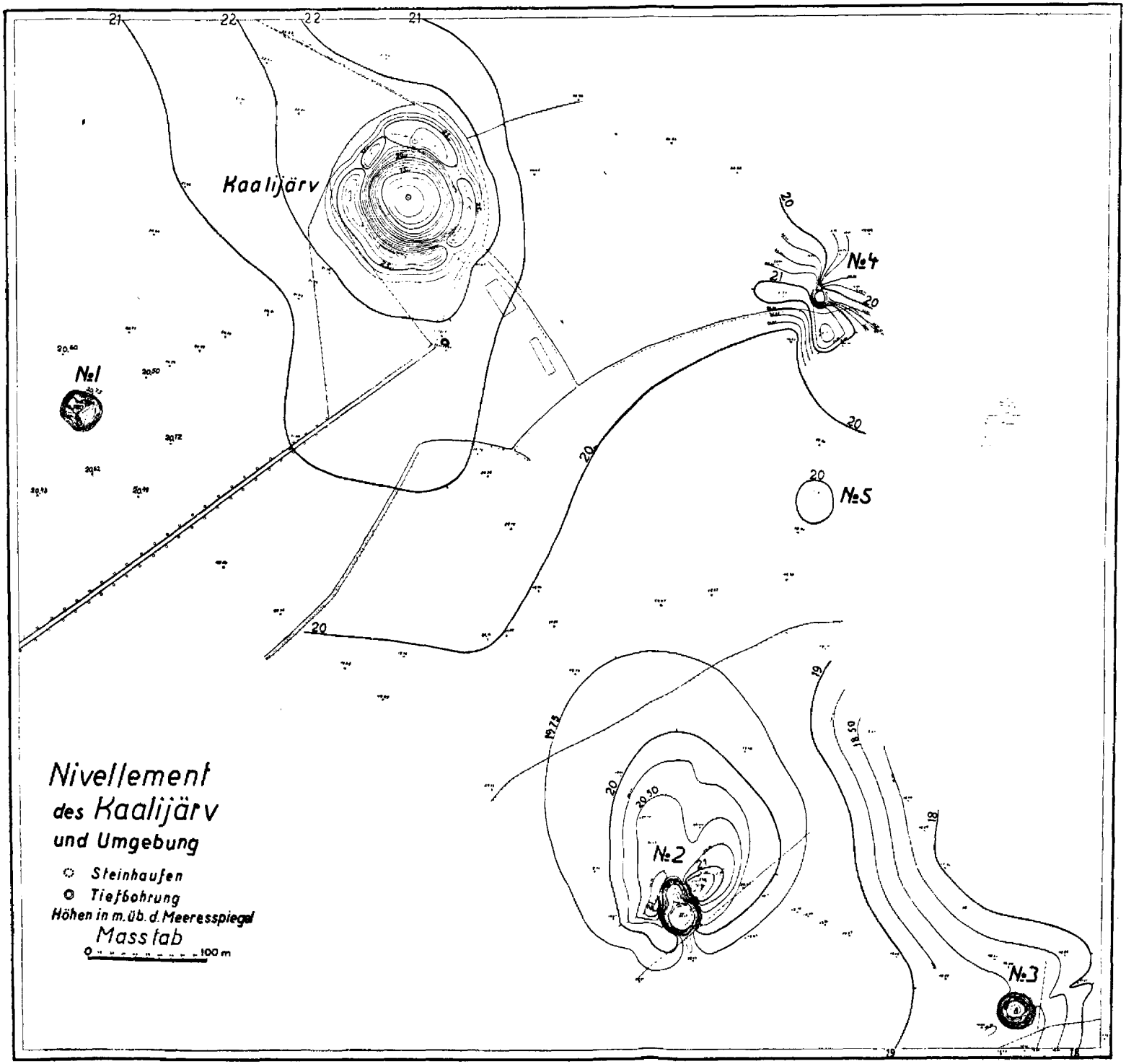
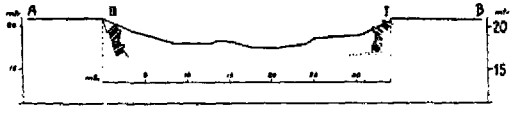


Fig. 5.

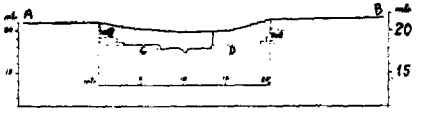

Kaalijärv
№1
№2
№3
№4
№5
Nivellement
des Kaalijärv
und Umgebung
Steinhaufen
Tiefbohrung
Höhen in m. üb. d. Meeresspiegel
Massstab
100 m

Schnitte durch die Krater

Krater №1

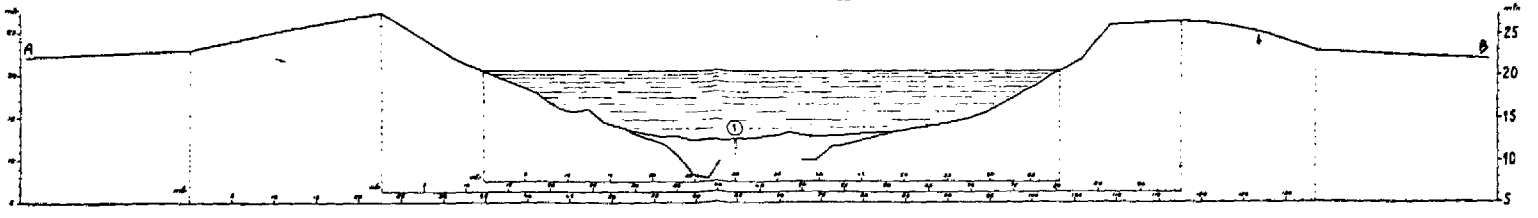


Krater №4

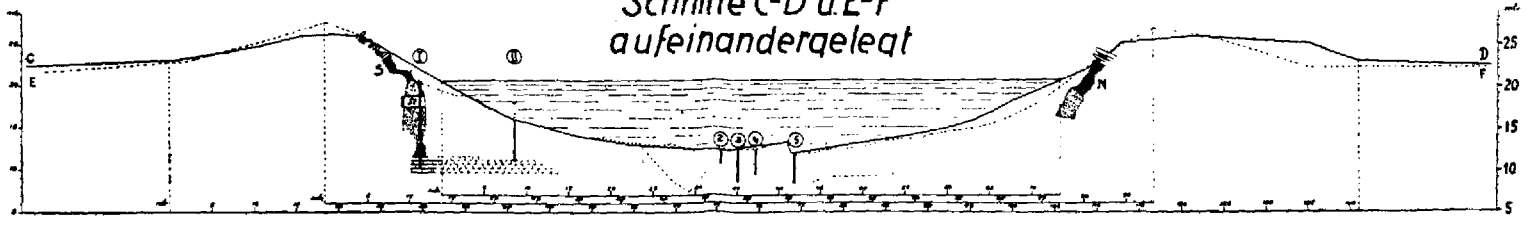


Kaalijärv

Schnitt A-B



Schnitte C-D u. E-F aufeinandergelegt



Flotationsversuche mit Estländischem Phosphorit.

Von Mag. Jaak Kuusk.

Theoretische Grundlage der Flotation.

Unter Flotation versteht man die Erscheinung, bei welcher die, gewöhnlich mit bestimmten Chemikalien vorbehandelten, in Wasser suspendierten Erz- oder Mineralpartikelchen an aufsteigenden Gasblasen haften bleiben und so auf die Trübeoberfläche transportiert, in den Schaum übergehen und mit letzterem von der in der Trübe bleibenden Gangart getrennt werden können. Die Flotation als Anreicherungs- und Separationsmethode der Mineralien hat in neuerer Zeit eine sehr grosse technische Bedeutung erlangt, z. B. bei der Konzentration sulfidischer Erze und der Reinigung von Steinkohlenrückständen.

Wie aus der Definition der Flotation hervorgeht, kann man bei ihr zwei Hauptmomente unterscheiden, 1) das Anhaften der Mineralpartikelchen an Gasblasen, 2) die Bildung des Schaumes aus Gasblasen und diesen anhaftenden Mineralpartikelchen. Von vornherein ist den Mineralpartikelchen in wässriger Suspension das Anhaftungsvermögen an Gasblasen nicht eigen, sie können diese Eigenheit aber im allgemeinen erhalten durch Zusatz gewisser Reagenzien, gewöhnlich nicht benetzbarer Öle, die weiterhin Flotationsmittel genannt werden sollen. Wie Traube-Nishizawa gezeigt haben, kommt die Wirkung eines richtig gewählten Flotationsmittels dadurch zustande, dass das zu der Trübe zugesetzte Öl von der Oberfläche chemisch einheitlicher Mineralpartikelchen adsorbiert wird, nicht aber von den Partikelchen der Gangart. Dieser, an der Oberfläche der Mineralpartikelchen adsorbierten Ölschicht sollte auch das Anhaftungsvermögen der festen Partikelchen an Gasblasen zugeschrieben werden, das natürlich nur dadurch zustande kommen kann, dass zwischen der adsorbierten Ölschicht und den Gasblasen irgendwelche, genügend grosse, Anziehungskräfte, die sogenannten Haftkräfte auftreten.

Da nun bei der technischen Flotation dem Mineralpulver ein selektives Anhaftungsvermögen zugeteilt werden soll, d. h. eine Gattung chemisch einheitlicher Mineralienpartikelchen an Gasblasen anhaften und so flotierbar werden soll, während die anderen als Gangart in der Trübe bleiben, so ist es verständlich, dass das Flotationsmittel nur von erstgenannten Mineralpartikelchen adsorbiert werden darf, nicht aber von den anderen. Übersichtlicher wird die Adsorbtion, wenn man sie als Folge eines gewissen Druckes, des Haftdruckes ansieht. Wird, zum Beispiel, zu einem in Wasser suspendierten Mineralpulver ein Flotationsmittel (Öl) zugesetzt, so kann man das Bestreben seiner Moleküle im Wasser zu bleiben als Haftdruck an Wasser und das Bestreben an die Oberfläche der suspendierten Partikelchen zu gelangen als Haftdruck an diese festen Partikelchen sich vorstellen. Es ist ersichtlich, dass die Adsorbtion nur dann zustande kommt, wenn der Haftdruck zum Wasser klein ist im Vergleich zum Haftdruck an Mineralpartikelchen. Da nun bei Flotationsmitteln die Adsorbtion wiederum eine selektive sein muss, so muss der Haftdruck an Gangartpartikelchen auch klein sein, im Verhältnis zum Haftdruck an Erzpartikelchen. Der Haftdruck an Wasser lässt sich nun in allen Fällen dadurch klein machen, dass als Flotationsmittel ein schwer benetzbares Öl gewählt wird. Der Haftdruck zwischen Erz- und Gangartpartikelchen und Flotationsmittel lässt sich in weiten Grenzen verändern, 1) durch die chemische Natur des angewandten Flotationsmittels, 2) durch die Veränderung der Oberflächenbeschaffenheit der Erz- und Gangartpartikelchen.

Da sich über den Zusammenhang zwischen der chemischen Natur des Adsorbens und der Adsorbtion fast nichts voraussagen lässt, ausgenommen praktisch gewonnener Gesichtspunkte, so ist man beim Suchen nach neuen passenden Flotationsmitteln für ein gegebenes Mineralgemisch auf Versuche mit den verschiedensten nichtbenetzbaren Ölen und deren Mischungen in allen möglichen Verhältnissen angewiesen.

Die Änderung der Oberflächenbeschaffenheit wird zweckmässig dadurch erreicht, dass man die Oberfläche der festen Partikelchen der Moleküle oder Ionen adsorbieren lässt, die dann die Adsorbtion des Flotationsmittels begünstigen oder verringern; als Mittel dazu dienen Salze, Alkalien oder Säuren und Kolloide.

Es sei nun angenommen, dass wir das Flotationsmittel für eine selektive Flotation gefunden und zu der Flotationstrübe in

richtiger Menge zugesetzt haben, so dass nach erfolgter Adsorbtion durch die betreffenden Mineralpartikelchen, diese bei Berührung mit aufsteigenden Gasblasen diesen anhaften und so auf die Oberfläche der Trübe transportiert werden. Da nun im allgemeinen aber die Gasblasen (mit anhaftenden Mineralpartikelchen) beim Erreichen der Trübeoberfläche zerplatzen, so würden die nach oben transportierten Partikelchen wieder zu Boden sinken, ohne dass sie im technischen Massstabe von der Gangart getrennt werden könnten. Um eine Trennung zu erreichen, dürfen die Gasblasen an der Trübeoberfläche nicht zerplatzen, sondern müssen einen stabilen Schaum bilden, damit die den Gasblasen anhaftenden festen Teilchen mit dem Schaum von der Trübe leicht getrennt werden können. Solche stabile Schäume werden durch Zusatz spezifischer, oberflächenaktiver Öle erreicht, welche Stabilisatore genannt werden.

Es sei bemerkt, dass in der Praxis ein scharfer Unterschied zwischen Flotationsmittel und Stabilisator nicht besteht, da einerseits durch Zusatz des Flotationsmittels Schäume entstehen, meistens freilich recht instabile, und andererseits der Stabilisator teilweise vom Mineralpulver adsorbiert wird und so als Flotationsmittel wirkt, oder wenigstens die Adsorbtion des Flotationsmittels beeinflusst.

Flotationsversuche mit estländischem Phosphoritkonzentrat.

Das estländische Phosphoritkonzentrat wird durch Aussieben des Sandes aus Obolussandstein erhalten und enthält im günstigsten Falle bis 60% $Ca_3P_2O_8$, dazu über 26% Sand, 10% $CaF_2 + CaCO_3$, 4% Fe_2O_3 (hauptsächlich als Pyrit) und wird bis jetzt nicht zu Superphosphat verarbeitet. Da, dem Gewichte nach, Sand die Hauptverunreinigung des Tricalciumphosphats in diesem Phosphoritkonzentrat darstellt, so war das Ziel des anfänglichen Probierens das Finden eines Flotationsmittels — Stabilisators, mit dem die Abtrennung des Sandes möglich gewesen wäre. Zu diesem Zwecke wurden parallele Vorversuche ausgeführt mit einem Phosphoritkonzentrat, das nur aus Obolusschalen bestand und also fast keinen Sand enthielt, und mit Sand aus Obolussandstein der keine Obolusschalen d. h. fast kein Tricalciumphosphat enthielt. Sowohl Phosphoritkonzentrat, als auch Sand wurden gleichartig in einer Kugelmühle fein vermahlen.

Die Vorversuche wurden in ca. 10 cm^3 fassenden Reagenzgläsern ausgeführt, in welche zuerst 5 cm^3 destill. Wasser, dann

tropfenweise das als Flotationsmittel zu prüfende Öl und nach Durchschütteln (Reagenzgläser mit Staniol belegten Pfropfen verkorkt) ca 2 gr Phosphoritkonzentrat- oder Sandpulver gegeben wurden. Geschüttelt wurde $^1/_2$ Minute lang. Falls die H-Jonenkonzentration variiert werden sollte, wurde von vornherein verdünnte NaOH- oder H_2SO_4-Lösung zugesetzt. Als Kriterium der Flotationsfähigkeit des angewandten Öles diente die sehr charakteristische „Flockenbildung", da im Falle des Anhaftens der festen Partikelchen an die beim Schütteln gebildeten Luftblasen flockenartige Konglomerate entstehen, die — je nach dem spezifischen Gewichte — entweder nach oben steigen, oder zu Boden sinken und sehr schön zu beobachten sind. Nach der Menge (und Grösse) der Flocken und des ungeflockt gebliebenen Pulvers kann man sogar quantitative Schlüsse über die Flotationsfähigkeit des angewandten Öles ziehen.

Bei den ausgeführten Versuchen wurde auch das Schaumbildungsvermögen der Öle beobachtet und kurz notiert.

Die wichtigsten Ergebnisse der Vorversuche sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Wie aus der Tabelle ersichtlich, müssten sich die höheren Fettsäuren als Flotationsmittel zum Ausscheiden des Sandes aus Phosphorit anwenden lassen, während die Schieferölfraktionen wohl ein sehr gutes Schaumbildungsvermögen besitzen und vielleicht als Stabilisatore gebraucht werden könnten, aber in geringerem Masse auch als Flotationsmittel brauchbar sind.

Um den Einfluss der H-Jonenkonzentration kennen zu lernen, sind analoge Versuche auch in schwachsaurer und schwachalkalischer Lösung ausgeführt worden, wobei sich ergab, dass der Zusatz von einem Tropfen 1/10-N. Schwefelsäure zu der Flotationstrübe, die Flockenbildung ganz oder teilweise verhinderte, während Alkalizusatz im allgemeinen, ausgenommen bei Anwendung von Fettsäuren, die Flockenbildung begünstigte: so erhielt man durch alle angewandten Schieferölfraktionen in alkalischer Lösung starke Flockenbildung sowohl mit dem Phosphoritkonzentrat, wie auch mit dem Phosphoritsand, weswegen das Ausscheiden des Sandes mit Schieferölfraktionen als Flotationsmittel in alkalischer Lösung nicht möglich schien. Um gleichgrosse Flockenbildung zu erhalten, musste bei Anwendung der Fettsäuren in alkalischer Lösung etwas mehr von diesen angewandt werden als in neutraler Lösung, was verständlich, da die gebildeten Seifen hierbei sich nicht als Flotationsmittel betätigen.

Tabelle I.

— keine Flocken; + wenige kleine Flocken; ++ grössere Flocken; +++ alles susp. Pulver in Flocken.
O sehr schäumend; (O) wenig schäumend; 1 nicht schäumend.

Flotationsmittel.	Phosphoritkonzentrat in neutraler Suspension				Phosphoritsand in neutraler Suspension			
	1 Tropfen.	3 Tropfen.	6 Tropfen.	10 Tropf.	1 Tropfen.	3 Tropfen.	6 Tropfen.	10 Tropfen.
i-Buttersäure	—; (0)	—; (0)	—; (0)	—; (0)	—; (0)	—; (0)	—; (0)	—; (0)
i-Valeriansäure	—; (0)	—; (0)	—; 1	—; 1	—; (0)	—; (0)	—; 1	—; 1
Caprylsäure	+++; (0)	—	—	—	±; (0)	—	—	—
Oelsäure	++; (0)	+++; (0)	—	—	+; (0)	+; (0)	—	—
Transäuregemisch.	+++; (0)	—	—	—	+; (0)	+; (0)	—	—
Carbonsäuren aus oxydiertem Schieferöl.[1])	±; (0)	+; (0)	+++; (0)	—	±; (0)	+; (0)	+; (0)	—
Schieferölfraktion bis 170°.	—; 0	—; 0	—; 0	±; 0	—; 0	—; 0	—; 0	±; 0
Schieferölfraktion 170—230°.	—; 0	—; 0	±; 0	+; 0	—; 0	—; 0	—; 0	+; 0
Schieferölfraktion 230—270°.	—; 0	+; 0	+; 0	+; 0	—; 0	—; 0	—; 0	+; 0
Schieferölfraktion [2]) 160—170°.	—; 0	+; 0	+; 0	+; 0	—; 0	—; 0	±; 0	+; 0
Schieferölfraktion [2]) 170—180°.	—; 0	±; 0	+; 0	+; 0	—; 0	±; 0	+; 0	(+)+; 0
Schieferölfraktion [2]) 180—190°.	—; 0	±; 0	+; 0	+; 0	—; 0	—; 0	±; 0	+; 0
Schieferölfraktion [2]) 190—200°.	—; 0	—; 0	±; 0	+; 0	—; 0	—; 0	±; 0	+; 0
Schieferölfraktion [2]) 200—210°.	—; 0	—; 0	±; 0	+; 0	—; 0	—; 0	±; 0	+; 0
Schieferölfraktion 230—240°.	—; 0	—; 0	±; 0	+; 0	—; 0	—; 0	±; 0	+; 0
Schieferölfraktion [2]) 240—250°.	—; 0	—; 0	—; 0	±; 0	—; 0	—; 0	—; 0	±; 0
Amylalkohol.	—; 0	—; 0	—; (0)	—; 1	—; 0	—; 0	—; (0)	—; 1
l-Butylalkohol.	—; 0	—; 0	—; 0	—; (0)	—; 0	—; 0	—; 0	—; (0)

Etwas anders lagen die Verhältnisse bei einer aus der Phosphoritgrube „Ülgase“ bezogenen Phosphoritprobe, die mit Sprengstoffen gebrochen worden war und wahrscheinlich irgendwelche saure Bestandteile aus Sprenggasen zurückgehalten hatte. Hier erhielt man auch mit Fettsäuren in neutraler Lösung keine Flockenbildung; Flockenbildung trat aber sofort ein, wenn bei der

1) Carbonsäuren, die ich durch Luftoxydation der Schieferölfraktion 225—275° bei meiner Magisterarbeit gewann, und von denen 0,3 gr in 2 cm^3 Alkohol oder Schieferölfraktion 170—230° gelöst wurde.

2) Schieferölfraktion vorher mit verd. NaOH-Lösung extrahiert (enthält also nicht Phenole u. Carbonsäuren).

Anwendung von Fettsäuren als Flotationsmittel zu je 1 gr zur Flotation angewandten Phosphoritmehles 1/10 cm^3 1/10-N. NaOH-Lösung zugesetzt wurde.

Bei den Vorversuchen ergab es sich, dass der mit Flocken beladene Schaum, — bei der Anwendung der Fettsäuren als Flotationsmittel — verhältnismässig stabil war, besonders wenn etwas überschüssiges Alkali vorhanden war, wie bei den Versuchen mit „Ülgase" Phosphoritmehl. Die Trennung des Sandes vom Phosphoritmehl erschien somit aussichtsvoll ohne Anwendung eines Stabilisators. Weiter ging aus den Vorversuchen hervor, dass es fast gleichgültig ist, welche höheren Carbonsäuren der Fettsäurenreihe als Flotationsmittel angewandt werden. Aus praktischen Gründen sind natürlich die flüssigen und billigen Flotationsmittel vorzuziehen und da die Tranfettsäuren diesen Anforderungen entsprechen, so wurden bei den folgenden Versuchen nur diese als Flotationsmittel angewandt.

Das Ziel der nächstfolgenden Versuche war nun festzustellen, bei welchem Feinheitsgrad des Phosphoritmehles die Flotation mit Tranfettsäuren die höchste Konzentration von Tricalciumphosphat erreichen lässt. Um Phosphoritkonzentrat in verschiedener Korngrösse zu erhalten, wurde der Phosphorit durch Aussieben des Sandes (durch ein Sieb mit ca 225 Maschen pro cm^2) angereichert, wobei man aus 23 kg Rohphosphorit 9270 gr Phosphoritkonzentrat erhielt. Dieses Phosphoritkonzentrat wurde in einer Kugelmühle 1 Stunde gemahlen und dann gesiebt, wobei folgende Resultate erhalten wurden.

Zahl d. Maschen auf 1 $cm.^2$	% % von d. Gesamtmasse	% % P_2O_5
225— 900	17,4	—
900—2500	32,6	19,1
2500—5000	9,4	25,7
5000—∞	30,6	30,4

Es ist bemerkenswert, dass die verschiedenen Feinheitsfraktionen des gemahlenen Phosphoritkonzentrats sehr verschiedene Mengen Phosphorsäure enthalten, so dass es wohl denkbar wäre, das mit einiger Vorsicht gemahlene Phosphoritkonzentrat durch blosses Sieben noch weiter an Phosphorsäure anzureichern.

Durch Vorversuche wurde weiter festgestellt, dass die günstigsten Flotationsergebnisse zu erwarten wären, wenn man dem Phosphoritmehl ca 1% Tranfettsäuren und zwecks Neutralisation

(aus Sprengstoffen stammender Säuren) ca 7 cm^3 $^1/_2$-N. NaOH-Lösung auf 300 gr Phosphoritmehl zusetzt. Diese Säure-Konzentration wurde auch bei den folgenden Versuchen eingehalten.

Der Apparat, in dem die Versuche vorgenommen wurden, bestand aus einem 42 cm hohen und 8 cm weiten Glaszylinder, dessen Boden durch eine Trichtererweiterung gebildet wurde, die mit Tuch überspannt war, so dass die Luft mit Hilfe einer Pumpe in feiner Verteilung von unten durch das Tuch in den Apparat eingeführt werden konnte. In diesen Glaszylinder konnte noch ein vernickelter Rührer eingestellt werden, der ca 900 Umdrehungen in der Minute machte.

Der Glaszylinder hatte seitlich in verschiedener Höhe mit Gummistopfen verschliessbare Öffnungen, so dass der entstandene Schaum an verschiedener Höhe abgelassen werden konnte.

Bei jedem in folgender Tabelle verzeichneten Versuche wurden in den Apparat ca 900 cm^3 dest. Wasser, ca 300 gr Phosphoritkonzentrat der betreffenden Korngrösse, 4 cm^3 Tranfettsäuren und 7 cm^3 $^1/_2$-N. NaOH-Lösung gegeben, danach wurde Luft (mit einer Geschwindigkeit von 5 Lit. in der Minute) hineingepresst und mit max. Geschwindigkeit (900 Umdrehungen pro Minute) gerührt. Nach viertelstündigem Rühren wurde der Rührer ausser Gang gesetzt und der Schaum 5—6 cm über der Trübenoberfläche abgelassen. Wenn der entstandene Schaum nicht mehr merklich braun gefärbt war, wurde der Versuch beendet.

Tabelle II.

Nr Nr	Phosphoritkonzentrat		Zurückgewonnen in Gr.		Gehalt an $Ca_3P_2O_8$		Verlust an Gesamt-$Ca_3P_2O_8$m. Rückst.
	bleibt zwischen Sieben	enthält $Ca_3P_2O_8$	als Schaum	als Rückst.	Schaum	Rückstand	
II	900—2500	41,9%	241,2	47,6	44,2%	30,4%	11,9%
III	2500—5000	56,4%	224,0	65,8	65,2%	27,3%	11,0%
IV	5000—∞	66,3%	246,3	43,8	72,2%	34,1%	8,0%
V	225—∞	54,2%	212,7	77,2	65,3%	23,1%	11,4%
VI	225—∞	55,5%	196,7	96,6	68,2%	22,9%	17,7%
VIII	900—∞	54,1%	223,5	66,8	66,4%	13,2%	5,6%

Mit dem Siebgute 225—900 war der Versuch nicht ausführbar, da kein Schaum erhalten werden konnte; Phosphoritkörner blieben wohl an Luftblasen haften, die dadurch entstandenen Konglomerate (Flocken) waren aber spez. schwerer als Wasser und sanken zu Boden.

Aus der Tabelle II geht hervor, dass die Phosphoritkörner,

die durch das Sieb mit 900 Maschen auf 1 cm^2 noch durchgehen, auf der Grenze der Flotierbarkeit stehen, wenn in ihm feinere Körner nicht vorhanden sind, dass aber noch weit grössere Phosphoritkörner, die nur durch das Sieb mit 225 Maschen pro 1 cm^2 durchgehen, noch flotierbar sind, wenn Feinmehl zugegen ist.

Um den Einfluss der Transäurekonzentration und des Schieferöles als Stabilisator kennen zu lernen, wurde eine Reihe von Versuchen ausgeführt, deren Ergebnisse in der Tabelle III zusammengestellt sind.

Tabelle III.

Nr.	Auf 300 gr Phosphorit genommen		Zurückgewonnen in Gr.		Gehalt an $Ca_3P_2O_8$ in % %		Rückstand enth. Sand	Verlust an Gesamt-$Ca_3P_2O_8$ m. Rückst.
	Transäure in Gr.	Schieferölin Tropf.	Schaum	Rückst.	Schaum	Rückstand		
VIII	1,5	0	88,8	195,5	72,5%	52,3	38,0%	61,3%
IX	3,0	0	231,1	56,2	66,6	23,4	—	7,9%
X	4,5	0	228,9	62,4	68,3	21,9	77,1%	8,0%
XI	1,5	3	145,6	139,7	71,2	45,2	46,1%	37,8%
XII	1,5	10	163,1	121,9	67,2	47,3	45,3%	34,5%
XIII	1,5	20	237,7	50,2	62,0	43,1	48,8	13,8
XIV	1,5	30	234,0	54,5	63,7	37,2	56,3	12,2
XV	1,5	40	217,1	72,6	65,3	36,5	56,5	15,7

Vom Schieferöl wurde die Fraktion 170—190° gebraucht.

Die in dieser Tabelle angeführten Flotationsversuche wurden mit Phosphoritkonzentrat ausgeführt, das zementfein gemahlen aus den Phosphoritgruben „Ülgase“ bezogen war und durch das Sieb 900 gesiebt 58,4% $Ca_3P_2O_8$ und 28,9% Sand enthielt.

Aus der Tabelle III ist ersichtlich, dass die Flotierbarkeit bei der Anwendung von $^1/_2$% Transäure als Flotationsmittel ohne irgendwelche Zuschläge, noch sehr mangelhaft ist, wobei die günstigsten Bedingungen aber schon mit ca 1% erreicht werden, ferner, dass die Flotierbarkeit mit $^1/_2$% Transäure schon durch geringen Zusatz der Schieferölfraktion 170—190° sehr verbessert wird und dass dessen Wirkung mit ca $^1/_3$% (30 Tropfen auf 300 gr Phosphorit) die max. Höhe erreicht.

Es sei noch hinzugefügt, dass die Schaumfähigkeit der Trübe und die Beständigkeit des entstandenen Schaumes durch Schieferöl sehr erhöht wurden. Aus diesem geht hervor, dass das Schieferöl 1) einigermassen Fettsäuren als Flotationsmittel ersetzen kann und 2) als Stabilisator wirkt. Es ist noch zu bemerken, dass bei steigender Transäurekonzentration der Rückstand in immer aus-

gesprochenerem Masse nur aus Sand und $Ca_3P_2O_8$ bestand, so dass z. B. bei Anwendung von 1 $^1/_2$% Transäure der Rückstand 77,1% Sand und 21,9% Tricalciumphosphat enthielt, so dass ausser diesen Verbindungen im Rückstande andere, wie CaF_2, $CaCO_3$, FeS_2, usw., nur mit 1% beteiligt sein konnten. Es folgt daraus, dass $CaCO_3$, FeS_2 usw. ebenso oder noch leichter mit Fettsäuren flotierbar sind als $Ca_3P_2O_8$, um mit dem Sande auch diese Verbindungen auszuscheiden, müssten die Flotationsbedingungen in zweckmässiger Weise geändert werden. Da die Ermittlung hierzu günstiger Bedingungen sehr zeitraubendes Probieren erfordert, so konnte bei dieser Gelegenheit nicht darauf eingegangen werden.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden im technologischen Laboratorium der Universität Tartu — Leiter Herr Prof. M. Wittlich. — im Herbstsemester 1926, ausgeführt.

(Kokkuvõte.)

Flotatsioon Eesti fosforiidiga.

Flotatsioon põhjeneb nähtusel, et ühed, mõnesuguse keemikaliga (harilikult õli) eelkäsitletud, vees suspendeeritud mineraalosakesed ülestõusvatele gaasimullikestele rippuma jäävad ja niiviisi suspensiooni jäävatest, teiste füüsiko-keemiliste omadustega mineraalosakestest, vahuna eraldatavad on.

Flotatsioon on suurtööstusliselt tarvitusel kivisöe puhastamiseks ja eriti sulfiidiliste maakude rikastamiseks. Kuna Eesti fosforiit suuremal määral liiva sisaldab, mis ümbertöötamist takistab, siis katsuti seda floteerides eraldada, kusjuures esiteks eelkatsetega (katseklaasides) sarnast keemikali, flotatsioonvahendit, otsida tuli, mis fosforiidi osakestele omaduse annab, gaasimullikestele rippuma jääda, liiva osakestele aga mitte.

Sarnaseks flotatsioonvahendiks osutusid kõrgemad karboonhapped. Seejärele on flotatsioonkatsed läbiviidud klaassülindris, mille põhjast õhumullikesed sisse juhitud.

Tabelis II on antud resultaadid, mis saadud floteerides mitmesuguse terasuurusega Eesti fosforiiti, tarvitades flotatsioonvahendina ca 1% kalarasvhappeid. Tabelis III on kokkuvõetud resultaadid flotatsioonkatsetest A/S. „Eesti Vosvoriidilt" saadud, jahvatatud ja rikastatud, fosforiidiga, tarvitades flotatsioonvahendina mitmesugusel määral kalarasvhappeid ja põlevkivi õli.

Nagu tabelitest II ja III selgub, on fosforiit floteerides suuremast osast liivast eraldatav.

Beiträge zur Protozoenkunde von Eesti.

Von Irene Jacobson.

(Sarjast: Andmed Eesti ala järvede uurimiseks. № 14.)

In der vorliegenden Arbeit habe ich zweierlei beabsichtigt. Erstens wollte ich eine Übersicht über die bisher für das Gebiet verzeichneten Protozoenformen zusammenstellen und habe zu diesem Zweck die in der Literatur verstreuten Daten gesammelt. Die Werke, die mir dazu zur Verfügung standen, sind im Anhang gesondert zusammengestellt. Im ganzen sind in diesen Arbeiten 175 Formen genannt. Mein zweites Ziel war es, diese Daten durch eigene Beobachtungen zu ergänzen. Ich konnte 252 Formen beobachten, davon 158, die für das Gebiet noch nicht verzeichnet waren. Letztere habe ich in der Aufzählung mit einem Stern bezeichnet.

An dieser Stelle möchte ich Herrn Prof. H. Riikoja — Tartu für wertvolle methodische Winke und Literaturnachweise meinen Dank aussprechen; ebenso den Assistenten des Zoologischen Instituts Frau L. Poska-Teiss und Herrn Dr. E. Reinwaldt. Auch kann ich es mir nicht versagen, Herrn Prof. K. M. Levander — Helsingfors für einige in ungewöhnlich liebenswürdiger Weise erteilte eingehende Mitteilungen in schwierigen Fragen zu danken.

Abkürzungen im Text.

Aud. = Audova, A.
Eichw. = Eichwald, v. E.
Lev. = Levander, K. M. (in: M. v. z. Mühlen, G. Schneider, Der See Wirzjärw . . ., und G. Schneider, Der Obersee . . .)
Mühl. = v. z. Mühlen, M.
Riik. = Riikoja, H.
Sams. = Samsonow, N.
Schn. — Schneider, G.

J.-J. = Järva-Jaani (St. Johannis in Jerwen), Kirchdorf in Nord-Eesti.
K. = Kuusnõmme, Biologische Station d. Univ. Tartu (Dorpat); auf Saaremaa (Insel Ösel).
N.-J. = Narva-Jõesuu (Hungerburg).
T. = Tartu (Dorpat).
-j. (in Zusammensetzungen) = järv (See).

Die lateinischen Ziffern hinter den Fundorten bedeuten die Monate; sie beziehen sich auf das Jahr 1927.

Erklärungen von geogr. Namen.

Da besonders in der älteren Literatur häufig Namen angegeben werden, die mit den gegenwärtig gebräuchlichen nicht übereinstimmen, füge ich eine vergleichende Übersicht der häufiger vorkommenden Namen bei. Links stehen die jetzigen Bezeichnungen, rechts die früher gebräuchlichen.

Emajõgi — Embach,	Pühajärv — Heiligensee,
Haapsalu — Hapsal,	Raadi — Ratshof,
Kadriorg — Katharinental,	Rõuge — Rauge,
Kihelkonna — Kielkond,	Tallinn — Reval,
Lasnamägi — Laksberg,	Tartu — Dorpat,
Mustla — Mustel,	Ülemiste j. — Obersee.

I. Flagellata.

* 1. *Mastigamoeba longifilum* Stokes. — T., Malzmühlenteich, III.

2. *Oikomonas termo* Kent. — Eichw. (*Monas termo*): Reval, Hapsal, Seewasser.

* 3. *Codonosiga furcata* Kent. — J.-J., Torfstich an *Lemna*-Wurzeln, IV.

* 4. *Salpingoeca convallaria* St. — J.-J., Torfstich an *Lemna*-Wurzeln, IV.

5. *S. frequentissima* (Zach.) Lemm. — Sams.: Plankt. d. Saadj. Mühl.: Raugesche Seen. Lemm: Obersee auf *Asterionella*. Lev: Plankt. d. Virtsj.

* 6. *S. fusiformis* Kent. — N.-J., Plankt. d. Rossonijõgi an Diatomeen, VIII.

* 7. *S. sp.* — (Abb. 1, A.) J.-J., Torfstich an *Lemna*-Wurzeln, IV. Gehäuse 18 μ lang, 11 μ breit, Mündung 5 μ breit, Stiel 19 μ lang. Die Zelle füllt das Gehäuse nicht aus, der Plasmakragen ist breit trichterförmig, die Geissel etwa körperlang. Die Form erinnert an *Salpingoeca convallaria* St., von der

sie sich durch das schlankere Gehäuse, den längeren Stiel und die kleinere Zelle unterscheidet.

* 8. *Monas dangeardii* Lemm. — Infusion von Weidenzweigen, IV.

* 9. *M. minima* Meyer. — T., überschwemmte Wiese, VI.

10. *Anthophysa vegetans* St. — T., Malzmühlenteich, III; Moos, IV; Graben, VI. Eichw. (*Uvella bodo, Uvella chamaemorum, Carchesium pygmaeum*): Reval, steh. Wasser; Teich, auf *Lynceus*; Teich in Katharinenthal.

*11. *Bodo obovatus* Lemm. — Sehr alte Infusion von Weidenzweigen, IV.

*12. *B. uncinatus* Klebs. — N.-J., Moostümpel im Walde, VII.

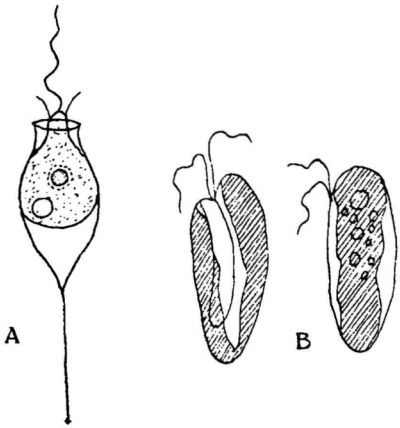


Abb. 1. A — *Salpingoeca sp.*, B — *Cryptomonas sp.*

*13. *Mallomonas acaroides* Perty. — K., Moostümpel, VI.

14. *M. acaroides var. lacustris* Lemm. — T., Eisenbahngraben, VI. Aud.: Plankt. d. Pühaj.

*15. *M. producta* Iw. — Plankt. d. Rossonijõgi, VII.

*16. *M. producta var. marchica* Lemm. — Plankt. d. Narova, VIII; 19 × 16 μ, eine auffallend kurze und breite Form; Stacheln an einem oder an beiden Enden der Zelle entwickelt.

*17. *M. tonsurata* Teil. — Plankt. d. Narova, VIII.

18. *Synura uvella* Ehrbg. — T., Teich d. Bot. Gartens, V; Eisenbahngraben, VI; Graben in Vahi, VI. Eichw. (*Uvella virescens*): Reval, Seewasser. Aud.: Neitsij., Mülkesoo.

19. *Uroglena volvox* Ehrbg. — K., Meeresplankt., 10-0 m, VI. Lev.: Plankt. d. Obers. Aud.: Plankt. d. Pühaj., Neitsij.

20. *Dinobryon bavaricum var. affine* Lemm. — Lemm.: Plankt. d. Obers.

21. *D. cylindricum* Imh. *f. undulatum.* — Aud.: Plankt. d. Pühaj.

22. *D. divergens* Imh. — Plankt. d. Rossonijõgi, VII, Plankt. d. Narova, VII, VIII; Sams.: Plankt. d. Saadj.. Mühl.: Plankt. d. Raugeschen Seen.

23. *D. divergens var. angulatum* Chod. — K., Moortümpel, VI. Aud.? (*Dinobryon cylindricum f. angulata*): Plankt. d. Pühaj. und Neitsij.

*24. *D. divergens var. schauinslandi* Lemm. — Plankt. d. Narova, VIII.

25. *D. sertularia* Ehrbg. — T., Wiesentümpel, VI; K., Moostümpel, VI; Nõo, Torfstich, VI; Plankt. d. Rossonijõgi, VIII. Aud.: Plankt. d. Pühaj. u. Neitsij.; Neitsij. an Algen.

26. *D. sociale* Ehrbg. — Plankt. d. Rossonijõgi, VII. Mühl. Plankt. der Raugeschen Seen. Lev.: Plankt. d. Virtsj. Aud.: Neitsij.

27. *D. sociale* Ehrbg. *f. elongatum.* — Aud.: Plankt. d. Pühaj.

28. *D. stipitatum* St. — Plankt. d. Rossonijõgi, VIII. Lev.: (*Din. soc. var. stipit.*) Plankt. d. Virtsj.

29. *Cryptomonas erosa* Ehrbg. — T., Teich d. Botan. Gart., VI. Eichw.: Hapsal, Seewasser. Aud.: Plankt. d. Neitsij., Mülkesoo.

30. *Cr. ovata* Ehrbg. — T., Teich des Bot. Gart., V; K., Moortümpel, VI; Graben am Emajõgi, VI. Eichw.: Hapsal, Süss- und Seewasser. Aud.: Neitsij.

* 1. *Cr. ovata var. curvata* Lemm. — N.-J., Moostümpel, VIII.

*32. *Cr. sp.* — (Abb. 1, B.) J.-J., Torfstich, VI. 33 × 15 μ. Eine Form mit sehr langem und deutlichem Schlund; im opt. Querschnitt fast rund. Erinnert in der Körperform stark an *Cryptomonas nasuta* Pascher, ist aber doppelt so gross wie diese Art.

*33. *Chilomonas oblonga* Pasch. — Sehr alte Infusion von Weidenzweigen, IV.

34. *Ch. paramaecium* Ehrbg. — N.-J., Narova litoral an faulenden Algen, VII. Eichw.: Laksberg, steh. Wasser.

35. *Euglena acus* Ehrbg. — Eichw.: Reval, Süss- und Seewasser.

36. *Eu. deses* Ehrbg. — Eichw.: Hapsal, steh. Wasser.

37. *Eu. oxyuris* Schm. — Aud.: Plankt. d. Pühaj.

*38. *Eu. proxima* Dang. — T., Graben, VI; Mereküla, Graben, VII; N.-J., Teich, VII.

*39. *Eu. rubra* Hardy. — N.-J., Moostümpel, VIII.

*40. *Eu. sociabilis* Dang. — N.-J., Narova litoral an *Potamogeton*, VII.

*41. *Eu. terricola* (Dang.) Lemm. — J.-J., Torfstich, VI.

*42. *Eu. tripteris* (Duj.) Klebs. — T., Wiesentümpel, VI.

43. *Eu. viridis* Ehrbg. — K., Moostümpel, VI. Eichw.: Hapsal, steh. Wasser, Seewasser. Aud.: Plankt. d. Pühaj., Neitsij.

*44. *Lepocinclis steinii* Lemm. — T., Malzmühlenteich, III; J.-J., Torfstich, VI.

*45. *Phacus acuminata* Stokes. — T., Wiesentümpel, VI; Eisenbahngraben, VI; K., überschwemmte Wiese und Graben, VI.

*46. *Ph. caudata* Hübn. — T., Malzmühlenteich, III; See von Raadi, V; K., Graben, VI.

47. *Ph. longicauda* (Ehrbg.) Duj. — N.-J., Moostümpel, VII. Aud.: Plankt. d. Pühaj.

48. *Ph. pleuronectes* O. F. M. — T., Eisenbahngraben, VI; K., Wiesentümpel, VI; N.-J., Moostümpel, VII. Eichw. (*Euglena pleuron.*): Reval, steh. Wasser.

*49. *Ph. pyrum* (Ehrbg.) St. — N.-J., Narova litoral, VII.

*50. *Ph. triqueter* (Ehrbg.) Duj. — T., Eisenbahngraben, VI.

*51. *Trachelomonas armata var. steinii* Lemm. — N.-J., Moostümpel, VII.

*52. *Tr. euchlora* (Ehrbg.) Lemm. *var.*? — T., Graben, VI; 23×12 μ, 18×13 μ, 21×11 μ. Unterscheidet sich nur durch geringere Grösse von *Tr. euchlora*.

*53. *Tr. globularis* (Auerb.) Lemm. — N.-J., Moostümpel, VIII.

54. *Tr. hispida* (Perty) St. — Eisenbahngraben, VI; K., Graben, VI; J.-J., Torfstich, VI; N.-J., Narova an *Potamogeton*, VII; Moostümpel, VII. Aud.: Plankt. d. Pühaj.

*55. *Tr. horrida* Palm. — N.-J., Moostümpel, VII.

*56. *Tr. spiculifera* Palm. — N.-J., Moostümpel, VIII.

57. *Tr. volvocina* Ehrbg. — T., Eisenbahngraben, VI; Graben, VI; N.-J., Moostümpel, VII. Eichw.: Hapsal, Süsswasser. Aud.: Plankt. d. Pühaj., Kirgj. und Neitsij.; Neitsij. an Algen; Mülkesoo.

*58. *Tr. sp.* I. (Abb. 2, A) — N.-J., Moostümpel, VII; 44×21 μ, eine Form, die an *Tr. eurystoma* St. erinnert, sich von ihr aber durch bedeutendere Grösse und abweichende Form des Kragens unterscheidet. Dieser ist höher und schmäler, nicht gekerbt und vom Gehäuse nicht scharf abgesetzt.

*59. *Tr. sp.* II. (Abb. 2, B, a) N.-J., Moostümpel, VII; 44—51 μ lang, 25—30 μ breit; Gehäuse umgekehrt eiförmig bis oval, gleichmässig bestachelt; am Hinterende sind die Stacheln 2—3 mal länger und dichter gestellt. Der Kragen ist schmal und

relativ lang, verschmälert sich distal und ist an der Geisselöffnung mit einem Kranz schräg abstehender Stacheln besetzt. Eine ähnliche, kleinere Form (Abb. 2, B, b) 34 × 19 μ, fand sich in demselben Material und zeichnete sich durch noch stärker entwickelte Stacheln aus, die auch am Vorderende einen von der Körperbestachelung abweichenden Kranz bildeten.

60. *Colacium vesiculosum* Ehrbg. — Lev.: Obersee an Cyclopiden.

*61. *Eutreptia lanovii* Steuer. — T., Malzmühlenteich, III.

*62. *Eu. viridis* Perty. — T., Malzmühlenteich, III; Teich d. Bot. Gart., V; Wiesentümpel, VI.

*63. *Astasia klebsii* Lemm. — T., überschwemmte Wiese, VI.

*64. *Menoidium pellucidum* Perty. — T., Graben, VI.

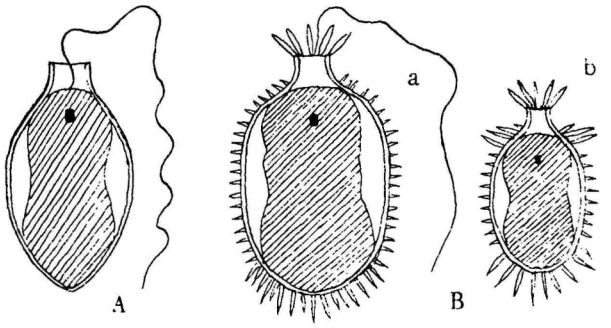


Abb. 2. A — *Trachelomonas sp.* I. B — *Trachelomonas sp.* II.

65. *Distigma tenax* O. F. M. — Eichw.: Hapsal, Süss- u. Seewasser.

66. *Peranema trichophorum* (Ehrbg.) St. — K., Moostümpel, VI; T. See v. Raadi, VI; N.-J., Uferschlamm d. Narova, VII; Moostümpel, VII. Eichw.? (*Trachelius trichophorus*): Hapsal, Seewasser.

*67. *Asinonema acinus* Duj. — T., Eisenbahngraben, VI; N.-J., Narova litoral an Algen, VII, Schleppgeissel bis 78 μ lang.

*68 *Entosiphon sulcatum* (Duj.) St. — Nõo, Torfstich, VI; N.-J. Uferschlamm d. Narva, VII.

Ausserdem fanden sich in den Arbeiten Eichwalds noch folgende Formen, deren Synonymik nach der mir zur Verfügung stehenden Literatur nicht aufgeklärt werden konnte: *Monas crepusculum, M. cylindrica, M. gliscens, M. grandis, M. guttula, M. ochracea, M. punctum, M. simplex, Microglena monadina, Cryptomonas cylindrica, C. lenticularis, Chilomonas destruens* (z. T.

anscheinend Confervenschwärmer) *Ch. triangularis, Ch. volvox, Trachelomonas emarginata, T. nigricans, Astasia pusilla.*

Diese Formen sind teils in der entsprechenden Literatur nicht zu finden, teils erwähnt Kent sie in seinem Werk (A Manual of . . ect.), als zweifelhafte Formen, teils gibt derselbe Autor dafür Synonyme an, die ihrerseits nicht identifizierbar sind.

Flagellata.	Meer		Brackwasser	Süsswasser								
				Flüsse		Seen						
	Pel.	Lit.		Pel.	Lit.	Lit.	Teiche	Tümpel, Gräben	Moos u. Moostümpel	Torfmoore	Infusionen
* Mastigamoeba longifilum . .							X				
* Codonosiga furcata										X	
* Salpingoeca convallaria . . .										X	
* „ fusiformis . . .				X							
* „ sp.										X	
* Monas dangeardii											X
* „ minima								X			
Anthophysa vegetans							X	X	X		
* Bodo obovatus											X
* „ uncinatus									X		
* Mallomonas acaroides . . .									X		
„ acar. var. lacustris								X			
* „ producta				X							
* „ producta var. marchica				X							
* „ tonsurata . . .				X							
Synura uvella							X	X			
Uroglena volvox	X										
Dinobryon divergens				X							
„ div. var. angulatum										X	
* „ div. var. schauinslandii				X							
„ sertularia				X				X	X	X	
„ sociale				X							
„ stipitatum				X							
Cryptomonas erosa							X				
„ ovata							X	X		X	
* „ ov. var. curvata									X		
* „ sp.										X	
* Chilomonas oblonga											X
„ paramaecium . .					X						
* Euglena proxima							X	X			
* „ rubra									X		

Flagellata.	Meer		Brackwasser	Süsswasser								
				Flüsse		Seen	Teiche	Tümpel Gräben	Moos u. Moostümpel.	Torfmoore	Infusionen
	Pel.	Lit.		Pel.	Lit.	Lit.					
* Euglena sociabilis					×						
* „ terricola										×	
* „ tripteris								×			
„ viridis									×		
* Lepocinclis steinii							×			×	
* Phacus acuminata								×			
* „ caudata							×	×			
„ longicauda									×		
„ pleuronectes								×	×		
* „ pyrum					×						
* „ triqueter								×			
* Trachelomonas armata var. steinii									×		
* Trachelomonas euchlora . .								×			
* „ globularis . .									×		
„ hispida . . .					×			×	×	×	
* „ horrida . . .									×		
* „ spiculifera . .									×		
„ volvocina . .								×	×		
* „ sp. I.									×		
* „ sp. II.									×		
* Eutreptia lanowii							×				
* „ viridis							×	×			
* Astasia klebsii								×			
* Menoidium pellucidum . . .								×			
Peranema trichophorum . .					×		×		×		
* Anisonema acinus					×			×			
* Entosiphon sulcatum					×					×	

II. Sarcodina.

A. Rhizopoda.

*69. *Amoeba angulata* Mer. — N.-J., Kurhausteich, VII; Perjatse, Meeresufer an Algen, VII.

*70. *A. aquarum* Jollos. — N.-J., Meeresufer an Algen, Brackwasser, VII.

*71. *A. dubia* Schaeff. — T., See v. Raadi, V; Graben, VI.

*72. *A. fluida* Gruber. — N.-J., Moostümpel, VII.

*73. *A. guttula* Duj. — J.-J., Torfstich, IV.

*74. *A. limax* Duj. — N.-J., Meeresufer an Algen, Brackwasser, VII; Moostümpel, VII.

*75. *A. nitida* Pen. — N.-J., Uferschlamm der Narova, VII; Vaikne j., VII.
76. *A. proteus* Leidy. — Eichw. *(A. princeps)*: Hapsal, stehendes Wasser.
77. *A. punctata* Eichw. — Eichw.: Hapsal, Seewasser.
*78. *A. radiosa* Duj. — T., Malzmühlenteich, III; Moos, V; J.-J., Torfstich, IV; N.-J., Graben, VII; Narova litoral, VII; Vaikne j., VII.
*79. *A. spumosa* Grub. — Narova bei Tõrva, litoral, VII.
*80. *A. tericola* Ehrbg. — T., See von Raadi, V; N.-J., Narova litoral an Pflanzen, VII; Moostümpel, VII.
A. sp. — Lev.: Plankt. d. Virtsj.
*81. *Pelomyxa fragilis* Pen. — T., Malzmühlenteich, III.
82. *Pseudochlamys patella* Cl. & L. — Aud. Plankt. d. Pühaj.
*83. *Cochliopodium actinophorum* Auerb. — N.-J., Uferschlamm der Narova, VII; Moostümpel, VII; Vaikne j., VII.
*84. *C. bilimbosum* Auerb. — N.-J., Moostümpel, VII; Narova litoral, VII.
*85. *C. obscurum* Pen. — N.-J., Moostümpel, VII.
86. *Difflugia acuminata* Pen. — T., Teich des Bot. Gart., V; K., Moostümpel, VI; N.-J., Moostümpel, VII. Lev.: Schlamm des Obersees. Aud.: Plankt. d. Pühaj.
87. *D. ac. var. umbilicata* Pen. — Lev.: Schlamm des Obersees.
88. *D. amphora* Leidy. — N.-J., Moostümpel, VII. Lev.: Schlamm d. Obersees.
*89. *D. arcula* Leidy. — K., Moos, VI; N.-J., Moostümpel, VII.
*90. *D. bacillifera* Pen. — N.-J., Moostümpel, VII.
91. *D. constricta* Ehrbg. — K., Moostümpel, VI; T., See v. Raadi, VI; N.-J., Vaikne j., VII. Lev.: Schlamm des Obersees.
92. *D. curvicaulis* Pen. — Lev.: Schlamm d. Obersees.
93. *D. elegans* Pen. — N.-J., Narova litoral, VII; Vaikne j., VII. Sams.: Plankt. d. Pangodij. Lev.: Schlamm d. Obersees.
94. *D. globulosa* Duj. — (*f. genuina* Pen). T., Moos IV; (*f. globularis* Wall.) K., Moos, VI. Lev.: Schlamm d. Obersees.
*95. *D. hydrostatica* Zach. — J.-J., Moos, IV.
96. *D. limnetica* Lev. — N.-J., Plankt. d. Narova, VIII; Moostümpel, VIII. Sams: Plankt. d. Pangodij. Lev.: Plankt. d. Obersees u. d. Virtsj. Aud.: Plankt. d. Pühaj. Riik.: Plankt. d. Tamula- u. Vagulaj.
97. *D. lobostoma* Leidy. — T., Graben, VI. Eichw. ? (*D. ob-*

longa), Reval, Süsswasser. Sams.: Plankt. d. Pangodij. Aud.: Plankt. d. Pühaj. u. d. Käärikj.

*98. *D. pulex* Pen. — N.-J., Narova litoral an Pflanzen, VII.

99. *D. pyriformis* Perty. — T., Moos III; Pfütze, IV; Moos aus Raadi, V; Elva, Moos, VI; K., Meer litoral VI; Sumpfgraben, VI; T., See von Raadi, VI; N.-J., Narova litoral an Algen, VII. Eichw. (*D. proteiformis*): Reval, Gräben; Hapsal, steh. Wasser. Sams.: Plankt. d. Pangodij. Lev.: Schlamm d. Obersees u. d. Virtsj. Aud.: Plankt. d. Pühaj.

100. *D. pyr. var. claviformis* Pen. — Sams.: Plankt. d. Pangodij. Lev.: Schlamm d. Obersees.

101. *D. pyr. var. inflata* Pen. — Lev.: Schlamm d. Obersees.

102. *D. pyr. var. lacustris* Pen. — Lev.: Schlamm d. Obersees.

103. *D. pyr. var. nodosa* Leidy. — Lev.: Schlamm d. Obersees.

104. *D. pyr. var. venusta* Pen. — Sams.: Plankt. d. Pangodij.

*105. *D. rubescens* Pen. — N.-J., Moostümpel, VII.

*106. *D. saxicola* Pen. — K., Moostümpel, VI.

107. *D. scalpellum* Pen. — N.-J., Moostümpel, VIII. Lev.: Schlamm d. Obersees.

*108. *D. tuberculata* Wall. — N.-J., Moostümpel, VII. Die runden buckelförmigen Erhebungen der Schale waren von zarten, unscharf begrenzten Plättchen bedeckt; zwischen den Buckeln verliefen ein bis zwei Reihen rundlicher Körnchen.

109. *D. urceolata var. olla* Leidy. — Lev.: Schlamm d. Obersees.

110. *Pontigulasia incisa* Rhumbl. — Aud.: Plankt. d. Pühaj.

111. *Lecquerensia spiralis* Ehrbg. — N.-J., Moostümpel, VII. Sams.: Plankt. d. Pangodij. Lev.: Schlamm d. Obersees.

112. *Hyalosphenia punctata* Pen. — Sams.: Plankt d. Pangodij.

*113. *Nebela bursella* Vejd. — J.-J., Torfstich, IV.

*114. *N. collaris* Leidy. — J.-J., Torfstich, IV; T., Moos, IV.

*115. *N. flabellulum* Leidy. — J.-J., Torfstich, VI.

*116. *N. lageniformis* Pen. — K., Moostümpel, VI.

*117. *N. militaris* Pen. — J.-J., Sphagnum, IV.

*118. *Quadrula discoides* Pen. — K., Moos, Wiesentümpel, VI.

119. *Arcella angulosa* Perty. — T., Moos, IV; N.-J., Moostümpel, VII. Sams.: Plankt. d. Pangodij. Aud.: Plankt. d. Kirgj. u. Käärikj.

*120. *A. artocrea* Leidy. — N.-J., Teich, VII.

121. *A. dentata* Ehrbg. — Aud.: Plankt. d. Kirgj.

122. *A. discoides* Ehrbg. — Nõo, Torfstich, VI; N.-J., Plankt.

d. Rossonijõgi, VIII. Sams.: Plankt. d. Pangodij. Lev.: Plankt. d. Virtsj.

*123. *A. hemisphaerica* Perty. — T., Graben, VI.

124. *A. stellaris* Perty. — Riik.: Kasari-Mündung.

125. *A. vulgaris* Ehrbg. — J.-J., Torfstich, IV; T., Teich d. Bot. Gart., V; See v. Raadi, V; Graben, VI; K., Wiesentümpel, VI. Eichw.: Hapsal, Seewasser. Sams.: Plankt. d. Saadj. u. d. Pangodij. Lev.: Schlamm d. Obersees. Aud.: Plankt d. Pühaj., Kirgj. und Käärikj. Riik.: Plankt. d. Vagulaj. u. Tamulaj.

126. *A. vulgaris var. gibbosa* Aver. — J.-J., Torfstich, IV; K., Moostümpel, VI; N.-J., Moostümpel, VII; Uferschlamm d. Narova, VII; Plankt. d. Rossonijõgi, VIII. Sams.: Plankt. d. Pangodij. Aud.: Plankt. d. Pühaj. Riik.: Plankt. d. Tamulaj.

127. *Centropyxis aculeata* Ehrbg. — T., Graben, VI; Malzmühlenteich, VI; N.-J., Moostümpel, VII; Vaikne j., VII. Eichw. (*Arcella acul.*): Reval und Hapsal, steh. Wasser. Sams.: Plankt. d. Pangodij. Lev.: Schlamm d. Obersees, Plankt. d. Virtsjärv. Aud.: Plankt. d. Pühaj., Kirgj., Käärikj. u. Neitsij

*128. *C. ac. var. ecornis* Leidy. — T., Malzmühlenteich, VI; N.-J., Moostümpel, VII.

*129. *Pyxidicola cymbalum* Pen. — N.-J., Moostümpel, VIII.

*130. *Pseudodifflugia archeri* Pen. — N.-J., Vaikne j., litoral, VII.

*131. *P. fascicularis* Pen. — K., Moos, VI.

132. *Cyphoderia margaritacea* Ehrbg. — K., Plankt. d. Bucht v. Kihelkonna, 10—0 m, VI. Sams.: Plankt. d. Pangodij. Aud.: Plankt. d. Pühaj.

133. *C. marg. var. penardi* Skorik. — Sams.: Plankt. d. Pangodij.

134. *C. marg. var. penardi-trochus* Skorik. — Sams.: Plankt. d. Pangodij.

*135. *Euglypha alveolata* Duj. — T., Moos v. Bäumen, V; K., Moos, VI; Moortümpel, VI; Nõo, Torfstich, VI; N.-J, Moostümpel, VII.

*136. *Eu. ciliata* Ehrbg. — J.-J., Torfstich, IV; T., Moos, IV.

*137. *Eu. laevis* Perty. — J.-J., Torfstich, IV; T., Moos, IV; Malzmühlenteich, VI.

Eu. sp. — Riik.: Plankt. d. Vagulaj.

*138. *Assulina semilunum* Leidy. — J.-J., Torfstich, IV; K., Moos, VI.
*139. *Trinema complanatum* Pen. — K., Moos, VI.
*140. *Tr. enchelys* Leidy. — T., Moos, IV; Graben, VI; K., Moos, VI; N.-J., Moostümpel, VII.
*141. *Tr. lineare* Pen. — T., Graben, VI.
*142. *Corythion dubium* Taranek. — J.-J., Torfstich, IV.
143. *Microcometes paludosa* Cienk. — Aud.: Plankt. d. Pühaj.

B. Heliozoa.

144. *Actinophrys sol* Ehrbg. — T., Teich des Bot. Gartens, V; Malzmühlenteich, VI; K., Moostümpel, VI; N.-J., Uferschlamm d. Narova, VII. Eichw.? (*Trichodiscus sol*): Hapsal, Süsswasser.
145. *Actinosphaerium eichhorni* Ehrbg. — T., Malzmühlenteich, III; K., Moostümpel u. Sumpfgraben, VI; N.-J., Ufer der Narova bei Tõrva, VII; Plankt. d. Rossonijõgi, VIII. Sams.: Plankt. d. Pangodij.
*146. *Heterophrys fockei* Arch. — N.-J., Plankt. d. Rossonijõgi, VII.

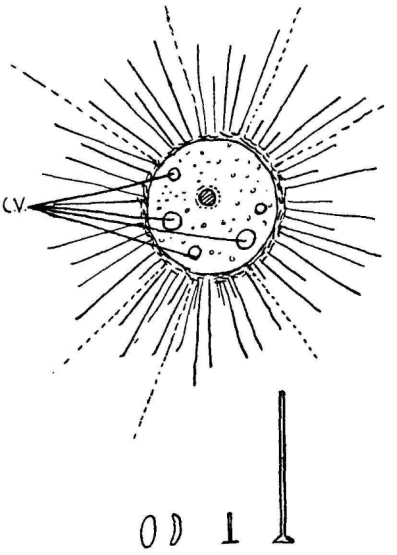


Abb. 3. *Acanthocystis sp.*

*147. *H. glabrescens* Pen. — N.-J., Plankt. d. Rossonijõgi, VII.
*148. *Raphidiophrys intermedia* Pen. — T., Wiesentümpel, VI.
*149. *Acanthocystis aculeata* Hertw. & Less. — Nõo, Moortümpel, VI.
*150 *A. myriospina* Pen. — T., Malzmühlenteich, VI.
*151. *A. pertyana* Arch. — T., Graben, VI.
152. *A. turfacea* Cart. — T., Eisenbahngraben, VI; K., Graben, VI. Lev.: Plankt. d. Virtsj.
*153. *Acanthocystis sp.* (Abb. 3) — N.-J., Moostümpel, VI. Durchmesser ohne Hülle 16 μ, lange Nadeln 15 μ, kurze Nadeln 4 μ lang. Eine Form, die in den Skelettelementen

an *Acanthocystis spinifera* Pen. erinnert, sich von dieser Art aber durch die bedeutend geringere Grösse und durch den Besitz von 4—5 kontr. Vakuolen unterscheidet.

*154. *Raphidocystis sp.* (Abb. 4.), N.-J., Plankt. d. Rossonijõgi, VIII. 19 μ Durchm. ohne Hülle, Röhren bis 49 μ lang. 3 Arten von Skelettelementen — 1) lange, am Ende erweiterte Röhren 2) kleine, becherförmige Gebilde 3) ovale Scheibchen.

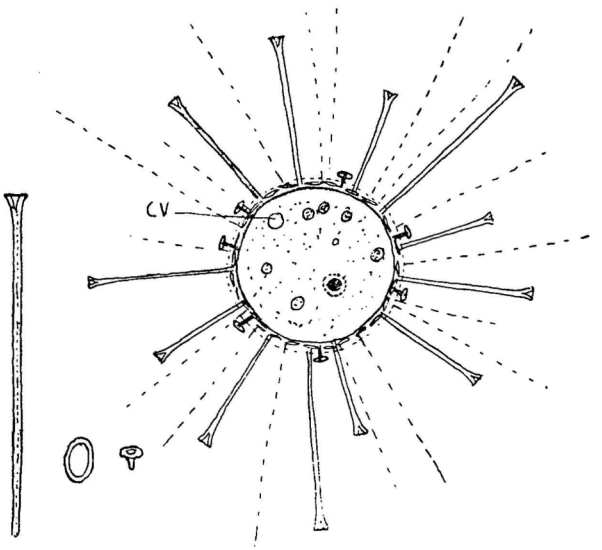


Abb. 4. *Raphidocystis sp.*

Unterscheidet sich von *R. tubifera* Pen. durch den Besitz der Becher, von *R. lemani* Pen. durch das Vorhandensein ovaler Scheibchen.

*155. *Clathrulina cienkowskii* Meresch. — K., Moos, VI.

*156. *Cl. elegans* Cienk. — N.-J., Moostümpel, VII.

*157. *Vampyrella lateritia* Fresn., — N.-J., Moostümpel, VII.

Ausserdem fand sich in den Arbeiten Eichwalds folgende nicht zu identifizierende Art: *Amoeba diffluens.*

Sarcodina	Meer		Brackwasser	Süsswasser								
				Flüsse		Seen	Teiche	Tümpel Gräben	Moos u. Moostümpel.	Torfmoore	Infusionen
	Pel.	Lit.		Pel.	Lit.	Lit.					
* Amoeba angulata		×					×				
* „ aquarum			×								
* „ dubia							×	×			
* „ fluida									×		
* „ guttula										×	
* „ limax			×						×		
* „ nitida					×	×					
* „ radiosa					×	×	×	×	×	×	
* „ spumosa					×						
* „ terricola					×		×		×		
* Pelomyxa fragilis							×				
* Cochliopodium actinophorum					×	×			×		
* „ bilimbosum					×				×		
* „ obscurum									×		
Difflugia acuminata							×		×		
„ amphora									×		
* „ arcula									×		
* „ bacillifera									×		
„ constricta						×	×		×		
„ elegans					×	×					
„ globulosa f. genuinea									×		
„ „ „ globularis									×		
* Difflugia hydrostatica									×		
„ limnetica				×					×		
„ lobostoma								×			
* „ pulex					×						
„ pyriformis		×			×		×	×	×		
* „ rubescens									×		
* „ saxicola									×		
„ scalpellum									×		
* „ tuberculata									×		
Lecquereusia spiralis									×		
* Nebela bursella										×	
* „ collaris									×	×	
* „ flabellulum										×	
* „ lageniformis									×		
* „ militaris										×	
* Quadrula discoides								×	×		
Arcella angulosa									×		
* „ artocrea							×				
„ discoides				×						×	

Sarcodina	Meer		Brackwasser	Süsswasser								
				Flüsse		Seen	Teiche	Tümpel Gräben	Moos u. Moostümpel	Torfmoore	Infusionen
	Pel.	Lit.		Pel.	Lit.	Lit.					
* Arcella hemisphaerica . . .								×			
„ vulgaris							×	×		×	
„ vulgaris var. gibbosa				×	×				×	×	
Centropyxis aculeata						×	×	×	×		
* „ ac. var. ecornis							×		×		
* Pyxidicola cymbalum									×		
* Pseudodifflugia archeri . . .					×						
* „ fascicularis .									×		
Cyphoderia margaritacea . .	×										
* Euglypha alveolata									×	×	
* „ ciliata							×		×	×	
* „ laevis									×	×	
* Assulina semilunum									×	×	
* Trinema complanatum . . .									×		
* „ enchelys								×	×		
* „ lineare								×			
* Corythion dubium										×	
Actinophrys sol					×		×		×		
Actinosphaerium eichhorni .					×		×	×	×		
* Heterophrys fockei				×							
* „ glabrescens . .				×							
* Raphidiophrys intermedia . .								×			
* Acanthocystis aculeata . . .										×	
* „ myriospina . .							×				
* „ pertyana . . .								×			
„ turfacea . . .								×			
* „ sp.									×		
* Raphidocystis sp.				×							
* Clathrulina cienkowskii . .									×		
* „ elegans									×		
* Vampyrella lateritia									×		

III. Infusoria.

A. Ciliata.

158. *Holophrya discolor* Ehrbg. — T., Malzmühlenteich, IV. Eichw.: Hapsal, Süss- u. Seewasser.

159. *H. multifiliis* Fouq. *sp.* — Schn. *(Ichthyophtirius multif.)*: Obersee auf Cypriniden.

*160. *H. ovum* Ehrbg. — T., Malzmühlenteich, V.

*161. *Urotricha farcta* Cl. & L. — T., Malzmühlenteich, IV; K., Moostümpel, VI; N.-J., Moostümpel, VII.

*162. *U. furcata* Schew. — T., Emajõgi litoral, VI.

*163. *U. globosa* Schew. — K., Moostümpel, VI; N.-J., Teich, VII; Vaikne j., VII.

Urotricha sp. — Eichw. (*Pantotricha volvox*): Reval, Seewasser.

164. *Enchelys farcimen* O. F. M. — T., Moos, IV; J.-J., Torfstich, IV. Eichw. (*Ench. nebulosa*): Obersee, Hapsal, Süsswasser.

Enchelys? Aud.: Plankt. d. Pühaj.

*165. *Spathidium lieberkühni* Bütsch. — T., See v. Raadi, IV; Moos, IV; Teich d. Bot. Gart., V; Plankt. d. Emajõgi, VI; N.-J., Narova litoral zwischen Algen.

*166 *Sp. spathula* O. F. M. — Infusion von Weidenzweigen, III; T., Graben, IV; Moos von Bäumen, V; N.-J., Moostümpel, VII.

167. *Trachelophyllum apiculatum* Perty. *sp.* — T., Graben, V; N.-J., Moos, VI. Eichw. (*Uroleptus lamella*): Hapsal, Süsswasser.

*168. *Lacrymaria coronata* Cl. & L. — K., Uferregion des Meeres zwischen Algen, VI; Bucht von Kihelkonna, VI; N.-J., brackiges Meerwasser litoral an Algen, VII.

169. *L. olor* O. F. M. *sp.* — T., Malzmühlenteich, III; Graben, IV; See von Raadi, IV; J.-J., Torfstich IV; T., Teich d. Bot. Gart., V; Graben, V; Eisenbahngraben, VI; Nõo, Torfstich, VI. Eichw. (*Trachelocerea olor & Tr. viridis*): Hapsal, Süsswasser.

*170. *Prorodon edentatus* Cl. & L. — K., Moostümpel, VI.

*171. *Pr. farctus* Cl. & L. — T., überschwemmte Wiese, VI; Malzmühlenteich, VI; K., Moos, VI; N.-J., Moostümpel, VII.

*172. *Pr. niveus* Ehrbg. — T., Moorgraben, VI; N.-J., Moostümpel, VII; Kurhausteich, VII; Narova litoral an faul. Algen, VII.

173. *Pr. teres* Ehrbg. — T., See von Raadi, VI. Eichw.: Reval, Teich; Hapsal, Süss- u. Seewasser.

Prorodon sp. — Aud.: Plankt. d. Pühaj.

*174. *Plagiopogon coleps* Ehrbg. *sp.* — T., See v. Raadi, IV; 1 Ex.

175. *Coleps hirtus* O. F. M. *sp.* — J.-J., Torfstich, IV; T., See von Raadi, V; Graben, VI; überschwemm. Wiese, VI; Nõo, Torfstich, VI; N.-J., Moostümpel, VII. Eichw. (*Col. hirtus, elongatus, viridis*): Reval, steh. Wasser, Teiche. Hapsal, Süsswasser. Schn.: Plankt. u. Uferregion d. Obersees,

Plankt. d. Virtsj. Aud.: Plankt. d. Pühaj. Riik.: Plankt. d. Tamulaj.

*176. *C. uncinatus* Cl. & L. — N.-J., Moostümpel, VII.

177. *Didinium balbianii* Bütsch. — Aud.: Plankt. d. Pühaj.

178. *D. nasutum* O. F. M. — Sams.: Plankt. d. Pangodij.

179. *Mesodinium acarus* St. — Aud.: Plankt. d. Pühaj.

180. *M. pulex* Cl. &. L. *sp.* — K., Moostümpel, VI; N.-J., Moostümpel, VII. Aud.: Plankt. d. Pühaj. u. Neitsij.

181. *Amphileptus carchesii* St. — N.-J., Kurhausteich, VII, bis 307 μ lang. Schn.: Obersee auf Schilf.

*182. *A. claparedei* St. — T., Malzmühlenteich, III; J.-J., Torfstich, IV; N.-J., Moostümpel, VII.

*183. *A. incurvatus* Duj. — Perjatse, Meer litoral, VII.

184. *Lionotus fasciola* Ehrbg. — T., Malzmühlenteich, III; Pfütze, IV; Moos, IV; Teich d. Bot. Gart., V; Graben, V; K., Meer litoral, VI. Eichw. (*Amphileptus fasc.*): Reval, Gräben, Teiche, Meer.

*185. *L. folium* Wrzesn. (=*L. anser* Ehrbg). — T., Emajõgi an *Potamogeton*, VI; N.-J., Moostümpel, VII.
Lionotus? — Aud.: Plankt. d. Pühaj.

186. *Loxophyllum meleagris* (O. F. M.) Duj. — J.-J., Torfstich, IV. Eichw. (*Amphileptus mel.*): Hapsal, Seewasser.

*187. *L. setigerum* Quenn. — K., Meer litoral zwischen Algen, VI.

*188. *Loxodes rostrum* O. F. M. *sp.* — N.-J., Moostümpel, VII; Narova, Uferschlamm, VII.

189. *Trachelius ovum* Ehrbg. — N.-J., Moostümpel, VIII. Eichw.: Reval, Teich. Schn.: Obersee auf Schilf.

190. *Dileptus anser* O. F. M. *sp.* — J.-J., Torfstich, IV; T., Teich des Bot. Gart., V; Eisenbahngraben, VI; Moos, VI; K., Wiesentümpel, VI; N.-J., Narova litoral, VII. Eichw. (*Amphileptus anser, A. margaritifer*): Gräben bei Reval. Aud. (*Dileptus gigas*): Pühaj. Uferregion.

191. *Nassula aurea* Ehrbg. — T., Eisenbahngraben, VI; See v. Raadi, VI; K., Moostümpel, VI; Nõo, Moortümpel, VI; N.-J., Moostümpel, VII. Eichw. (z. T. *Chilodon ornatus*): Reval, Teiche u. Seewasser; Hapsal, Seewasser.

192. *N. elegans* Ehrbg. — T., Malzmühlenteich, III; Graben, III. Eichw.: Reval, Teichwasser; Hapsal, Süss- u. Seewasser.

193. *N. ornata* Ehrbg. — Eichw.: Reval, Teichwasser; Hapsal, Süss- u. Seewasser.

*194. *N. rubens* Perty *sp.* — T., Eisenbahngraben, VI; K., Moostümpel, VI; N.-J., Moostümpel, VII; Narova litoral, VII.

195. *Chilodon cucullulus* O. F. M. — T., Malzmühlenteich, III; Moos, III; Graben, VI; J.-J., Torfstich, IV; Elva, Moostümpel, VI; Nõo, Torfstich, VI; K., Meeresufer an Algen, VI; Moortümpel, VI; N.-J., brackiges Meerwasser, an Algen, VII; Monplaisir, Meeresufer, VII. Eichw.: Reval, steh. Wasser; Hapsal, Süss- u. Seewasser. Schn.: Obersee, Ufertümpel.

*196. *Ch. gouraudi* Certes *sp.* — T., Moos, III.

*197. *Ch. uncinatus* Ehrbg. — Infusion v. Weidenzweigen, III; T., Malzmühlenteich, III; Moos, IV; Graben, V; See v. Raadi, V; Nõo, Torfstich, VI; Emajõgi litoral, VI; N.-J., Narova zwischen Algen, VII; Teich, VII; brackiges Meerwasser an Algen, VII; Monplaisir, Meeresufer, VII.

*198. *Dysteria fluviatilis* St. *sp.* — T., Malzmühlenteich, V.

199. *D. monostyla* Ehrbg. *sp.* — N.-J., brackiges Meerwasser litoral an Algen, VII. Eichw. (*Euplotes mon.*): Reval, Seewasser.

200. *Leucophrys patula* Ehrbg. — Eichw.: Reval, Teich und Meer; Hapsal, Seewasser.

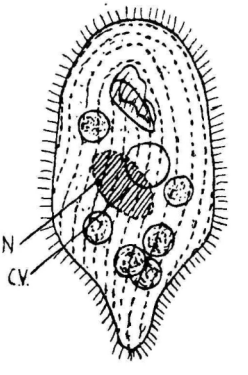


Abb. 5. *Glaucoma sp.*

*201. *Glaucoma colpidium* Schew. — T., Malzmühlenteich, III; Pfütze, IV; Moos, IV; Infusion, IV.

202. *Gl. pyriformis* Ehrbg. *sp.* — Infusion v. Weidenzweigen, III; T., Moos, III; Graben, IV, VI. Eichw. (*Trichoda pura, Leucophrys piriformis*): Hapsal, Süss- u. Seewasser.

203. *Gl. scintillans* Ehrbg. — Infusion v. Weidenzweigen, III; T., Pfütze, IV. Eichw.: Reval u. Hapsal, Seewasser.

*204. *Gl. sp.* (Abb. 5.) — N.-J., Graben, VII; Moostümpel, VII. 74 × 41 μ, 92 × 49 μ. Der Körper ist umgekehrt eiförmig, mit plötzlich zugespitztem, schwanzartigem Hinterende; er ist abgeplattet, so dass die Bauch- und Rückenfläche etwa $1^1/_2$ mal so breit sind als die Seitenflächen. Die Cilien sind relativ lang und nicht sehr dicht gestellt. Die Wimperlinien verlaufen etwas schraubig. Die Mundöffnung liegt im vorderen Drittel des Körpers, ist gross, schräg orientiert. An

ihrer linken Seite befindet sich eine grosse trapezförmige undulierende Membran, die vorne breiter ist als hinten und die Mundöffnung vollständig verdeckt. Eine schmälere undulierende Membran am rechten Mundrande ist von der grösseren bedeckt. Der Makronukleus ist oval bis nierenförmig und liegt etwa in der Mitte des Körpers. In seiner Nähe befindet sich dorsal eine kontraktile Vakuole.

Der Körper ist elastisch und formbeständig, leicht gelblich gefärbt. Die Bewegung ist schnell und sehr charakteristisch: die Tiere drehen sich beim Schwimmen beständig um ihre Längsachse und pendeln dabei fortwährend, so dass der hintere Teil des Körpers eine gerade Linie beschreibt, während der vordere Teil sich in einer Schraubenlinie bewegt.

205. *Colpidium colpoda* Ehrbg. — T., See v. Raadi, IV. Eichw. (*Paramaecium colp., Colpodaren*): Hapsal, Süss- u. Seewasser.

206. *Colpoda cucullulus* O. F. M. — T., Malzmühlenteich, III; Moos, IV, V; Graben, VI; Eisenbahngraben, VI; K., Meer litoral an *Fucus*. Eichw.: Reval, schmutz. Teiche; künstl. Aufguss; Hapsal, Süss- u. Seewasser.

207. *Frontonia leucas* Ehrbg. — T., Malzmühlenteich, III; Teich des Bot. Gart., V; Graben, VI; N.-J., Moostümpel, VII. Eichw. (*Bursaria vernalis*): Reval, Teiche, Seewasser; Hapsal, Süss- u. Seewasser.

*208. *Ophryoglena flavicans* Ehrbg. — T., Moorgraben, VI.

209. *Cinetochilum margaritaceum* Ehrbg. *sp.* — K., Moostümpel, VI; Nõo, Moortümpel, VI; N.-J., Narovaufer an Algen, VII; Graben, VII; Perjatse, Meeresufer an Algen, VII. Eichw. (*Cyclidium marg.*): Hapsal, Seewasser.

210. *Paramaecium aurelia* O. F. M. — T., Malzmühlenteich, III. Eichw.: Reval, Aufgüsse, faul. Seewasser; Hapsal, Seewasser.

211. *P. bursaria* Ehrbg. *sp.* — T., Malzmühlenteich, III; Teich des Bot. Gart., V; Graben, VI; J.-J., Torfstich, IV; K., Graben, VI; N.-J., Moostümpel, VII; Ufer der Narova bei Tõrva an Algen, VII. Eichw. (*Loxodes bursaria*): Hapsal, Süss- u. Seewasser. Schn.: Obersee, Ufertümpel. Aud.: Pühaj., Kolga-Bucht; Neitsij. pelagisch.

212. *P. caudatum* Ehrbg. — T., Malzmühlenteich, III; Teich des Bot. Gartens, V; Graben, VI; See v. Raadi, VI; N.-J., Moostümpel, VII. Eichw.: Reval, steh. Wasser; Hapsal, Seewasser.

Paramaecium sp. — Schn.: Plankt. d. Virtsj.

213. *Urocentrum turbo* O. F. M. *sp.* — T., Teich d. Bot. Gart., V; Plankt. d. Emajõgi, 10—0 m., VI; N.-J., Moostümpel, VII. Eichw.: Hapsal, Süsswasser.

*214. *Lembadion bullinum* O. F. M. *sp.* — N.-J., Narova litoral an Algen, 49 × 32 μ.

*215. *L. bull. var. levanderi nov. var.* (Abb. 6.) J.-J., Torfstich an *Lemna*-Wurzeln, IV, 133 × 80 μ, 146 × 91 μ, 148 × 87 μ.

Ich halte die Form, die ich in recht zahlreichen (ca 15—20) Exempl. beobachten konnte, für eine Varietät von *Lembadion bullinum* O. F. M., da sie sich sowohl in der Körpergestalt, als auch in der Grösse, sowie anscheinend auch im abweichenden biologischen Verhalten von der Beschreibung bei Schewiakow (*Infusoria Aspirotricha* . . . etc., pag 351—354), welches die ausführlichste unter den mir zur Verfügung stehenden war, unterscheidet.

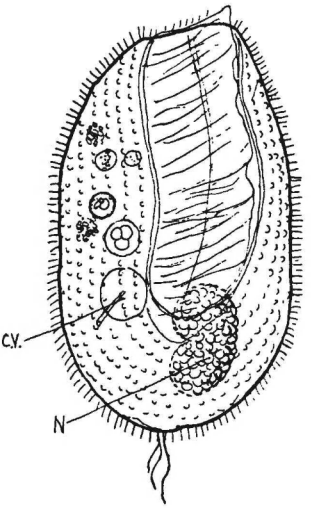


Abb. 6. *Lembadion bullinum var. levanderi.*

Das Vorderende ist schräg abgestutzt; die Seitenränder nicht wie bei der Hauptform in ihrer ganzen Länge gerundet, sondern in der Körpermitte eine Strecke lang einander parallel. Das Hinterende ist bei allen Exempl. meiner Form breit halbkreisförmig abgerundet, während es bei *Lembad. bull.* nach d. Beschreibung und Zeichnung bei Schewiakow und den übrigen mir zugänglichen Autoren zugespitzt ist.

Ferner soll nach Schewiakow *Lemb. bull.* nie in grösserer Anzahl vorkommen, während meine Form zeitweise so reichlich zu finden war, dass ich an einer *Lemna*-Wurzel 5—6 Exempl. gleichzeitig sah. Ausserdem kommt nach Schewiakow. *Lemb bull.* nur in sehr reinem, frischem Wasser vor, während meine Form das Maximum ihrer Entwicklung etwa am 4—5 Tage nach Unterbringung der Probe in einem recht kleinen Glasgefäss erreichte. Auch fand ich meine Form viel weniger empfindlich gegen schädigende äussere Einflusse, als Schewiakow *Lemb. bull.* schildert; so konnte ich sie durch das Deckglas festlegen und zeichnen, wobei

sie lange Zeit am Leben blieb. Da alle Exempl., die ich beobachtete von gleicher Körperform und annähernd gleicher Grösse waren, und ich keine Übergänge zu *Lembad. bull.* O. F. M. finden konnte, glaube ich zur Aufstellung dieser neuen Var. berechtigt zu sein.

Prof. K. M. Levander — Helsingfors schrieb mir, bezugnehmend auf meine Zeichnung und Diagnose: „Es scheint mir richtig, die fragliche Form als eine neue Var. von *Lembadion bullinum* aufzufassen."

216. *Pleuronema chrysalis* O. F. M. — T., Malzmühlenteich, III; Teich d. Bot. Gart., V; K., Meeresufer an Algen, VI; in der Bucht v. Kihelkonna an Algen, VI, fand ich anscheinend diejenige Form v. *Pleuronema chrysalis*, die Möbius in seiner Arbeit „Bruchstücke einer Infusorienfauna der Kieler Bucht" 1888 als *Pleuronema marinum* beschreibt. Die Form, die ich beobachtete, war etwas grösser als *Pl. chrysalis:* 117 × 66 μ, 97 × 51 μ. Sie zeichnete sich durch längere Wimpern am Hinterende aus, die an der Bewegung der übrigen Körperbewimperung beim Schwimmen nicht teilnahmen, sondern sich dabei passiv mit den Enden zusammenneigten und wie ein biegsames Schwänzchen nachgezogen wurden. Diese Wimpern waren schon bei schwächeren Vergrösserungen und schnellem Schwimmen gut zu erkennen, während die Körperwimpern dabei unsichtbar blieben. Eichw. *(Paramaecium chr.):* Reval, Hapsal, Seewasser.

217. *Cyclidium glaucoma* O. F. M. — T., Malzmühlenteich, III; Moos, IV; Graben, IV, V; Infusion, V; Wiesentümpel, VI; Teich d. Bot. Gart., VI; K., Moostümpel, VI; N.-J., Teich, VII; Vaikne j., VII; Moostümpel, VII; Perjatse, Meeresufer an Algen, VII. Eichw.: Hapsal, fliess. Graben.

218. *Opalina ranarum* Ehrbg. — Schn.: Obersee in *Rana temporaria.*

*219. *Blepharisma lateritium* Ehrbg. — T., Pfütze, IV; Moos, IV; See v. Raadi, IV; Malzmühlenteich, VI; Elva, Verevij. litoral, VI; N.-J., Moostümpel, VII.

*220. *Phacodinium sp.* (Abb. 7) T., Moos v. ein. Baum, V, VIII. 78 × 57 μ, 84 × 62 μ, 86 × 58 μ.

Die Form, die ich in zahlreichen Exemplaren beobachtet habe, stimmt mit der Diagnose von *Phacodinium muscorum* Prow. von Penard in seinen „Études sur les Infusoires d'eau douce" Genève 1922 in den meisten Punkten gut überein. Nur in zwei Details

konnte ich eine Abweichung bemerken, 1) Penard schildert die Wimpern als „longs et très fins", während meine Form lange, aber auffallend kräftige Wimpern aufweist, die auch an Glycerinpräparaten und Mikrophotographien derselben noch gut zu erkennen sind. 2) Penard gibt an, dass die tiefen Längsrillen, in denen die Wimpern stehen, sich nur auf der rechten Seite des Körpers befinden, während ich es auch mikrophotographisch nachweisen konnte, dass beide Körperseiten gleichmässig gefurcht sind. Ob diese beiden nicht unwesentlichen Verschiedenheiten sich aus Abweichungen in der Beobachtung erklären lassen, oder ob es sich tatsächlich um 2 verschiedene Arten handelt, ist natürlich nachträglich schwer zu entscheiden.

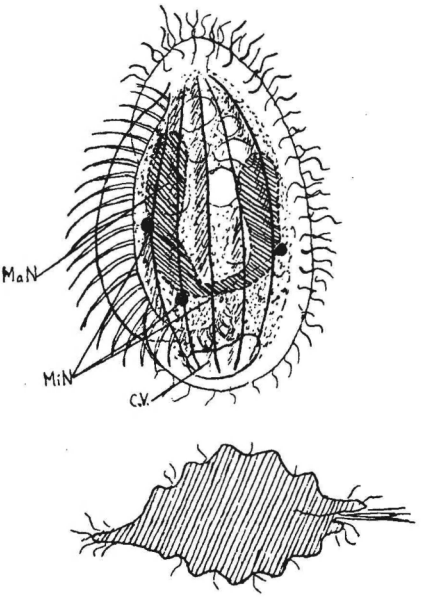


Abb. 7. *Phacodinium sp.*

*221. *Metopus contortus* Lev. — N.-J., Moostümpel, VIII, mit *Caenomorpha medusula.*

*222. *M. sigmoides* Cl & L. T., Moos, IV.

223. *Spirostomum ambiguum* Ehrbg. — Eichw.: Hapsal, Seewasser.

224. *Sp. teres* Cl. & L. — T., Malzmühlenteich, III; Graben, IV; Teich d. Bot. Gart., V; See v. Raadi, VI; K., Moostümpel, VI. Schn.: Obersee auf *Cladophora.*

*225. *Condylostoma patens* O. F. M. — K., Meer litoral an Algen, VI.

226. *Bursaria truncatella* O. F. M. — T., See v. Raadi, VI. Eichw.: Hapsal, Seewasser.

*227. *Thylacidium truncatum* Schew. — K., Moortümpel, VI.

*228. *Bursaridium schewiakoffi* Lauterb. — J.-J., Torfstich, IV; T., Moos, V.

*229. *Climacostomum patulum* St. — K., Moostümpel, VI; Meeresufer an Algen, VI; Bucht v. Kihelkonna im Uferschlamm, VI.

*230. *Cl. virens* St. — T., Moorgraben, VI.

231. *Stentor coeruleus* Ehrbg. — T., Malzmühlenteich, III; K., Moostümpel, VI; N.-J., Moostümpel, VII. Eichw.: Hapsal, Süsswasser.

*232. *St. niger* Ehrbg. — K., Wiesentümpel, VI; N.-J., Narova litoral an Algen, VII.

233. *St. polymorphus* Ehrbg. — T., See v. Raadi, IV; Teich d. Bot. Gart., V; Graben, VI. Schn.: Obersee, Ufer.

234. *St. roeselii* Ehrbg. — T., See v. Raadi, V; Graben, VI; N.-J., Kurhausteich, VII; Narova litoral, VII [hier mehrere Ex., die nach Grösse, Gestalt und Form des Makronukleus zu *St. roes.* zu gehören schienen, aber nicht farblos, sondern sandfarben bis mittelbraun waren]. Eichw.: Reval, Teich; Hapsal, Süsswasser.

235. *Folliculina ampulla* (O. F. M.) — Schn.: Plankt. d. Kielkondschen Bucht. Riik.: Matsalu — Bucht.

*236. *Caenomorpha medusula* Perty. — N.-J., Moostümpel, VII.

*237. *Strombilidium gyrans* Stokes. — T., Malzmühlenteich, III; J.-J., Torfstich, IV; T., Moos, IV; Graben, V; Eisenbahngraben, VI; Elva, Verevij. litoral, VI; K., Tümpel, VI; Nõo, Torfstich, VI.

*238. *Strombidium turbo* Cl. & L. — T., Malzmühlenteich, V; Nõo, Torfstich, VI; K., Meeresufer an Algen, VI.

*239. *Str. viride* St. — J.-J., Torfstich, IV; T., Wiesentümpel, VI; N.-J., Moostümpel, VII.

240. *Halteria grandinella* (O. F. M.) — T., Moos, IV; Wiesentümpel, IV; Graben, VI; Malzmühlenteich, VI; K., Wiesentümpel, Moostümpel, Teich, VI; Nõo, Torfstich, VI; N.-J., Moostümpel, Vaikne j., VII. Eichw. *(Trichodina grand.)*: Reval, steh. Wasser, Gräben; Hapsal, Süsswasser.

241. *Trichodina volvox* Eichw. — Eichw.: Hapsal, Süsswasser.

242. *Tintinnidium fluviatile* St. — N.-J., Plankt. d. Narova, VIII. Sams.: Plankt. d. Pangodij. Lev.: Plankt. d. Obersees u. Virtsj. Aud.: Plankt. d. Pühaj.

243. *Tintinnus inquilinus* O. F. M. — Eichw.: Reval, Seewasser.

244. *Tintinnopsis beroidea* Entz. — Riik.: Plankt. d. Finn. Meerbusens.

245. *T. bottnica* Nordqv. — Schn.: Plankt. d. Kielk. Bucht. Riik.: Plankt. d. Finn. Meerbusens.

246. *T. brandti* Nordqv. — Schn.: Plankt. d. Mustelbucht.

247. *T. campanula* Ehrbg. — Schn.: Plankt. d. Kielk. und Mustelbucht. Riik.: Plankt. d. Finn. Meerb., 25—10 m.
248. *T. lacustris* Entz. — Lev.: Plankt. d. Obersees u. Virtsj. Riik.: Plankt. d. Vagula- u. Tamulaj.
249. *T. tubulosa* Lev. — *(f. major)* K., Meeresplankt., 10—0 m., VI; *(f. minor)* K., Meeresplankt., 10—0 m., VI. Schn.: Plankt. d. Kielk. Bucht. Riik.: Plankt. d. Finn. Meerb.
250. *T. ventricosa* Cl. & L. — Schn.: Plankt. d. Kielk. Bucht. Riik: Plankt. d. Finn. Meerb.
*251. *Stenosemella nucula* Laackm. — N.-J., brackiges Meerwasser, litoral an Algen, VII.
252. *Codonella lacustris* Entz. — Sams.: Plankt. d. Saadj. u. d. Pangodij. Aud.: Plankt. d. Pühaj.
*253. *Urostyla viridis* St. — N.-J., Graben, VII.
254. *U. weissii* St. — J.-J., Torfstich, IV; T., Wiesentümpel, VI; N.-J., Moostümpel, VII. Schn.: Obersee, Ufertümpel.
*255. *Stichotricha secunda* Perty. — T., Graben, IV; K., Wiesentümpel, VI; N.-J., Uferschlamm d. Narova, VII; Graben, VII.
*256. *St. socialis* Grub. — T., Graben, VI.
257. *Uroleptus gibba* Cl. & L. — Eichw. *(Oxytricha gibba)*: Reval, Gräben.
258. *U. piscis* Ehrbg. — Eichw. *(Oxytricha caudata)*: Hapsal, Seewasser.
*259. *U. rattulus* St. — T., Pfütze, IV; Teich des Bot. Gart., V; Eisenbahngraben, VI; K., Moostümpel, VI; N.-J., Moostümpel, VII.
*260. *Pleurotricha grandis* St. — T., Pfütze, IV.
261. *Pl. lanceolata* Ehrbg. — Eichw. *(Stylonychia lanc.)*: Hapsal, Seewasser.
*262. *Oxytricha ferruginea* St. — K., Moostümpel, VI.
*263. *O. parallela* Engelm. — Infusion v. Weidenzweigen, III; T., Malzmühlenteich, III; Pfütze, IV; Teich des Bot. Gart., V; K., Graben, VI.
264. *O. pelionella* O. F. M. — T., See v. Raadi, IV; Graben, V, VI; Nõo, Torfstich, VI; N.-J., Uferregion d. Narova, VII. Eichw.: steh. Wasser.
*265. *O. platystoma* Ehrbg. *sp.* — Infusion v. Weidenzweigen, IV.
*266. *Stylonychia histrio* O. F. M. — T., Wiesentümpel, V; N.-J., Narova litoral, VII; Vaikne j., VII.
267. *St. mytilus* O. F. M. — T., Malzmühlenteich, III; Teich d.

Bot. Gart., V; Graben, V; Eisenbahngraben, VI; K., Uferregion d. Meeres, VI; Moortümpel, VI; N.-J., Moostümpel, VII; Narova litoral an *Potamogeton*, VII. Eichw.: Reval, steh. Wasser; Hapsal, Süsswasser. Schn: Obersee, Uferregion.

268. *St. pustulata* O. F. M. — T., Pfütze IV; Malzmühlenteich, VI; N.-J., Teich, Moostümpel, Narovaufer an Pflanzen, VII. Eichw.: Reval, Seewasser; Hapsal, Süss- u. Seewasser.

269. *Balladina elongata* Roux. — Schn.: Obersee an Schilf u. Algen.

*270. *Psilotricha acuminata* St. — T., Pfütze, IV; Moos von Bäum., VIII.

271. *Euplotes charon* Ehrbg. — T., Malzmühlenteich, III; See v. Raadi, IV; Teich d. Bot. Gart., V; Eisenbahngraben, VI; J.-J., Torfstich, IV; K., Meeresufer an faulenden Algen, Wiesentümpel, Bucht v. Kihelk. im Uferschlamm, VI; N.-J., Teich, Meeresufer an Algen, Brackwasser, VII; Monplaisir, Meeresufer an Algen, VII; Plankt. d. Narova, VIII. Schn.: Obersee litoral.

272. *Eu. patella* Ehrbg. — J.-J., Torfstich IV; K., Moostümpel, VI; T., Malzmühlenteich im Uferschlamm, VI; N.-J., Moostümpel, VII. Schn.: Obersee litoral, Grabenmündungen.

273. *Diophrys appendiculatus* Duj. — Eichw. *(Stylonychia append.)*: Reval, Hapsal, Seewasser.

*274. *Uronychia transfuga* O. F. M. — K., Meeresufer an Algen, VI.

275. *Aspidisca costata* Duj. — Schn.: Obersee an Schilf.

276. *A. lynceus* Ehrbg. — T., Teich d. Bot. Gart., V; Graben, VI; N.-J., Moostümpel, VII. Eichw.: Hapsal, Süss- u. Seewasser.

277. *A. turrita* Cl. &. L. — Eichw. *(Euplotes aculeatus)*: Hapsal, Seewasser.

278. *Trichodina pediculus* Ehrbg. — Aud.: Plankt. d. Pühaj.

279. *Cyclochaeta domergui* Wallengr. — Schn.: Obersee auf *Leuciscus rutilus.*

*280. *Vorticella alba* From. — T., See v. Raadi, IV; N.-J., Moostümpel, VII.

281. *V. campanula* Ehrbg. — T., See v. Raadi, IV; Graben, V, VI; N.-J., Moostümpel, VII. Eichw.: Hapsal, Süsswasser. Schn.: Obersee auf Schilf.

282. *V. chlorostigma* Ehrbg. — Eichw.: Reval, steh. Wasser.

283. *V. citrina* Ehrbg. — T., Graben, V; N.-J., Narova an *Pota-*

mogeton, VII. Eichw.: Reval, steh. Wasser, Seewasser; Hapsal, Süsswasser.

284. *V. convallaria* Linn. — T., Malzmühlenteich, III; Graben, VI. Eichw.: Reval, steh. Wasser; Hapsal, Süss- u. Seewasser. Schn.: Obersee.

285. *V. hamata* Ehrbg. — Eichw.: Hapsal, Seewasser.

*286. *V. longifilum* Kent. — T., Moos, III.

*287. *V. microstoma* Ehrbg. — Infusion von Weidenzweigen, III; Pfütze, III; See v. Raadi, IV; J.-J., Torfstich, VI.

288. *V. monilata* Tatem. — T., Wiesentümpel, VI; Nõo, Moortümpel, VI; N.-J., Vaikne j. litoral, VII. Aud.: Plankt. d. Pühaj.

289. *V. nebulifera* Ehrbg. — T., Emajõgi an *Potamogeton*, VI; N.-J., Moostümpel, VII; Kurhausteich, VII; Vaikne j. litoral, VII. Eichw.: Reval, Seewasser.

290. *V. nut ans* O. F. M. — Aud.: Plankt. d. Pühaj.

291. *V. picta* Ehrbg. — Eichw.: Hapsal, Seewasser.

*292. *V. putrinum* O. F. M. — T., Infusion v. Weidenzweigen, III; Malzmühlenteich, III; Pfütze, III.

293. *V. rhabdostyloides* Kellic. — Lev.: Plankt. d. Obersees u. d. Virtsj.

V. sp. — Sams.: Plankt. d. Pangodij. Schn.: Obersee auf *Cyclops*. Aud.: Plankt. d. Käärikj. Riik.: Plankt. d. Tamula u. Vagulaj.

294. *Carchesium polypinum* Ehrbg. — J.-J., Torfstich, IV. Eichw.: Reval, Teich- u. Seewasser. Sams.: Plankt. d. Pangodij. Schn.: Obersee an Schilf.

295. *Zoothamnium sp.* — Schn.: Plankt. d. Kielk. Bucht.

296. *Epistylis anastatica* Linn. *sp.* — Eichw.: Reval, Teich- u. Seewasser; Hapsal, Seewasser.

297. *E. articulata* From. — N.-J., Narova an *Cyclops*, VII. Lev.: Obersee auf *Diaptomus*.

298. *E. digitalis* Ehrbg. — T., Malzmühlenteich auf *Cyclops*, III. Eichw.: Reval, Seewasser.

299. *E. flavicans* Ehrbg. — Eichw.: Reval, Seewasser.

300. *E. lacustris* Imh. — Lev.: Plankt. d. Obersees u. d. Virtsj.

301. *E. plicatilis* Ehrbg. — Aud.: Plankt. d. Pühaj.

*302. *E. umbellaria* Lachm. — N.-J., Moostümpel, VII.

*303. *E. umbilicata* Cl. & L. — N.-J., Narova litoral an *Potamogeton*, VII.

E. sp. — Sams.: Plankt. d. Pangodij. Schn.: Obersee auf *Cyclops*. Riik.: Plankt. des Tamula u. Vagulaj.

304. *Rhabdostyla ovum* Kent. — T., Moos von Bäum., VIII. Schn.: Obersee auf *Cyclops*.

305. *Opercularia lichtensteini* St. — Schn.: Obersee auf *Cyclops*.

306. *Ophrydium eichhorni* Ehrbg. — Schn.: Obersee litoral.

307. *O. versatile* O. F. M. — Eichw.: Obersee. Schn.: Plankt. des Virtsj.

308. *Cothurnia crystallina* Ehrbg. — T., Graben VI; Perjatse, Meeresufer an Fadenalgen, VII; N.-J., Plankt. d. Narova, VII. Eichw. (*Vaginicola cryst.*): Reval, Hapsal, Süss- u. Seewasser. Aud.: Plankt. d. Pühaj.

309. *C. havniensis* Ehrbg. — Eichw.: Reval, Hapsal, Seewasser.

310. *C. imberbis* Ehrbg. — Eichw.: Hapsal, Süsswasser.

311. *C. maritima* Ehrbg. — Eichw.: Reval, Hapsal, Süsswasser. Schn.: Plankt. d. Kielk. Bucht. Riik.: Plankt. d. Finn. Meerbusens.

*312. *C. nodosa* Cl. & L. — Perjatse, Meeresufer an Algen, VII; N.-J., Plankt. d. Narova, VIII.

313. *C. pupa* Eichw. — Eichw.: Reval, Seewasser, Teich.

*314. *C. spissa* From. — Plankt. d. Rossonijõgi, VIII.

315. *Cothurniopsis vaga* Schrk. — Schn.: Obersee auf Harpactidien.

316. *Vaginicola decumbens* Ehrbg. — Eichw.: Reval, steh. Wasser.

317. *V. pedunculata* Eichw. — Eichw.: Hapsal, Süsswasser.

318. *V. tincta* Ehrbg. — Eichw.: Reval, Süss- u. Seewasser; Hapsal, an *Conferva glomerata*.

319. *Lagenophrys ampulla* St. — Schn.: Obersee, auf *Cyclops pubera*.

B. Suctoria.

320. *Tokophrya cyclopum* Cl. & L. — Lev.: Obersee auf *Cyclops viridis*. Aud.: Ufer d. Pühaj., Poslowitsa-Bucht.

321. *T. quadripartita* Cl. & L. — Aud.: Plankt. d. Kirgj.

322. *Acineta grandis* Kent. — N.-J., brackiges Meerwasser litoral, VII; Ufer der Narova an *Potamogeton*, VII. Lev.: Plankt. d. Obersees.

*323. *A. papillifera* Keppen. — Monplaisir, Meer litoral an Algen, VIII.

324. *A. tuberosa* Ehrbg. — Eichw.: Reval, Seewasser.

*325. *A. sp.* (Abb. 8) — Perjatse, Meer litoral an Algen, VII; Gehäuse 29 × 27 μ, Länge des Tieres 27 μ, Stiel 57 μ l., 3 μ dick. Das Gehäuse ist abgerundet-dreieckig, stark zusammengedrückt, vorne an den Breitseiten mit je einem grossen lippenartigen Vorsprung versehn. Der Stiel ist zweimal länger als das Gehäuse. Das Tier füllt das Gehäuse fast vollständig aus; 2 seitliche Tentakelbündel bestehen aus wenigen und kurzen Tentakeln; der Kern ist oval; 1 kontraktile Vakuole befindet sich etwa in der Mitte des Körpers.

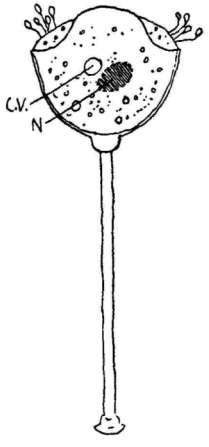


Abb. 8. *Acineta* sp.

326. *Dendrosoma radians* Ehrbg. — Schn.: Wasserleitung vom Obersee nach Reval.

*327. *Podophrya brevipoda* Sand. — T., Pfütze in Tamme, IV.

328. *P. fixa* O. F. M. — T., Graben, V. Aud.: Plankt. d. Pühaj.

*329. *P. libera* Perty. — T., See v. Raadi, IV; Graben, VI.

*330. *P. maupasi* Bütschli. — T., Graben, V.

*331. *P. sandi* Collin. — N.-J., Kurhausteich, VII.

332. *Sphaerophrya pusilla* Cl. &. L. — Schn.: Plankt. d. Virtsj.

*333. *Metacineta mystacina var. longipes* Mereschk. — Tartu, Plankt. d. Emajõgi, VI.

Ausserdem fanden sich in den Arbeiten Eichwalds folgende unbestimmbare Arten: *Trachelius anaticula, Leucophrys spathula, L. sanguinea (Uroleptus sp.), Paramaecium milium, Himanthophorus charon (Onychodromus grandis ?), Oxytricha plicata, O. cicada (Euplotes sp. ?), Euplotes striatus (Aspidisca sp. ?), Loxodes plicatus (Aspidisca sp. ?), Vorticella pygmaea.*

Infusoria	Meer		Brackwasser	Süsswasser							
				Flüsse		Seen	Teiche	Tümpel Gräben	Moos u. Moostümpel	Torfmoore	Infusionen
	Pel.	Lit.		Pel.	Lit.	Lit.					
Holophrya discolor							×				
* „ ovum							×				
* Urotricha farcta							×		×		
* „ furcata					×						

Infusoria	Meer		Brackwasser	Süsswasser								
				Flüsse		Seen Lit.	Teiche	Tümpel Gräben	Moos u. Moostümpel.	Torfmoore	Infusionen
	Pel.	Lit		Pel	Lit.						
* Urotricha globosa						×	×		×		
Enchelys farcimen									×	×	
* Spathidium lieberkühni				×	×		×		×		
* „ spathula								×	×		×
Trachelophyllum apiculatum								×	×		
* Lacrymaria coronata		×	×								
„ olor							×	×		×	
* Prorodon edentatus									×		
* „ farctus							×	×	×		
* „ niveus					×		×		×	×	
„ teres							×				
* Plagiopogon coleps							×				
Coleps hirtus							×	×	×	×	
* „ uncinatus									×		
Mesodinium pulex									×		
Amphileptus carchesii							×				
* „ claparedei							×		×	×	
* „ incurvatus		×									
Lionotus fasciola		×					×	×	×		
„ folium					×				×		
* Loxophyllum meleagris										×	
* „ setigerum		×									
* Loxodes rostrum					×				×		
Trachelius ovum									×		
Dileptus anser					×		×	×	×	×	
Nassula aurea							×	×	×	×	
„ elegans							×	×			
* „ rubens					×			×	×		
Chilodon cucullulus		×	×				×	×	×	×	
* „ gouraudi									×		
* „ uncinatus		×	×		×		×	×	×	×	×
* Dysteria fluviatilis							×				
„ monostyla			×								
* Glaucoma colpidium							×	×	×		×
„ pyriformis								×	×		×
„ scintillans								×			×
* „ sp.								×	×		
Colpidium colpoda							×				
Colpoda cucullulus		×					×	×	×		
Frontonia leucas							×	×	×		
* Ophryoglena flavicans										×	
Cinetochilum margaritaceum		×			×			×	×	×	

Infusoria	Meer		Brackwasser	Süsswasser.							
				Flüsse		Seen	Teiche	Tümpel Gräben	Moos u. Moostümpel	Torfmoore	Infusionen
	Pel.	Ltt.		Pel.	Lit.	Lit.					
Paramaecium aurelia							×				
„ bursaria					×		×	×	×	×	
„ caudatum							×	×	×		
Urocentrum turbo				×			×		×		
* Lembadion bullinum					×						
* „ var. levanderi nov. var.										×	
Pleuronema chrysalis		×					×				
Cyclidium glaucoma		×				×	×	×	×	×	×
* Blepharisma lateritium						×	×	×	×		
* Phacodinium sp.									×		
* Metopus contortus									×		
* „ sigmoides									×		
Spirostomum teres							×	×	×		
* Condylostoma patens		×									
Bursaria truncatella							×				
* Thylacidium truncatum										×	
* Bursaridium schewiakoffi									×	×	
" Climacostomum patulum		×							×		
* „ virens										×	
Stentor coeruleus							×		×		
* „ niger					×			×			
„ polymorphus							×	×			
„ roeselii					×		×	×			
* Caenomorpha medusula									×		
* Strombilidium gyrans						×	×	×	×	×	
* Strombidium turbo		×					×			×	
* „ viride								×	×	×	
Halteria grandinella						×	×	×	×	×	
Tintinnidium fluviatile				×							
Tintinnopsis tubulosa	×										
* Stenosemella nucula			×								
* Urostyla viridis								×			
„ weissei								×	×	×	
* Stichotricha secunda					×			×			
* „ socialis								×			
* Uroleptus rattulus							×	×	×		
* Pleurotricha grandis								×			
* Oxytricha ferruginea									×		
* „ parallela							×	×			×
„ pelionella					×		×	×		×	
* „ platystoma											×

Infusoria	Meer		Brackwasser	Süsswasser.								
				Flüsse		Seen Lit.	Teiche	Tümpel Gräben	Moos u. Moostümpel.	Torfmoore	Infusionen
	Pel.	Lit.		Pel	Lit.						
* Stylonychia histrio					×	×		×			
„ mytilus		×			×		×	×	×	×	
„ pustulata					×		×	×	×		
* Psilotricha acuminata								×	×		
Euplotes charon		×	×	×			×	×		×	
„ patella							×		×	×	
* Uronychia transfuga		×									
Aspidisca lynceus							×	×		×	
* Vorticella alba							×		×		
„ campanula							×	×	×		
„ citrina					×			×			
„ convallaria							×	×			
* „ longifilum									×		
* „ microstoma							×	×		×	×
„ monilata						×		×		×	
„ nebulifera					×	×	×		×		
* „ putrinum							×	×			×
Carchesium polypinum										×	
Epistylis articulata					×						
„ digitalis							×				
* „ umbellaria									×		
* „ umbilicata					×						
Rhabdostyla ovum									×		
Cothurnia crystallina		×		×				×			
* „ nodosa		×		×							
* „ spissa				×							
Acineta grandis			×		×						
* „ papillifera		×									
* „ sp.		×									
* Podophrya brevipoda								×			
„ fixa								×			
* „ libera							×	×			
* „ maupasi								×			
* „ sandi							×				
* Metacineta mystacina var. longipes				×							

Literatur zur Protozoenfauna von Eesti:

Audova, A., ja Bekker, H., Andmed Pühajärve uurimisest IV 1918—III 1919. Tartu, 1926.

Eichwald, E., Zweiter Nachtrag zur Infusorienkunde Russlands. Bull. de la Soc. Imp. des Naturalistes de Moscou. T. XXII. Moscou, 1849.

Eichwald, E., Dritter Nachtrag zur Infusorienkunde Russlands. Ibid. T. XXV. 1852.

v. z. Mühlen, M., Die Raugeschen Seen. Проток. О-ва Естествоиспыт. при. Имп. Юръевск. У-тѣ. T. XIV, 2. Юръевъ, 1906.

—, Schneider, G., Der See Wirzjärv in Livland. Dorpat, 1920.

Riikoja, H., Andmed Tamula ja Vagula järve suvisest zooplanktonist. Tartu Üliikooli juures oleva Loodusuurijate Seltsi aruanded. 1924, 3—4 vihk.

—, Plankton-Tabelle für den August 1924 für den Finnischen Meerbusen. Tartu Ülik. Eesti veekogude uurimise komisjoni väljaanne № 2. Tartu, 1925.

Самсоновъ, Н., (Samsonov, N.) Предварительный списокъ животныхъ организмовъ, собранныхъ въ Озерѣ Садьервъ, Лифл. губ. Проток. О-ва Естествоиспыт. при Имп. Юръевск. У-тѣ. T. XIV, 2. Юръевъ, 1906.

—, Къ свѣдѣніямъ о планктонѣ оз. Шпанкау. Ibid. T. XVII. Юръевъ, 1908.

Schneider, G., Der Obersee bei Reval. Arch. für Biontologie. Bd. II, H. I. Berlin, 1908.

—, Taube E. u. Stoll, F., Zur Kenntnis des Planktons der Kielkondschen Bucht auf Ösel. Arbeit. des Nat.-Ver. zu Riga. Neue Folge, H. 3. Riga, 1911.

Allgemeines Literaturverzeichnis.

Аверинцевъ С. В, (Awerinzew, S. W.) Rhizopoda прѣсныхъ водъ. Труды Имп. С.-Петерб. Общ. Естествоиспыт. Т. XXXVI, 2. С. Петербургъ, 1906.

Blochmann, Fr., Die mikroskopische Tierwelt des Süsswassers. Abt. I. Protozoa. Hamburg, 1895.

Bütschli, O., Bronn's Klassen und Ordnungen des Thier-Reiches. Bd. I. Protozoa. Leipzig u. Heidelberg, 1889.

Eyferth — Schoenichen, Einfachste Lebensformen des Tier — und Pflanzenreichs. Lief. 11, 12, 17/18. Berlin — Lichterfelde.

Jörgenson — Bergen, Tintinnidae. Grimpe und Wagler: Die Tierwelt der Nord- und Ostsee. Lief. VIII. Leipzig, 1927.

Kent, W. Saville, A Manual of the Infusoria. London, 1880—1881.

Leegard, Caroline, Microplankton from the finnish Waters during the Month of May 1920. Acta Societ. Scient. Fennicae. Helsingfors, 1920.

Leidy, J., Fresh-Water Rhizopods of North-America.. United States Geological Survey of the Territories. Vol. XII. Washington, 1879.

Levander, K. M., Beiträge zur Kenntnis einiger Ciliaten. Acta Soc. pro Fauna et Fl. fenn. Bd. IX. Helsingfors, 1894.

—, Materialien zur Kenntnis der Wasserfauna in der Umgebung von Helsingfors, mit besonderer Berücksichtigung der Meeresfauna. I, Protozoa. Helsingfors, 1894.

Pascher, A., Die Süsswasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Heft I & II, Flagellatae. Jena, 1913, 1914.

Penard, E., Etudes sur les Rhizopodes d'eau douce. Mémoires de la Soc. de Phys. et d'Histoire Naturelle de Genève. T. XXXI, 1890.

—, Etudes sur les Infusoires Tentaculifères. Ibid. V. 39, Fasc. 4. Genève, 1920.

Rousseau, E., et Schoutenden. H., Les Acinétiens d'eau douce. Annales de Biologie Lacustre. T. II. Bruxelles, 1907 — 1908.

Шевяковъ, В. Т., (Schewiakow, W. T.) Организація и систематика Infusoria Aspirotricha (Holotricha auctorum). С.-Петербургъ, 1896.

v. Stein, F., Der Organismus der Infusionsthiere.

I. Abt. Allgemeiner Theil und Naturgeschichte der hypotrichen Infusionsthiere. Leipzig, 1859.

II. Abt. 1) Darstellung der neuesten Forschungsergebnisse über Bau, Fortpflanzung und Entwicklung der Infusionsthiere. 2) Naturgeschichte der heterotrichen Infusorien. Leipzig, 1867.

III. Abt. 1) Naturgeschichte der Flagellaten oder Geisselinfusorien. Leipzig, 1878.

On the Domain of the Atom of Bismuth in its Crystal.

By Harald Perlitz[1]).

Introduction.

1. In the crystalline state atoms are kept in their systematically arranged positions by the action of inter-atomic forces. At low temperatures this action is predominant. With increase of temperature the thermal agitations of atoms begin to lessen the effect of these constraining forces, and at the temperature of fusion the action of inter-atomic forces is counteracted by the thermal agitation. The result is a destruction of the systematically arranged crystal lattice: in its place appears the chaotic distribution of atoms peculiar to the liquid state. We should expect that this change in the arrangement of the atoms would produce a change in the volume of the melting metal. Now generally "the arrangement of atoms in a crystalline structure may ... be pictured as that of an assemblage of spheres of appropriate diameters, each sphere being held in place by contact with it neighbours" [2]). Therefore we should expect that melting in general increases the volume. A decrease of volume could be expected only in cases where not all of the atomic spheres are in contact, unbridged gaps being left between some of them. At fusion these gaps would disappear as a result of the collapse of the crystal, and the volume of the liquid phase would consequently be reduced. On this assumption the decrease of volume of gallium at fusion could be accounted for [3]). As the volume of bismuth, too, decreases at fusion, we shall discuss a model for the atom of bismuth suggested by this effect.

---

1) Read at a meeting of the Scientists' Society at Tartu, March 29, 1928.

2) W. Lawrence Bragg, Phil. Mag. (6) **40**, 188 (1920).

3) F. M. Jaeger, P. Terpstra and H. G. K. Westenbrink, Proc. Roy. Acad. Amsterdam. **29**, 1214—1215 (1926).

The two inter-atomic distances of bismuth in their relation to the decrease of volume at fusion.

2. In the crystalline state every atom of bismuth has six immediate neighbours, which form two triples. The distances from the central atom to the atoms of the same triple are equal. But the atoms of one triple lie a little nearer to the central atom than the atoms of the other triple. The atom of bismuth has therefore two inter-atomic distances: a shorter one, s, and a longer one, l. If we represent the atoms of bismuth as spheres with diameters equal to the longer inter-atomic distance, l, then the central atom will be in contact with every atom of the farther triple and will intersect with every atom of the nearer triple. There will be no unbridged gaps between these seven or any other atoms. Consequently no decrease in volume can occur. If, the on contrary, we represent the atoms of bismuth as spheres with diameters equal to the shorter interatomic distance, s, then the central atom will be in contact with every atom of the nearer triple and unbridged gaps will be left between it and every atom of the farther triple. Consequently, by closing these unbridged gaps a decrease in volume would be possible.

3. To calculate the decrease of volume effected by the closing of these gaps, figure 1 is drawn. It represents the plane containing the trigonal axis $\Delta\text{---}\Delta$ and the edge $\overline{AB} = a$ of the unit rhombohedron. The three dotted circles **C**, **N** and **F** represent respectively the central atom, one of the nearer and one of the farther triple. After melting, the interatomic forces are unable to hold the atoms in their fixed positions: the atoms gain their free mobility. Therefore it shall be supposed that during the process of melting, the atom **C** will buoy up along $\overline{CD}$, until its center has come to lie on the very edge of the unit rhombohedron. Meanwhile the atom **F** has moved along the edge $\overline{AB}$ until it has gained contact with the atom **C**. The result of these displacements is a shortening of the edge of the unit rhombohedron by the closing of the unbridged gap $\overline{EF}$. The length of the edge after melting is therefore equal to twice the atomic diameter d, and the decrease of volume is

$$\frac{V_s - V_l}{V_s} = 1 - \left(\frac{2d}{a}\right)^3,$$

where V_s means the volume of the unit rhombohedron in the solid state, V_l in the liquid state. Substituting $a = 6.56$Å and $d = s = 3.11$Å [4]), the decrease of volume at fusion is found to be 14.6%. The experimentally recorded value is only 3.32% [5]), i. e. about one fourth of the value found on the assumption that the atom of bismuth is a sphere with diameter equal to the shorter interatomic distance.

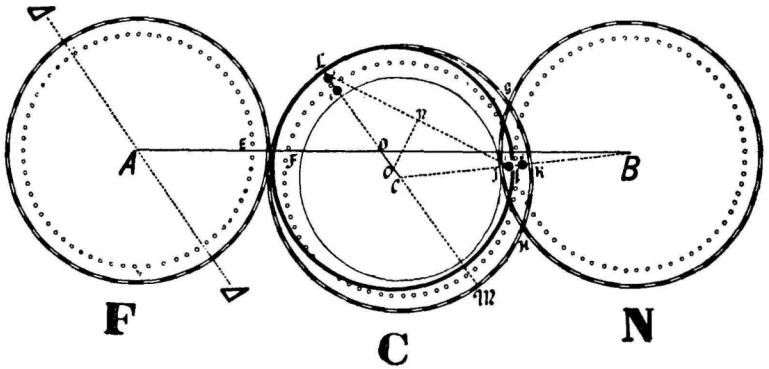


Figure 1. To show the intersections of the 3 spherical atoms F, C and N with a plane which contains the trigonal axis $\Delta - - - \Delta$ and the edge $\overline{AB}$ of the unit rhombohedron.

The diameter of the atom of bismuth.

4. It is evident from the two preceding paragraphs that the idea of spherical atoms with diameters equal to either of the two inter-atomic distances cannot account for the decrease of volume of bismuth at fusion. But the formula arrived at in the last paragraph can be used to calculate the diameter of a spherical atom of bismuth, which would lead to the observed value for the decrease of volume at fusion. It is found to be 3.24Å, resp. 3.25Å, by adopting 6.56Å [6]), resp. 6.57Å [7]), for the length of the edge of the unit rhombohedron. The question now arises, whether the idea of a sphere of this diameter has any physical significance, or whether it is a purely geometrical construction?

4) R. W. James, Phil. Mag. (6) **40**, 195—196 (1921).
5) Hikozô Endo, Sc. Rep. Tôhoku Imp. Univ. **13**, 208 (1924).
6) R. W. James, Phil. Mag. (6) **40**, 195 (1921).
7) O. Hassel & H. Mark, ZS. f. Phys. **23**, 273 (1924).

Diameters of Bi^{---} and Bi^{+}.

5. To discuss the question raised in the preceding paragraph, we return to the representation of atoms of bismuth by spheres with diameters equal to the greater inter-atomic distance. The central atom now intersects with every atom of the nearer triple. It is inferred from these intersections that the central atom C is connected to its three nearest neighbours by means of common electrons. The electrons held in common are evidently located in the regions of intersections. That region which is due to the intersection of atoms C and N is represented in figure 1 by the lentil-shaped area GJHK bounded by the intersecting arcs of the broken circles. There are three such regions of intersection which are arranged symmetrically about the trigonal axis. Into the atom C we construct a sphere concentric with its surface, taking as diameter the longer inter-atomic distance less the greatest thickness of the regions of intersection. In figure 1 it is indicated by the innermost and faint circle in the atom C. The spherical shell bounded by the two mentioned surfaces countains all the electrons which the atom C holds in common with the atoms of the nearest triple. This shell is therefore a stable and complete one, and ought to contain eight electrons.

6. The valency shell of an atom of bismuth contains only 5 electrons and to complete it to a stable configuration the atom has to gain 3 more electrons. For this purpose it links up with its nearest three neighbours, annexing one electron from each of them. Each of the nearest neighbours, too, has annexed three electrons to complete its outer shell. One of the atoms with which they have intersected for this purpose is the atom C. This atom has therefore contributed three electrons to the common regions of intersection and therefore each of the regions of intersection contains two electrons: one of them is an electron belonging to the atom C and the other an electron annexed from its nearest neighbour. Thus 6 electrons out of 8 occur in pairs, and it will be supposed that the two last ones also are associated into a pair. The threefold symmetry of the crystal of bismuth now suggests the following distribution of the four pairs of electrons: Each of the three pairs of electrons held in common should be placed along diameters crossing one of the common regions. For instance, the two electrons shared by the atoms C and N should be located

at places marked by the two small black disks 1 and 6 of figure 1. The remainig fourth pair of electrons which belongs to only one atom should be placed at the end L of the diameter $\overline{LM}$ into positions marked by the small black disks 4 and 5. The result is that the outer shell consists of two sub-shells: an outer and an inner one. The sphere bounded by the outer sub-shell represents the ion Bi^{---}; its diameter is equal to the longer inter-atomic distance. The sphere bounded by the inner sub-shell represents the ion Bi^{+}; its diameter is equal to the shorter inter-atomic distance.

A model for the atom of bismuth and its diameter.

7. The electrons of the outer and inner sub-spheres are located in the vertices of two regular and similarly placed tetra-

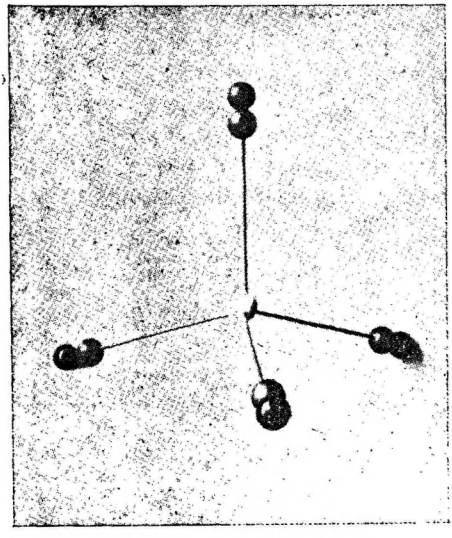


Figure 2. To illustrate the arrangement of the 4 pairs of electrons in the outer stable shell of the atom of Bi in its crystal. The 5 grey balls represent the 5 electrons belonging to the particular atom, whilst the 3 black balls represent the 3 electrons which it has annexed from its 3 nearest neighbours.

hedra inscribed into spheres of diameters equal to the longer resp. shorter inter-atomic distances. The first of them (in figure 2 the tetrahedron formed by the outer balls) represents the ion Bi^{---}; the second (the tetrahedron formed by the inner balls) the ion Bi^{+}. The neutral atom, therefore, is represented by the pyramid formed

by the five grey balls. This pyramidic form of the atoms causes the slight distortion of the crystal from the cubic form. The domain of the neutral atom, therefore, is a sphere circumscribed around this pyramid.

8. The diameter of the neutral atom can be calculated from figure 1, where it is represented by the heavy circular line. This contains the electrons 1 and 5, and therefore has to pass through the points I and L. But from considerations of symmetry its centre has to lie on the diameter $\overline{LM}$ and therefore is found by the intersection of $\overline{LM}$ with the perpendicular $\overline{NO}$ from the centre of $\overline{LI}$. $\overline{OL}$ therefore is a radius of the neutral atom, and it may be calculated from the triangle OLN. By linking this triangle up with the triangle DCB the following expression is obtained for the diameter: —

$$2.\ \overline{OL} = \frac{1}{2} \cdot \frac{l^2 + s^2 - l \cdot \frac{p^2 + s^2 - a^2/4}{p}}{l - \frac{1}{2} \cdot \frac{p^2 + s^2 - a^2/4}{p}},$$

p standing for $\overline{DC}$. By substituting a=6.56, l=3.47, p=0.307 and s=3.11 [8]), resp. a=6.57 [9]), l=3.50, p=0.344 and s=3.09 [10]), the diameter is found to be 3.24Å, the last figure being uncertain. This figure coincides with the value which was found for the diameter of the atom from the decrease of the volume at fusion in paragraph 3. The sphere there assumed for the atom of bismuth is therefore not merely a geometrical construction, but the domain of the neutral atom of bismuth in the crystal of that element. It considerably exceeds the domain of the isolated atom, the diameter of which is equal to 2.6Å according to an extrapolation of Maurice L. Huggins [11]).

The change of conductivity at fusion.

9. The 5 electrons in the valency shell of bismuth belong to two distinctive groups: 2 of them form a pair of electrons, whilst 3 are singles. The single electrons are those that have joined to form doublets with single electrons of other atoms in the

8) R. W. James, Phil. Mag. (6) **42**, 160—161 (1921).
9) O. Hassel & H. Mark, ZS. f. Phys. **23**, 273 (1924).
10) Calculated by the author from the data of O. Hassel & H. Mark.
11) Phys. Rev. (2) **28**, 1094 (1926)

process of crystallization. Only the three single electrons, therefore, are valency electrons, conforming to the trivalency of bismuth. These three doublets formed by valency electrons are shared by two atoms which are linked up by them. They should, therefore, be moored to fixed positions. On the other hand, the pair of electrons belongs only to one atom, it is therefore free to move. It is this pair that should be responsible for electric conductivity in the crystal of bismuth.

10. Now suppose the crystal to be melted. Then the bonds that tie the three valency electrons of one atom to those of others are severed. These electrons are no longer moored to fixed positions. They regain their mobility and may also be used as carriers of electric currents. Fusion therefore increases the number of carriers of the current in the ratio of 5:2. The conductivity should therefore through fusion rise 2.5 times. The latest value for the rate of change of specific conductivity at fusion is $1:0.486=2.06$ [12]). That gives 2.04 for the rate of change of atomic conductivity at fusion. The observed increase of conductivity is therefore below the computed one. But that is to be expected, since in computing the rate of change of conductivity at fusion, account was taken only of the liberation of bound-up valency electrons. No account was taken of the collapse of the space lattice, which leads to the replacement of the regular arrangement of atoms by a chaotic distribution of them, which certainly hampers the movement of electrons and thereby decreases the computed conductivity.

Summary.

11. The decrease of volume of bismuth at fusion suggests that the domains of atoms of bismuth cannot intersect (1 & 2). Nor are atoms with diameters equal to the shorter inter-atomic distance consistent with the observed value of this decrease (3). The observed figure for this decrease leads to a diameter which lies between the longer and shorter inter-atomic distances (4). From the distribution of the shared electrons it is inferred that the electrons of the outer completed shell occur in pairs; that the outer shell consists of two sub-shells; that the inner sub-shell has a diameter equal to the shorter inter-atomic distance and forms the boundary of Bi^+; that the outer sub-shell has a diameter equal

12) Yosiharu Matuyama, Sc. Rep. Tôhoku Univ. **16**, 451 (1927).

to the longer inter-atomic distance and forms the boundary of Bi^{---} (5 & 6). From the distribution of the electrons of the outer shell in vertices of two regular tetrahedra it is inferred that the outer electrons of the neutral atom of bismuth lie at the vertices of a pyramid and that the diameter of the circumscribed sphere is equal to the diameter of the atom of bismuth, which is suggested by the decrease of volume at fusion (7 & 8). Supposing that the electrons not shared are carriers of the electric current in the crystalline state, and assuming the liberation of the shared electrons on melting, the computed rise of conductivity at fusion is found to differ from the observed one by $^1/_5$ th (9 & 10).

Institute of Physics.
The University.
Tartu (Estonia).

Some Remarks on the Change of Volumes and Electric Resistances of Antimony and Arsenic at Fusion.

By Harald Perlitz.

Antimony.

1. In the preceding paper the author calculated the domain of the atom of bismuth in its crystal. Coincident results were obtained by using as bases of calculation the expansion during solidification and the crystal structure. Though the lattice of antimony is identical with that of bismuth, the former metal was not included in the treatment of the latter, because according to Max Töpler's observations [1]) antimony was assumed to contract during solidification, whilst bismuth undergoes expansion. Meanwhile Yosiharu Matuyama had published his results obtained from a recent and detailed re-examination of the behaviour of antimony during solidification [2]). He proves conclusively that antimony does not shrink during solidification, but expands. This discovery removes the sole objection to the method of calculating the diameter of the domain of the spherical atom of antimony in its crystal by means of the formulae given on pp. 114 and 118 of the above mentioned paper. Evaluating the first formula by substituing 0.95 per cent for the expansion [3]) and $a = 6.20$Å for the length of the edge of the unit rhombohedron [4]), the diameter is found to be 3.09Å.

2. From the second formula and R. W. James' and Norman Tunstall's, resp. A. Ogg's data [4]) for the crystal lattice of antimony 3.04Å resp. 3.06Å are obtained for the atomic diameter of this metal. The agreement between the values for the diameter of the atom resulting from these two methods, viz. computing it from the change of volume at fusion and proceeding from

1) Ann. d. Physik & Chem. **53**, 376 (1894).

2) Sc. Rep. Tôhoku Univ. **17**, 1—25 (1928).

3) Yosiharu Matuyama, Sc. Rep. Tôhoku Univ. **17**, 9 (1928).

4) R. W. James & Norman Tunstall, Phil. Mag. **40**, 234, 239 (1920). A. Ogg, Phil. Mag. **42**, 166 (1921).

the crystal structure, can be regarded as satisfactory. The atom of antimony may therefore be pictured, in analogy to that of bismuth, as a triangular pyramid having two valency electrons at its vertex and one at every corner of its base. As regards the increase of electric conductivity the same method can be used for antimony as has been found to render satisfactory results in the case of bismuth in paragraphs 9 and 10 of the above-mentioned paper. The assumption should, however, be made that 3 instead of 2 valency electrons are carriers of the current in the solid phase. This gives for the rate of change $5:3 = 1.67$, the observed value being $1:0.717 = 1.39$ [5]).

Arsenic.

3. The third element with a crystal lattice resembling those of bismuth and antimony is metallic arsenic. On the basis of A. J. Bradley's [6]) resp. Siegfried v. Olshausen's [7]) data for the crystal lattice of arsenic the formula on p. 118 yields 2.75Å for the diameter of the domain of the spherical arsenic atom. This result having been established, the contraction of arsenic at fusion is calculable from the formula on p. 114. The numerical value thus obtained is 5.18 resp. 5.05 per cent. Unfortunately no means of checking this figure are as yet available, because experiments on the change of volume of arsenic at fusion are lacking. But there may be adduced in favour of this point of view the failures of Porphyry Nicolaevitch Laschtschenko's experiments [8]) in which metallic arsenic, sealed in quartz-glass tubes, was allowed to cool from temperatures above 868C down to that of the calorimeter. No mishap occurred when cooling was begun at temperatures below 868C, say from 822C; with 868C the melting point of arsenic was passed, and the experiments had to be abandoned because the tubes burst when placed in the calorimeter. These facts justify the assumption of an expansion of arsenic during solidification.

4. The close similarity of the crystalline lattices of bismuth, antimony and arsenic suggests that the electric resistance of arsenic should increase at fusion [9]). An estimate of the rate of this

5) Yosiharu Matuyama, Sc. Rep. Tôhoku Univ. **16,** 453 (1927).
6) Phil. Mag. **47,** 669 (1924).
7) ZS. f. Kristallogr. **61,** 492—493 (1925).
8) Journ. Chem. Soc. **121,** 975 (1922).
9) Harald Perlitz, Phil. Mag. **2,** 1152 (1926); Acta et Comm. Univ. Tartuensis, (A) 3, No. 13, p. 12 (1927).

change may be formed on the basis of a suggestion of Edwin H. Hall „that the change of volume in fusion is very closely connected with the change of resistance“ [10]). This statement is illustrated by the following Table and Graph:

Table 1.

Element	$\frac{V_{liquid}}{V_{solid}}$ [12])	$\frac{R_{liquid}}{R_{solid}}$ [17])
Bi	0.967	0.486
Ga	0.969 [13])	0.577 [18])
Sb	0.991 [14])	0.717
Li	1.015	1.27 [19])
Na	1.025	1.53 [20])
K	1.025	1.60 [21])
Rb	1.025	1.61 [22])
Cs	1.025	1.66 [23])
Sn-γ (?) [11])	1.029 [15])	2.095
Pb	1.034	2.05
Tl-β	1.035	2.0 [24])
Hg	1.038 [16])	2.52
Cu	1.041	2.04 [25])
Ag	1.045	2.08
Cd	1.047	1.83
Au	1.052	2.28 [26])
Al	1.063	2.20
Zn	1.065	2.148

10) Proc. Amer. Acad. **50**, 100 (1914).

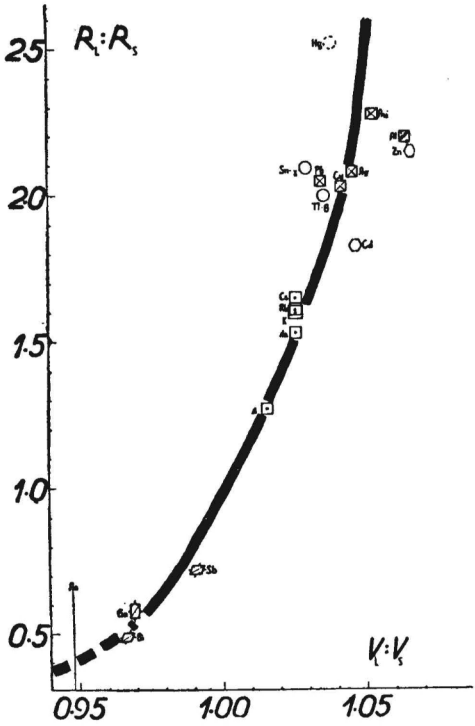
11) It must be pointed out that S. Nishikawa and G. Asahara [Phys. Rev. **15**, 38 (1920)] have observed no changes in the X-ray patterns at the alleged point of transformation: Sn-β → Sn-γ; further that according to A. Travers and Houot [C. R. **184**, 153—154 (1927)] this transformation occurs only in certain cases, depending on „l'histoire termique antérieure du métal après fusion.“ For these reasons the permissibility of the postfix γ may well be questioned.

12) The figures contained in this column, if not stated otherwise, are based on data for „mold shrinkage“ listed in the International Critical Tables of Numerical Data, **2**, 474 (1927).

13) Based on data of Theodore W. Richards and Sylvester Boyer as quoted in Physik. Ber. **4**, 783 (1923).

14) Based on the figure given by Yosiharu Matuyama, Sc. Rep. Tôhoku Univ. **17**, 9 (1928).

Continued at the bottom of the next page.



Graph to show the connection between the change of volume in fusion and the change of electric resistance. Ratios of specific resistances are plotted against ratios of volumes. Full circles indicate that the crystal lattice is unknown; the broken one that two different lattices are reported; all other marks are self-explanatory.

Continued from the bottom of the preceding page.

15) Based on data given by W. E. Goodrich, as quoted by C. J. Smith, Proc. Roy. Soc. London, A, **115**, 570 (1927).

16) Hikozô Endo, Sc. Rep. Tôhoku Univ. **13**, 218 (1924/25).

17) The figures in this column, if not stated otherwise, are due to Yosihara Matuyama, Sc. Rep. Tôhoku Univ. **16**, 453 (1927).

18) P. W. Bridgman, Proc. Amer. Acad. **56**, 111 (1921).

19) Based on Fig. 8 of Charles C. Bidwell, Phys. Rev. **23**, 370 (1924).

20) Based on Fig. 7 of Charles C. Bidwell, l. c., p. 368.

21) Based on Fig. 6 of Charles C. Bidwell, l. c., p. 367.

22) P. W. Bridgman, Proc. Amer. Acad. **60**, 399 (1925).

23) P. W. Bridgman, l. c., p. 407

24) G, Vicentini & D. Omodei, Atti Acad. di Torino **25**, 35 (1889/91); Nuovo Cim. **27**, 209 (1890).

25) Hidéo Tsutsumi, Sc. Rep. Tôhoku Univ. **7**, 101 (1918).

26) Edwin F. Northrup, Journ. Franklin Inst. **177**, 291 (1914)

The second column of the Table contains the ratios of the volumes occupied by the metals listed in the first column after and before melting; the third contains the ratios of specific resistances after and before melting. In the Graph the ratios of resistances are plotted against corresponding ratios of volumes. By a short extrapolation of the constructed curve, 0.4 is found for the rate of change of electric resistance of arsenic at fusion. A control of the resulting figure is again impossible, as no experimental determinations of the phenomenon in question have hitherto been made.

Summary: The diameter of the spherical domain of the atom of antimony is computed from the contraction of antimony during solidification and from its crystal lattice; the values arrived at are 3.09Å., resp. 3.04Å. or 3.06Å (1 and 2). From the crystal lattice of arsenic the diameter of the spherical domain of its atom is ascertained to be 2.75Å.. Using this figure it is found that liquid arsenic should contract during solidification by 5.1 per cent (3). From the calculated contraction it is estimated that at the melting point liquid arsenic has about 0.4 of the electric resistance of the solid phase (4).

Institute of Physics.
The University.
Tartu (Estonia).
September 1928.

Über Trockenrisse und Regenspuren im Monograptusschiefer von Hodkovicky (Böhmen), und über die Entstehung der Graptolithenschiefer überhaupt.

Von

A. Öpik.

Die Trockenrisse im Graptolithentschiefer bei Hodkovičky sind den böhmischen Geologen seit langem bekannt gewesen. In den geologischen Museen zu Praha werden prachtvolle Tafeln des schwarzen Schiefers mit Trockenrissen aufbewahrt.

Die Herrn Dr. J. Koliha und Dr. Kettner machten mich auf dieses Vorkommen aufmerksam. Es sei mir erlaubt, bei dieser Gelegenheit den böhmischen Geologen meinen herzlichen Dank für die freundliche Führung im Barrandien, im Frühjahr 1927, auszusprechen.

Dieses Vorkommen von Trockenspuren ist in der Literatur über die Entstehung der Graptolithenschiefer offenbar noch nicht berücksichtigt worden. Deshalb wird die folgende Beschreibung für die Lösung des Problems hoffentlich nicht ohne Nutzen bleiben.

Die Lokalität mit den Trockenrissen befindet sich beim Dorfe Hodkovičky, ca 6 km südlich von Praha, am rechten Moldauufer. Über die Lage, Tektonik, und das Alter der Ablagerungen gibt O. Kodym genaue Hinweise[1]). Nach seinen Angaben gehört der Schiefer in die Zone mit *Cyrtograptus Murchisoni*, was auch die von mir gesammelte Fauna nur bestätigen konnte. Ausser Graptolithen kommen hier noch Cephalopodenabdrücke vor. Barrande hat dieses Vorkommen als eine „Kolonie" bezeichnet.

Den Schiefer durchsetzen zwei Diabaslager. Die Schichten fallen gegen NNW. Der Diabas wird für Strassenschotter gebrochen, wobei in den Steinbrüchen auch der Schiefer aufgeschlossen liegt.

---

1) „Zpráva o geologickém mapování na pravém břehu vltavskem", Praha, 1921, mit franz. Resumé.

Durch den Diabaskontakt ist der Schiefer deutlich umgewandelt, ziemlich hart, kohlig und schmierig. Die Graptolithen sind nicht sehr gut erhalten. Die Trockenrisse sind im Steinbruch an der Landstrasse, gleich hinter der Eisenbahnbrücke zu finden. Die im Liegenden des abgebauten Diabases freigelegte Schieferfläche zeigt die Trockenrisse sehr deutlich (Abb. 1).

Die Trockenrisse findet man nicht in Berührung mit dem Diabas, sondern etwas tiefer. Zwischen dem Diabas und der Trockenfläche ist der Schiefer nicht zerklüftet, es hat also nicht die Hitze des Diabases den Schiefer ausgetrocknet, denn sonst müssten auch auf der Kontaktfläche Risse vorhanden sein.

Die Maschen der Trockenfläche sind ziemlich regelmässig, fast rektangulär ausgebildet. Die Ränder der Trockenrisse sind nicht aufgeworfen, wie es in der Regel zu erwarten wäre, sondern sie biegen sich nach unten, wie es auch auf der Abbildung 1 sichtbar ist. Diese Erscheinung ist wohl durch den Druck überlagernder Sedimente zu erklären; eine Überkippung der Schichten ist nicht vorhanden, denn auch die Spalten sind mit dem tauben Ende nach unten, zum Liegenden hin gerichtet.

Die Risse sind nicht vom hangenden Sediment ausgefüllt, wie es zu erwarten wäre. Statt der erwarteten Schiefersubstanz erblicken wir Kalkspat in diesen Spalten. Auf Bruchflächen senkrecht zur Schichtung ist zu sehen, dass diese zarten Kalzitadern durch den Gebirgsdruck stark, „ptygmatisch", gefaltet sind (Abb. 2). Den Vorgang können wir so darstellen: die Tatsache, dass die Risse gefaltet sind, zeigt, dass sie vor der Zusammenschrumpfung des Schlammes gebildet wurden. Nachdem die Trockenfläche erneut von einer Sedimentschicht verdekt wurde, begann die diagenetische Umwandlung des Schlammes. Erst füllten sich die Spalten mit Kalzit; nachher, mit der Zunahme des Gebirgsdruckes begann die Volumverminderung des Schiefers, welche die Kalzitadern nicht mitmachen konnten und deshalb gefaltet wurden. Die Ausfüllung der Risse geschah vor der Faltung und Verschieferung, denn klaffende Spalten können offenbar nicht nach der Faltung bestehn bleiben.

Aus der Faltung der Trockenrisse ist es möglich die Grösse der Volumverminderung des betreffenden Sediments bei seiner Umwandlung zu berechnen. Die Mächtigkeit, also auch das Volumen des Graptolithenschiefers oder des Schlammes hat sich in diesem Fall rund 2,5 mal vermindert. Es ist dies das Verhältnis der Länge einer ausgestreckten Ader zur gegenwärtigen Mächtigkeit des Sediments.

Neben den Trockenrissen treten die Diaklasen sehr deut-

lich im Schiefer hervor. Auch diese sind zum Teil mit Kalkspat ausgefüllt, doch immer sind sie ungefaltet. Folglich entstanden diese nach der Verfestigung und Verschieferung des Sediments. Die Diaklasen durchsetzen das Gestein in bestimmten Richtungen und schneiden die Trockenrisse.

Es ist schwer den richtigen Grund zu finden, weshalb die Risse nicht mit Schlamm, sondern mit Kalkspat sich ausfüllten. Folgende Möglichkeiten kommen in Betracht: 1. Der neue Schlamm drang in die Spalten; weil er aber wasserreicher war als das ausgetrocknete Substrat, welches nicht mehr das ganze verlorene Wasser aufnahm, so entsand nach erneutem Wasserverlust in den Rissen genügend Raum für die Auskristallisation des Kalkspates. 2. Das Meer überflutete die Trockenfläche; bevor das neue Sediment die Risse ausfüllte, wurden die Spalten durch die Wasseraufnahme und dadurch entstandene Ausdehnung des Schlammes geschlossen; die Risse heilten aber nicht, sie öffneten sich beim erneuten Wasserverlust, um den Kalkspat aufzunehmen. 3. Sehr unwahrscheinlich scheint die Annahme zu sein, dass der Kalkspat eine Pseudomorphose sein könnte, nach einem Salz, das sich in den Rissen nach der Austrocknung relikter Lagunen auskristallisierte. Wenigstens ist dieses am Kalkspat der vorliegenden Handstücke unnachweisbar. 4. Die Risse wurden durch Abbröckelung der Ränder verstopft.

Jede dieser Möglichkeiten kann die Ausfüllung der Spalten erklären. Es konnten auch mehrere Umstände in gleicher Richtung gewirkt haben, so dass die Trockenrisse im Graptolithenschlamm gegen die Ausfüllung mit neuen Absätzen geschützt wurden.

Die **Regenspuren** (Abb. 2, unten) findet man im Schiefer über dem Diabas in einer nur wenige cm mächtigen Schicht; es sind Schieferlagen, die jünger sind, als jene mit der Trockenfläche.

Die Regentropfenabgüsse sind ziemlich deutlich. Sie wölben sich allseitig begrenzt, so dass es hier sich vielleicht um echte fossile Regentropfen handelt. Diese Abgüsse sind nicht auf einer einzigen Schichtfläche verbreitet, sondern sie erfüllen dicht die betreffenden Schieferlagen. Es fehlte wahrscheinlich jegliche Wasserbedeckung, und die Regentropfen fielen in das weiche wasserdurchtränkte Sediment, drangen in dieses hinein und hinterliessen so eine Schicht allseitig begrenzter Abgüsse.

Zusammenfassung. Die als Trockenrisse beschriebenen Kalzitadern können als echte Trockenrisse betrachtet werden, denn:

1. Die Trockenfläche bildet im Schiefer ein bestimmtes Niveau, einem gleichzeitigen Auftauchen entsprechend;

2. Die Adern sind gefaltet. Sie bildeten sich vor der Verfestigung des Schlammes, zu einer Zeit, wo das Sediment 2,5 mal voluminöser war als jetzt;

3. Morphologisch sind die Risse den rezenten und fossilen ähnlich, die Richtung der Ränder ausgenommen.

Ein Bedenken gegen die Trockenriss-Erklärung erregt die Tatsache, dass die Risse von Kalkspat, nicht aber von dem Schlamm selbst erfüllt sind.

Die Beweise für eine Trockenfläche überwiegen die Gegengründe. Es handelt sich also am wahrscheinlichsten um echte klimatisch bedingte Trockenrisse. Eine andere mögliche Erklärung wäre: submarine Diabasergüsse trockneten den Schlamm aus; doch es gibt leider keinen submarinen Regen. Auch an Septarien kann gedacht werden.

Die Regenspuren stammen am wahrscheinlichsten von echten Regentropfen, weil:

1. Morphologisch nur solche in Betracht kommen können;

2. Das Vorhandensein von Trockenrissen im Liegenden die Regentropfenerklärung bestätigt und umgekehrt. Zur Zeit des zweiten Auftauchens hat keine Austrocknung sondern Regen stattgefunden,

Folglich:

A. Während der Ablagerung des *Cyrtograptus Murchisoni*-Schiefers spielten sich in dieser Gegend kurzzeitliche Trockenlegungen des Meeresbodens ab, wobei,

B. wenigstens der Trockenfläche und der Regentropfenschicht benachbarte Sedimente im seichten Wasser abgelagert wurden.

Uns beschäftigt die Frage, in welcher Hinsicht diese Erscheinungen beim Problem der Graptolithenschiefer Verwendung finden können.

Verschiedene namhafte Forscher, wie Tullberg, Marr, Walther, Ulrich, Ruedemann, Grabau u. a. haben diesen Gegenstand behandelt. Als Resultat kann angenommen werden, dass es sich nicht um Tiefsee-, sondern mehr oder weniger ausgesprochene Flachwasserablagerungen handelt, wobei Lagunenbildung, Deltaabsätze, Halistasensedimente u. s. w. genannt werden. Eine ältere, gut begründete Stellung in dieser Frage nimmt Ch. Lap-

worth[2]) ein. Es werden von ihm folgende wichtige Tatsachen hervorgehoben (S. 242):

„1. dass die Graptolithen im Wesentlichen beschränkt sind auf Sedimente, die einen betächtlichen Gehalt von kohligen Substanzen aufweisen, und 2. dass die Häufigkeit der Graptolithen in direktem Verhältnis, a. zu der vorhandenen Kohlensubstanz, b. zu der Feinkörnigkeit der damit verbundenen Sedimente stehen". Auf S. 244 lesen wir: „obwohl Graptolithen in allen Sedimenten gefunden werden, so treten sie doch normal in typischer Weise in solchen Gebieten auf, wo viel kohlige Massen abgelagert wurden".

Über die Lebensweise der Graptolithen kann aus der Art ihrer Einbettung geschlossen werden. Weil die Graptolithen „niemals senkrecht von einer Schicht zur anderen hindurchsetzen", sondern parallel der Schichtung eingebettet sind, sollen sie schwimmende Tiere gewesen sein und nicht dem sessilen Benthos angehört haben. Bekanntlich haben spätere Forschungen die Ansicht hervorgerufen, dass die Mehrzahl der Graptolithen planktonisch lebten.

Über den Sedimentationsraum der Schiefer äussert sich Lapworth in dem Sinne, „dass es submarine Zonen weicher kohlenhaltiger Sedimente gewesen sein sollten, die mehr oder weniger parallel mit den damaligen Küstenlinien verliefen; aber doch so weit entfernt von den Küsten abgelagert wurden, dass gröbere Kiesel, Sande und Gerölle nicht so weit hinaustransportiert wurden" (S. 245).

Die kohlige Substanz soll von Pflanzenresten herrühren, wobei „die Hauptquelle für die Pflanzensubstanz dieser schwarzen Graptolithenschichten in den Meeresgewächsen zu suchen ist". Die Frage über die Herkunft der „kohligen" Substanzen ist damit wohl nicht gelöst. Aber Ulrich weist darauf hin, das der Bitumgehalt und der Schwefelkies der schwarzen Schiefer nur in schlecht durchlüfteten Tiefen entstehen konnten.

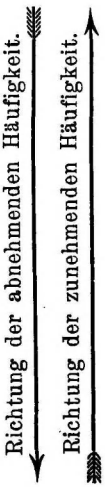
Während der Wanderung der Sinkstoffe vom Lande ins Gebiet der Sedimentation war die Menge des oxydierten organischen Anteils wahrscheinlich sehr begrenzt. Erst nach der Zersetzung auf dem Meeresgrunde begann die eigentliche Oxydation. Der Sauerstoff wurde verbraucht, bevor die ganze Menge der organischen Sinkstoffe oxydiert wurde. Somit brauchte keine ursprüngliche

2) Ch. Lapworth „Die Lebensweise der Graptolithen", in Joh. Walther, „Die Lebensweise der fossilen Meerestiere", Zeitschrift Deut. Geol. Gesells. 1897.

Armut an Sauerstoff vorhanden zu sein, sondern sie war durch die grosse Menge oxydierbarer Stoffe hervorgerufen.

Wir werden im Folgenden den relativen Wert der Sätze von Lapworth nachprüfen, wobei auch einige andere hinzukommen sollen, um durch Vergleichen der Häufigkeit des Vorkommens verschiedener Eigenschaften des Schiefers, über seinen Entsehungsraum ein Bild zu schaffen. Es soll versucht werden folgende Fragen zu beantworten: 1) in welchem Küstenabstand, und 2) in welcher Tiefe bildeten sich die Graptolithenschiefer?

Tabelle der beobachteten Eigenschaften der Graptolithenschiefer, nach dem Häufigkeitsgrade geordnet.



a. Die Graptolithen waren marine planktonische Tiere von weltlicher Verbreitung.
b. Die Graptolithen sind im Schiefer der Schichtung parallel eingebettet.
c. Die Graptolithenschiefer sind aus horizontalgeschichtetem feinkörnigem tonigem terrigenem Sediment aufgebaut.
d. Graptolithenschiefer enthalten organische Substanzen und Schwefelkies.
e. In horizontaler Richtung breiten sich die Schiefer aus zwischen der Kalkfazies einerseits und der sandigen Fazies anderseits.
f. Die Graptolithenschiefer sind zwischen thalassogenen Sedimenten eingelagert.
g. Die G.-schiefer enthalten neben Graptolithen noch andere, mitunter benthonische, Fossilien.
h. Graptolithen kommen in thalassogenen Sedimenten (Kalksteinen) vor.
i. G.-schiefer enthalten thalassogene Bestandteile.
k. . . . . .
l. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
q. G.-schiefer bilden Wechsellagerungen mit gröberen terrigenen Sedimenten.
r. Graptolithen kommen in Sandsteinen vor.
s. G.-schiefer führen Seichtwasser- und Trockenlegungsmerkmale.

Die mit „a", „b" und „c" bezeichneten Sätze sind für alle Graptolithenschiefer anzuwenden. Ein beliebiger Graptolithenschiefer kann als Beispiel dieser Fälle dienen.

Die Häufigkeit der organischen Substanz und des Schwefelkieses ist dagegen nicht mehr eine allgemeine. Es sind aus Skandinavien und England ganz bitumfreie Schiefer bekannt, doch

Lapworth glaubt, dass dieses Fehlen der „Kohle“ eine spätere Erscheinung ist. Es ist nicht leicht in jedem solchen Falle nachzuweisen, ob dieses Fehlen organischer Substanzen primär oder sekundär ist. Sicherlich enthalten verschiedene Schiefer verschiedene Mengen organischer Substanzen, und denkbar ist auch der Fall, wo überhaupt keine organischen Stoffe abgelagert wurden.

Für den Satz „e“ werden Beispiele zum Schluss gegeben, weil dieser Satz ganz besonders wichtig ist. Sein Häufigkeitsgrad ist offenbar höher, als es durch die Stellung in der Tabelle gegeben wird.

Die Tatsache, dass die G.-schiefer (Satz „f“) zwischen Kalksteinen vorkommen, ist ebenfalls noch ziemlich allgemein, und geht aus verschiedenen in der betreffenden Literatur veröffentlichten Profilen hervor.

„g“ braucht ebenfalls keine besonderen Beispiele, es ist aus den bezüglichen Fossillisten zu folgern.

Als Beispiel für „h“ sind die ostbaltischen ausschliesslich aus Kalksteinen zusammengesetzten ordovizischen Sedimente zu nennen, wo ab und zu Graptolithen gefunden werden.

Auch thalassogene Stoffe sind in unseren Schiefern nicht sehr selten. Hierzu gehören besonders die Kalkknollen. Mitunter wird auch Glaukonit gefunden, wie beispielsweise im estländischen Dictyonemaschiefer.

Weiter folgt eine Reihe unausgefüllter Häufigkeitsstufen (i, k, l), denen nur in Einzelfällen beobachtete Eigenschaften sich anschliessen (q, r, s).

Als Beispiel für „q“ ist der estländische Dictyonemaschiefer geeignet, und hier wird auch *Dictyonema flabelliforme* im Obolensandstein gefunden.

Seichtwasser und Trockenlegungen sind aus Hodkovičky beschrieben worden.

Diese Betrachtungen lassen folgern, dass die von Lapworth ausgesprochene und in unserer Tabelle unter „e“ wiedergegebene Ansicht am besten die Verhältnisse charakterisieren kann. Die häufigsten Eigenschaften deuten auf Sedimente hin, die eine Lage zwischen dem Bereiche der Sande und der küstenfernen kalkreichen Ablagerungen einnahmen, was auch durch die Kartierung bestätigt wird.

Es sind keine litoralen aber auch keine Tiefseebildungen gewesen. Ziemlich geklärt ist dadurch der Küstenabstand, doch

bezüglich der Tiefe kann nur angenommen werden, dass die schlecht durchlüfteten Graptolithenschiefer im allgemeinen ausserhalb des wellenbewegten Wassers gebildet wurden.

Innerhalb dieser sehr veränderlichen Tiefenstufe war es vorwiegend der Küstenabstand, welcher über die Beschaffenheit der Sedimente zu bestimmen hatte. Sande und gröbere Stoffe blieben zurück in Gebieten, wo die Wasserbewegung keine Sedimentation des feinen suspendierten Schlammes zulassen konnte. Die feinen minerogenen und die spezifisch sehr leichten organischen Stoffe konnten erst dort den Boden erreichen und diesen vergiften, wo es von Wellen ungestörte Tiefen gab, und wo die Strömung genügend abgedämpft war oder gar fehlte. Letzteres wäre besonders in Halistasen[3]) und in Bodeneinsenkungen möglich.

Ganz besonders wichtig wird die Frage nach dem Küstenabstand in Fällen, wo, nach den amerikanischen Geologen, man über gleichmässig tiefe epikontinentale Meere zu verfügen hat, wo also die Tiefenunterschiede zwischen der Schiefer- nnd der Kalkfazies unbedeutend sein müssten.

Die Antwort auf unsere zwei Fragen nach der Tiefe und dem Küstenabstand der Graptolithenschiefer würde jetzt so lauten: im Durchsnitt sind es 1. distale terrigene Schelfablagerungen, welche 2. in Tiefen ausserhalb des wellenbewegten Meereswassers in strömungslosen Gebieten sich bildeten.

Exakte Beispiele von Graptolithenschiefern, welche einerseits von Kalksteinen, anderseits von sandiger ufernaher Fazies begrenzt sind, hat Ruedemann gedeutet und beschrieben. [4]) So verläuft der Canajoharie-Schiefer im Staate New York in fast meridionaler Richtung und bildet einen rund 50 Meilen breiten Streifen, den im Osten die litoralen Shenectady-Schiefer und -Sandsteine, gegen Westen aber der Trentonkalk umsäumt.

Ganz ähnlich sind die Beziehungen zwischen der Kalkfazies, den Graptolithenschiefern und der strandnahen Hochgebirgsfazies der skandinavisch-baltischen Länder, wie es von Holtedhal dargestellt wurde. In seinen „Studien über die Etage 4 des norvegi-

3). Ganz wie die Anhäufung von Pflanzen in Halistasen, kann auch der Graptolithenreichtum der Schiefer entstanden sein. In anderen Gesteinen — in durchströmten Meeresräumen waren Graptolithen sehr selten, ganz ähnlich, wie Sargassum ausserhalb der Halistasen im Meere selten ist.

4) R. Ruedemann „The Utica and Lorraine Formations of New York", N. Y. State Museum Bulletin № 278, 1925.

schen Silursystems beim Mjösen“ zeigt der Verfasser, dass die Schiefer, Graptolithenschiefer mitgerechnet, gegen NW durch litorale Sedimente abgelöst werden. Von diesem skandinavischen Schieferband gegen Osten breiten sich von der Linie Dalarne-Öland die küstenfernen Kalksteine bis zum Ostbaltikum und weiter aus. Das ist ebenfalls eine Bestätigung der von Lapworth aufgestellten Theorie.

Es scheint ebenfalls, dass die skandinavischen und englischen, also die NW-europäischen G.-schiefer einem einheitlichen Zug angehören, welcher zum Teil in der Richtung des Kaledonischen Streichens verläuft — ein Gedanke, den Ruedemann hervorgehoben hat. Auch ausserhalb dieses Zuges wurden schwarze G.-schiefer abgelagert (Polen, Böhmen, Iberische Halbinsel), deshalb kann ihre Entstehung nicht ausschliesslich mit der Kaledonischen Geosynklinale verbunden werden.

Jetzt können zum Schluss die Trockenrisse und Regenspuren im Cyrtograptusschiefer der Böhmischen Lokalität kurz gedeutet werden. Es kann offenbar nur von einem lokalen Auftauchen die Rede sein. Untiefen gibt es in allen Meeren und Ozeanen, — eine einsame Untiefe tauchte auf kurze Zeit auch hier aus den Gotlandischen Wellen hervor, vielleicht nur als Begleiterin der Diabaseruptionen.

Erklärung der Abbildungen.

Cyrtograptusschiefer, Hodkovičky (Böhmen).

1. Schieferfläche mit Trockenrissen. Länge des Hammers ca 40 cm. Die Pfeile am oberen Rande des Bildes geben die Richtungen der Diaklasen an.

2. Oben: Eine von Kalzit erfüllte und gefaltete Trockenspalte.
Unten: Regenspuren.

Urstücke zu Abb. 2 sind dem Geolog. Museum der Universität Tartu (Dorpat) überreicht worden.

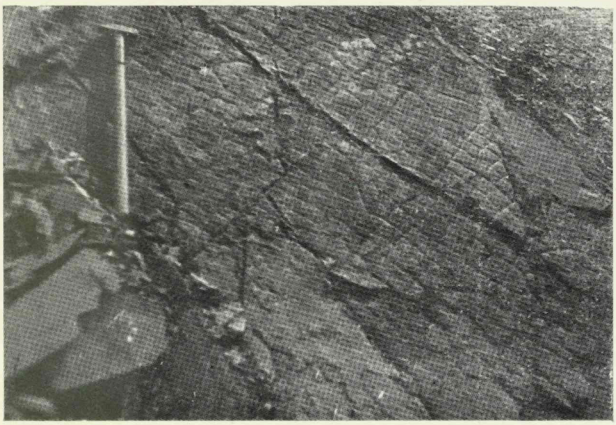


Abb. 1.

Photo A. Ö.

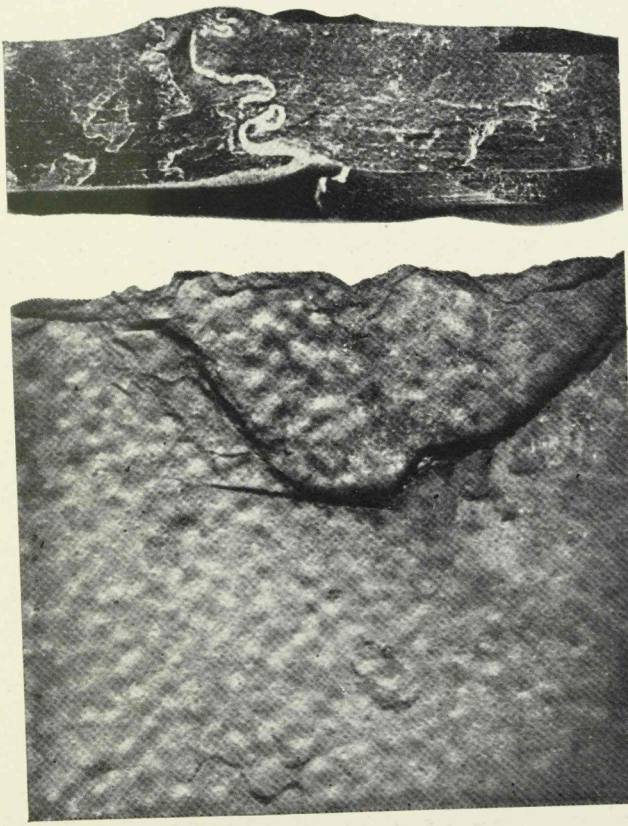


Abb. 2.

Photo A. Ö.

Zur Kenntnis der Thixotropie.

Von A. Paris.
(Aus dem physik.-chem. Laboratorium der Univ. Tartu).

1. Einleitung.

Die Erscheinung der Thixotropie besteht bekanntlich darin, dass manche Metalloxydsole, die eine bestimmte Menge Elektrolyte, wie KCl, NaCl, $NaNO_3$ und andere enthalten, zu einem Gel erstarren, und dieses sich durch blosses Schütteln wieder zu einem Sol verflüssigt, das sich abermals innerhalb einer bestimmten Zeit und mit charakteristischer Geschwindigkeit von neuem zum Gel verfestigt. Man kann diese Umwandlung beliebig oft wiederholen. Auf diese eigenartige Eigenschaft mancher Metalloxydsole wurde zuerst von Frl. Schalek und Szegvari (1) hingewiesen und nach einem Vorschlag von Péterfi diese Erscheinung als Thixotropie bezeichnet. Nach neueren Versuchen hat sich erwiesen, dass die Sole mancher organischer Stoffe, wie Dibenzoylcystin, Gelatine auch thixotrop sind (2).

Am eingehendsten ist die Thixotropie an Fe_2O_3-Solen untersucht worden und dies hauptsächlich von Freundlich und seinen Mitarbeitern. Freundlich und Rawitzer (2) haben gezeigt, dass bei der Thixotropie die Konzentration der Elektrolyte eine sehr wichtige Rolle spielt. Es gibt z. B., unabhängig von der Konzentration an Fe_2O_3, eine Konzentration von NaCl, etwa 0,175 Mol i. L., durch die im Fe_2O_3-Sol noch merkliche Thixotropie hervorgerufen wird. Eine obere Grenze für den Salzgehalt des zur thixotropen Umwandlung befähigten Sols steht in Zusammenhang mit der Konzentration an Fe_2O_3. Bei hohen Elektrolytkonzentrationen können wir in das Gebiet gelangen, wo das Sol „zerstört" wird und die Erscheinung der Thixotropie zum Verschwinden kommt. Es sei noch hinzugefügt, dass manche organische Stoffe, wie Aminosäuren eine hemmende Wirkung auf die thixotrope Umwandlung ausüben (3, 6, 7, 9). — Wenn wir jetzt nach den Kräften fragen, welche die thixotrope Umwandlung hervorrufen, so sind Meinungen

heäussert worden, es seien das dieselben Kräfte, welche auch die Gelstrukturen bedingen, nämlich, das Zusammenwirken der anziehenden und abstossenden Kräfte. Nach Haber (4) sollen diese anziehenden und abstossenden Kräfte von den Ionenhüllen, die die Teilchen umgeben, verursacht sein und zwar dadurch, dass diese Ionenhüllen tief in die Flüssigkeit hineinreichen und bei gewisser Annäherung der Teilchen deformiert werden. Die Folge dieser Deformation ist eine Polarisation, die nicht nur anziehende Kräfte hervorruft, sondern auch abstossende, weil die deformierten Ionenhüllen ihre ursprüngliche symmetrische Anordnung um die Teilchen wieder anstreben.

Nach Zocher (5) kann man sich von der thixotropen Umwandlung etwa ein folgendes Bild machen. Die die Solteilchen umgebenden Ionenhüllen reichen tief in die intermizellare Flüssigkeit hinein und die anziehenden und abstossenden Kräfte, die zwischen den Teilchen herrschen, sind nicht von solcher Grössenordnung, dass sie die Kräfte der Brow'nschen Bewegung überwiegen können, und deshalb bleibt das kolloide Gebilde flüssig. Wenn wir jetzt eine gewisse Menge eines Elektrolyten zufügen, wird die Ionenhülle viel dünner, und die Kraftanhaltspunkte sind viel näher an die Teilchen gerückt; das Gefälle der Kräfte ist viel steiler und die Kraftwirkungen, die die Teilchen in ihren Gleichgewichtslagen zu halten suchen, entsprechend grösser. Diese Kräfte können jetzt leicht die Kräfte der Brown'schen Bewegung überwiegen, und infolgedessen wird das Sol zum Gel. Diese Umwandlung findet allmählich statt. Es ist anzunehmen, dass die Teilchen sich zunächst nur vereinzelt soweit genähert haben, dass sich die Gleichgewichtslagen einstellen können. Mit der Zeit nimmt die Zahl der Teilchen, die diese Gleichgewichtslagen eingenommen haben, mehr und mehr zu, und daher wird das Gel immer fester und schwerer zu verflüssigen. Durch das Schütteln werden die Teilchen aus ihren Gleichgewichtslagen entfernt, und das Gel wird zum Sol, bis sich von neuem der Gleichgewichtszustand ausgebildet hat.

2. Über die Kinetik der thixotropen Umwandlung.

Die kinetischen Untersuchungen der thixotropen Umwandlungen beziehen sich alle auf die Bestimmung der Zeit, in welcher ein bestimmter Verfestigungsgrad des zu untersuchenden Systems erreicht ist. Das System wird bei solchen Messungen als fest bezeichnet, wenn eine bestimmte Probe in einem bestimmten Gefäss,

gewöhnlich in einem Probierglas, bei schnellem Umdrehen inneral einer bestimmten Zeit keine Änderung der Form mehr zeigt. Die Zeit, nach der das Sol gerade fest geworden ist, bezeichnet man als Erstarrungszeit (E. Z.) und den reziproken Wert derselben als Erstarrungsgeschwindigkeit (k_u). Es ist ja einleuchtend, dass die so ermittelte E. Z. von der Menge und der Form der zu untersuchenden Probe abhängt, und wir können deshalb nur dann die vergleichbaren Werte erhalten, wenn wir die Versuchsbedingungen als gleich halten (3).

Die E. Z. steigt bei konstantem Gehalt des Sols an Fe_2O_3 mit der Konzentration des Elektrolyten und wird endlich unmessbar klein. Was aber den Einfluss des Gehaltes an Fe_2O_3 bei einem konstanten und zwar nicht zu geringen Elektrolytgehalt betrifft, so hat sich ergeben, dass eine Erniedrigung der Fe_2O_3-Konzentration zunächst eine recht starke Herabsetzung der E.Z. zur Folge hat. Die Konstanz der E. Z. nimmt mit sinkender Fe_2O_3-Konzentration sehr deutlich ab und schliesslich ist sogar eine Umkehrung dieser Wirkung zu beobachten, nämlich, dass Sole um so schneller zu erstarren scheinen, je weniger Fe_2O_3 sie enthalten. Man muss noch erwähnen, dass eine bestimmte Veränderung der Elektrolytkonzentration die E. Z. dann am stärksten verändert, wenn die Fe_2O_3-Konzentration möglichst gross ist.

Nach H. Freundlich und A. Rosenthal (5) soll die thixotrope Umwandlungsgeschwindigkeit oder Erstarrungsgeschwindigkeit — k_u der Geschwindigkeit einer langsamen Koagulation gleichen, und man kann aus der von Freundlich gegebenen Formel der langsammen Koagulation den Wert der Erstarrungsgeschwindigkeit — k_u — berechnen. Die Formel von Freundlich lautet:

$$k_u = \Lambda_0 \left[v_k e^{-v_k^2} + \frac{1}{2}\sqrt{\pi} - \int_0^{v_k} e^{-v^2} dv \right] \qquad (1)$$

wo v_k gegeben ist durch die Beziehung

$$v_k = \lambda_u - \gamma_u c \qquad (2)$$

In diesen Formeln bedeuten:

k_u — die Erstarrungsgeschwindigkeit bzw. die Geschwindigkeit der Koagulation,

v — die Geschwindigkeit der Kolloidteilchen oder eine andere nach dem Maxwell'schen Verteilungssatz sich ändernde Grösse,

λ_0, λ_u, γ_u — Konstanten,
c — die Elektrolytkonzentration.

Die oben angeführte Gleichung (1) für die Erstarrungsgeschwindigkeit wäre von grosser theoretischer und praktischer Bedeutung, wenn uns gelingen würde für alle Grössen der Formel gut begründete Ableitungen aufzustellen. Leider ist dies nicht der Fall. Wir besitzen keine theoretisch gut begründete Formel für die Ableitung der kritischen Geschwindigkeit — v_k und die oben angeführte Formel (2) mit 2 Konstanten ist vielmehr als eine empirische Formel zu betrachten. Zur Zeit können wir nicht von einer allgemeinen Gültigkeit der Freundlich'schen Formel sprechen, da bei der Ermittelung von v_k wir es mit ziemlich bedeutenden Unsicherheiten zu tun haben. Deswegen wenden sich sogar Freundlich und seine Mitarbeiter auch zu anderen Formeln mit rein empirischem Charakter.

Von empirischen Formeln sind zur Kinetik der thixotropen Umwandlung folgende herangezogen worden: die Formel von Paine für langsame Koagulation

$$k_u = \chi c^p \tag{3}$$

und die Formel von Szegvari und Schalek für die Umwandlungszeit

$$\vartheta = e^{-c/k} \tag{4}$$

In diesen Formeln bedeuten:

k_u — die Erstarrungsgeschwindigkeit bzw. Koagulationsgeschwindigkeit,
χ, k, p — die Konstanten,
ϑ — die Umwandlungszeit,
c — die Konzentration des Elektrolyten.

Von empirischen Formeln scheint uns die Formel von Paine eine allgemeinere Bedeutung zu haben als die anderen. Wir finden in der Literatur leider nur eine Versuchsreihe, bei welcher sie angewandt ist, nämlich bei Al_2O_3-Sol-Gelumwandlung in der Arbeit von H. Freundlich und L. L. Bircumshaw (7). Ausserdem hat J. Jochims (8), ohne irgendwelche Zahlenbeispiele anzuführen, darauf hingewiesen, dass der Zusammenhang zwischen Erstarrungsgeschwindigkeit und Elektrolytkonzentation bei der Thixotropie des V_2O_5-Sols ebenso durch dieselbe Beziehung gegeben zu sein scheint.

Als weitere Beispiele für die Anwendbarkeit dieser Formel seien hier die Werte für χ angeführt, die nach den Versuchsergebnissen von H. Freundlich und A. Rosenthal (6) ausgewertet sind. In der Tabelle I finden wir Werte, für welche auch die Freundlich'sche Formel gut anwendbar ist; in der Tabelle II sind aber Werte, bei welcher die Freundlich'sche Formel den ganzen Verlauf nicht genügend gut darzustellen erlaubte.

Tabelle I.

Fe_2O_3-Sol; Elektrolyt: KCl; p = 9.

c	ϑ	k_u	χ
0·6852	770	0·00130	0·039
0·7254	465	0·00215	0·039
0·7656	310	0·0032	0·035
0·8060	195	0·0051	0·036
0·8463	115	0·0087	0·040
0·8865	85	0·0120	0·037

Tabelle II.

Fe_2O_3-Sol; Elektrolyt: $NaNO_3$; p = 5.

c	ϑ	k_u	χ
0·6328	370	0·0027	0·027
0·6687	280	0·0036	0·027
0·7045	225	0·0044	0·025
0·7403	170	0·0059	0·026
0·7761	140	0·0071	0·025
0·8120	110	0·0091	0·026
0·8478	90	0·011	0·025
0·9194	60	0·017	0·026

Was aber endlich die Formel von Szegvari und Schalek anbelangt, so sind wir nicht imstande die Allgemeingültigkeit dieser Formel behaupten zu können. Nehmen wir zum Beispiel eine Versuchsreihe aus der Arbeit von Freundlich und Rosenthal, bei welcher die Freundlich'sche Formel und ebenso auch die von Paine sehr gut anwendbar sind, und berechnen die Konstante K nach der Formel von Szegvari und Schalek.

$$\vartheta = e^{-c/k},$$

so erhalten wir folgendes.

Tabelle III.

Fe_2O_3-Sol; Elektolyt: NaCl.

c	ϑ	k_u	$\chi = k_u/c^6$	k nach Formel von Szegvari u. Schalek.
0·7761	130	0·0077	0·035	0·159
0·8120	100	0·010	0·035	0·176
0·8478	80	0·013	0·035	0·194
0·8836	60	0·017	0·036	0·216
0·9194	48	0·021	0·035	0·238
0·9552	38	0·026	0·034	0·263

Wir sehen also, dass die Konstante — k nach der Formel von Szegvari und Schalek berechnet, eine deutliche Inkonstanz zeigt. Doch müssen wir betonen, dass Szegvari und Schalek (1) die oben angeführte Formel als eine Annäherungsformel betrachtet haben. Sie sagen:

„Empirisch wird daher in erster Annäherung der Zusammenhang in folgender Form ausgedrückt

$$-k_1 \ln z = c^*)$$

— wo k_1 eine Konstante bedeutet. Für die Geschwindigkeitskonstante $\varkappa$ des Vorganges, die mit der gemessenen Erstarrungszeit (derselben Probe) umgekehrt proportional ist, erhalten wir demnach

$$\varkappa = K_2 \, e^{\,c/k_1}$$

wo K_2 eine neue Konstante bedeutet."

Es ist hier eine Unklarheit bei der Definition des $\varkappa$: man kann $\varkappa$ kaum als eine Geschwindigkeitskonstante betrachten, sondern es müsste heissen — die Erstarrungsgeschwindigkeit, also dieselbe Grösse, für welche die Bezeichnung — k_u — gegeben ist. In bezug auf diesen Umstand können wir schreiben

$$k_u = K_2 \, e^{\,c/k_1} \qquad (5)$$

Über die Anwendbarkeit dieser Formel für die Kinetik der thixotropen Umwandlung scheint kein Zweifel vorhanden zu sein.

3. Über die Festigkeit des bei der thixotropen Umwandlung sich bildenden Fe_2O_3-Gels.

Obwohl wir über die Abhängigkeit der Erstarrunsgsgeschwindigkeit von der Konzentration des Elektrolyten uud der dispersen

*) z — ist die Erstarrungszeit und c — die Elektrolytkonzentration.

Phase (Fe_2O_3) mehr oder weniger im klaren sind, wissen wir über die Festigkeit des bei der thixotropen Umwandlung sich bildenden Gels verhältnismässig noch sehr wenig. Freundlich und Rawitzer (3) haben sich wohl mit mechanischen Eigenschaften der thixotropen Sole befasst und berichten uns manches interessante über die Reissfestigkeit und den Elastizitätsmodul des Sols. Sie bedienten sich hierbei eines Apparates, der dem Couette'schen ähnlich war. Die Ergebnisse dieser Messungen sind nur für einige Sole angeführt und gestatten uns nicht ein klares Bild über die Abhängigkeit der Festigkeit des Gels von der Konzentration des Elektrolyten und des Fe_2O_3 zu schaffen.

In vorliegender Arbeit ist es versucht worden auf andere Weise der Festigkeitsfrage des Fe_2O_3-Gels näher zu kommen. Wir haben den maximalen Druck (p) in cm der Wassersäule bestimmt, der angewendet werden musste, um die Luft durch eine Kapillare (r ca 0,45 mm) zu pressen, die in der Tiefe von 3 cm in das Gel hineingetaucht war. Bei dieser Methode kommt es darauf an, den Druck (p) zu messen, der nötig ist um eine bestimmte Gelsäule aus der Kapillare zum Fliessen zu bringen. Um vergleichbare Resultate erhalten zu können, ist darauf zu achten, dass die Drucksteigerung gleichmässig, mit einer und derselben Geschwindigkeit geschieht. Die so erhaltenen Druckwerte haben wir auf den Druck bezogen, der im gegebenen Sol zu beobachten ist. Bei unseren Versuchen betrug derselbe ca 7 cm der Wassersäule. Diesen Druck p_0 bezeichnend, sei das Verhältnis p/p_0 als relative Festigkeit des Gels genannt und mit F bezeichnet.

Tabelle IV.

Gehalt an Fe_2O_3 im Gel	Relative Festigkeit — F — bei der Konzentration des KCl als Koagulator:		
g/l. L.	1·33 mol.	0·667 mol.	0·333 mol.
93·17	2·7	4·7	4·1
	2·9	4·9	4·2
74·53	2·5	4·1	3·2
	2·2	3·7	3·2
55·90	2·0	3·4	2·8
	2·2	3·7	2·6
37·27	1·29	1·62	1·09
	1·28	1·56	1·12

In der Tabelle IV sind für einige Fe_2O_3-Gele die Werte der relativen Festigkeit angeführt.

Aus diesen Versuchsergebnissen ist zu sehen, dass die rel. Festigkeit des Gels von der Konzentration des Elektrolyten und ebenso von dem Fe_2O_3-Gehalt im Gel abhängt. Bei konstantem Fe_2O_3-Gehalt steigt die rel. Festigkeit zuerst mit der Konzentration des Elektrolyten bis zu einem gewissen maximalen Wert, und fängt an zu sinken bei weiterer Steigerung der Elektrolytkonzentration. Halten wir aber die Konzentration des Elektrolyten konstant und betrachten wir den Einfluss der Fe_2O_3-Konzentration auf die relative Festigkeit des Gels, so ergibt sich, dass dieselbe mit der Fe_2O_3-Konzentration deutlich zunimmt.

Es ist noch hinzuzufügen, dass in analoger Weise wir die Festigkeitsveränderung bei der thixotropen Umwandlung bei einem und demselben Sol verfolgen können: ein solches Beispiel sei hier angeführt.

Tabelle V.

Fe_2O_3 — Gehalt des Sols: 93,17 g i. L.; KCl = 0·333 mol.

Zeit in Min.	Relat. Festigkeit.
0	1
3	1·37
5·8	1·43
12·4	2·23
24·0	2·97
41·0	4·23

Auf Grund des oben Angeführten, können wir erstens die schon von Freundlich und seinen Mitarbeitern erwiesene Tatsache bestätigen, dass die Erstarrungszeit weder durch eine plötzliche Änderung der Festigkeit, noch durch eine schroffe Änderung in der Geschwindigkeit der Verfestigung ausgezeichnet ist. Zweitens lässt sich sagen, dass die Verfestigung nur bis zu einem gewissen Grenzwert geht, und dass die Grenzwertsfestigkeit gewissermassen von der Elektrolytkonzentration und auch von der Fe_2O_3-Konzentration im Gel abhängt.

4. Über die Natur der thixotropen Umwandung beim Fe_2O_3-Sol.

Es ist von Freundlich und seinen Mitarbeitern darauf hingewiesen worden, dass die thixotrope Umwandlung eine grosse Ähn-

lichkeit mit den Koagulationserscheinungen hat. Alle Faktoren, die die Koagulation begünstigen oder benachteiligen, müssen ebenso die thixotrope Umwandlung und deren Geschwindigkeit begünstigen oder benachteiligen. Da bei der Koagulation das elektrokinetische Potential der Solteilchen eine sehr wichtige Rolle spielt, so ist dasselbe auch bei der Thixotropie zu erwarten. Es muss unter geeigneten Konzentrationsbedingungen ein gewisser Bereich für die Grösse des elektrokinetischen Potentials existieren, bei welchem die Thixotropie des gegebenen Systems am besten ausgeprägt ist. Doch ist zu bemerken, dass wir bei Thixotropie und Koagulation nicht von einer vollkommenen Symbasie zu sprechen berechtigt sind. Es ist zweifellos ein Unterschied vorhanden zwischen den Grössen des optimalen elektrokinetischen Potentials der thixotropen Umwandlung und denen der Koagulation.

Das elektrokinetische Potential steht im Zusammenhang mit der Adsorption. Eine Verschiebung des Adsorptionsgleichgewichtes hat auch eine Veränderung des elektrokinetischen Potentials zur Folge. Wir können das Adsorptionsgleichgewicht in irgendeinem System ändern durch einen Elektolytzusatz oder durch Hinzufügen eines Stoffes mit aktiver Oberfläche. Im letzten Falle vollzieht sich im betreffenden System eine Verteilung des Adsorptivs zwischen dem im System vorher vorhandenen Adsorbenten (d. h. Solteilchen) und dem zugefügten Stoff mit aktiver Oberfläche. Infolgedessen ändert sich das elektrokinetische Potential und bei geeigneten Konzentrationsbedingungen können wir auf diese Weise zur vollkommenen Koagulation bzw. zur Thixotropie gelangen. Das durch solche Adsorptionsgleichgewichtsverschiebung beim Fe_2O_3-Sol eine ausgesprochene Thixotropie hervorgerufen werden kann, haben unsere unten angeführten Versuche auch bestätigt.

Es wurde zu dem Fe_2O_3-Sol mit verschiedener Konzentration von Fe_2O_3 verschiedene Mengen von Eisenoxyd in Pulver zugefügt, gut durchgeschüttelt und die relative Festigkeit bestimmt. Die zeitliche Zunahme der relativen Festigkeit und der hohe Wert der Grenzwertfestigkeit weist auf eine deutliche Thixotropie hin, wie dies aus folgenden Beispielen zu ersehen ist.

Es hat sich ferner herausgestellt, dass die Thixotropie sehr eng mit den Mengen des zugefügten Eisenoxyds verknüpft ist: grössere Mengen von Fe_2O_3 führen zu vollständiger Koagulation, bei kleineren Mengen könnten wir aber keine deutliche Thixotropie

Tabelle VI.

Konzentration im Sol: 74.53 g/i. L. Fe_2O_3.

Zugefügte Menge des Fe_2O_3: 50 g/i. L.		100 g i. L.	
T in Sek.	F.	T in Sek.	F.
24	2·2	12	2·4
80	2·5	45	2·8
180	3·0	137	3·0
447	4·2	900	3·5
916	5·6	1200	3·5
3600	5·6	—	—

nachweisen. Einige von diesen Versuchsergebnissen seien in der Tabelle VII angeführt.

Tabelle VII.

Gehalt an Fe_2O_3 im Sol g/im Liter	Relative Festigkeit des sich bildenden Systems bei einem Zusatz von Fe_2O_3 in g pro Liter:				
	100	75	50	41·7	33·3
18·63	vollst. Koag.	—	1·26	—	1·94
37·27	1·6	1·7	5·4	4·6	Keine
	1·3	1·5	5·2	4·6	Thixotr.
74·53	3·5	7·7	5·6	4·8	Keine
	3·6	8·0	5·7	5·0	Thixotr.

Aus dieser Tabelle ist zu ersehen, dass die relative Festigkeit des Fe_2O_3-Gels von der Menge des zugefügten Eisenoxyds und ebenso von der Menge des Kolloiden Fe_2O_3 im Sol abhängt. Bei Änderung der Konzentration des kolloiden Fe_2O_3 verschiebt sich das Bereich der maximalen relativen Festigkeit.

Als Ursache der thixotropen Umwandlung des Fe_2O_3-Sols haben wir im allgemeinen die Adsorptionsgleichgewichtsverschiebung und im Zusammenhang mit dieser die Änderung des elektrokinetischen Potentials angesehen. Über die Adsorptionsgleichgewichtsverschiebung und in Zusammenhang mit dieser die Änderung des elektrokinetischen Potentials in gegebenem Fall scheint kein Zweifel vor-

handen zu sein. Doch müssen wir noch hinzufügen, dass gerade bei solchem Sol wie das Graham'sche Fe_2O_3-Sol, die Gleichgewichtsverschiebungen bei Fe_2O_3-Zusatz mehr verwickelter Natur sind, als dass man diese nur durch Adsorptionsgleichgewichtsverschiebung erklären könnte. Die Beständigkeit des Fe_2O_3-Sols ist bedingt durch das Vorhandensein verschiedener Oxychloride des Eisens, was seinerseits von der Wasserstoffionenkonzentration des Systems abhängt. Das Zufügen von Fe_2O_3 bewirkt eine Verminderung der Wasserstoffionenkonzentration, und dieser Umstand ruft seinerseits eine Änderung der Stabilitätsbedingungen der Oxychloride des Eisens hervor. Die letzteren werden infolgedessen hydrolytisch weiter gespalten unter Bildung von Verbindungen mehr basischen Charakters. Fassen wir noch ins Auge, dass das Eisenchlorid als ausgesprochen hydrophil und das Eisenoxyd als hydrophob betrachtet werden muss, so stehen die verschiedenen Oxychloride des Eisens hinsichtlich ihres Solvatationsvermögens zwischen dem Eisenchlorid und dem Eisenoxyd. Andererseits wissen wir; dass die Gele zu den Gebilden gehören, die im allgemeinen bei hydrophilen Kolloiden auftreten; ein gewisser Solvatationsgrad der Teilchen ist für die Gelbildung als eine sehr wichtige Bedingung zu betrachten. Wird dieser Solvatationsgrad unter einen gewissen kritischen Wert herabgesetzt, so ist auch die Gelbildung unmöglich. Die desolvatisierende Wirkung der verschiedenen Salze ist im allgemeinen bekannt. Wenn wir die Versuchsergebnisse in der Tabelle IV näher betrachten, so sehen wir deutlich, dass die relative Festigkeit des Fe_2O_3-Gels nur bei einer gewissen mittleren Salzkonzentration den maximalen Wert zeigt. Höhere und ebenso niedrigere Konzentrationen wirken benachteiligend auf die relative Festigkeit des Gels: erstere wahrscheinlich durch ihre zu starke Desolvatation der Teilchen, und letztere durch ihre geringere Desolvatation als der optimale Solvatationsgrad es für die Gelbildung erfordert.

Wenn die Wirkung der Eletrolyte bei der thixotropen Umwandlung der desolvatisierenden Wirkung der Salze bei gleichzeitiger Änderung des elektrokinetischen Potentials zugeschrieben werden kann, so ist die Wirkung des Fe_2O_3-Zusatzes eine Folge der chemischen Prozesse, die in dem System durch diesen Zusatz hervorgerufen werden. Bei Verminderung der Wasserstoffionenkonzentration entstehen durch Hydrolyse weniger solvatisierte Gebilde, die bei der gewissen Grösse der Solvatation und des elektrokinetischen Potentials das Gel bilden.

Zusammenfassung.

1. Es wird die Kinetik der thixotropen Umwandlung besprochen.

2. Die Festigkeit des bei der thixotropen Umwandlung sich bildenden Gels hängt von der Fe_2O_3-Konzentration im Gel und von dem Elektrolyten ab.

3. Die thixotrope Umwandlung des Fe_2O_3-Sols kann hervorgerufen werden nicht nur durch Einwirkung der Elektrolyten auf das Sol, sondern auch durch Zusatz von Fe_2O_3 zum Sol.

4. Bei der thixotropen Umwandlungen scheint der Solvatationsgrad und die Grösse des elektrokinetischen Potentials der Teilchen eine sehr wichtige Rolle zu spielen.

Literaturverzeichnis.

1. E. Schalek u. A. Szegvari. Koll.- Zeitschr. *33*, 326; (1923).
2. H. Freundlich u. H. A. Abramson. Zeitschr. f. phys. Ch. *131*, 278 (1928).
3. H. Freundlich u. W. Rawitzer. Kolloidchem. Beih. *25*, 231 (1927)
4. F. Haber. Journ. of the Franklin Instituts, 1925, S. 437.
5. H. Zocher. Zeitschr. f. anorg. u. allgem. Ch. *147*, 91, (1925).
6. H. Freundlich u. A. Rosenthal. Koll.- Zeitschr. *37*, 129, (1925); Zeitschr. f. physik. Ch. *121*, 463, (1926).
7. H. Freundlich u. L. L. Bircumshaw. Koll. - Zeitschr. *40*, 19 (1926).
8. J. Jochims. Koll.- Zeitschr. *41*, 215, (1927).
9. H. Freundlich u. K. Söllner. Koll.- Zeitschr. *45*, 348, (1928).

Über Temperaturkompensation bei Vertikalseismographen.

Von J. Wilip.

Bei den meisten Seismographen hängt eine feste Ruhelage von Temperaturkonstanz ab. Bei ungleichmässiger Einwirkung von Temperaturveränderungen im Pendelraum entsteht ein Hin- und Herwandern des Nullpunktes, welches bei grosser Empfindlichkeit der Apparate so weit sich geltend machen kann, dass die Linien auf der Registriertrommel einander nicht parallel verlaufen, sondern sich sogar schneiden, wodurch eine Entzifferung der Seismogramme bisweilen unmöglich gemacht wird.

Bei grosser Empfindlichkeit im Falle der mechanischen und rein optischen Registriermethode versucht man dem Übel dadurch abzuhelfen, dass man im Pendelraum für möglichst grosse Temperaturkonstanz sorgt oder wenigstens die Pfeiler für die Apparate im Raum derart verteilt, dass die Einwirkung bei Temperaturveränderungen möglichst symmetrisch sich geltend macht.

Die galvanometrische Registriermethode ist frei von diesem Übelstande und liefert immer parallele Linien, wo bisweilen bei ganz ausgeprägten Gradienten durch schwache Induktionsströme weiter nicht störende Verschiebungen vorkommen können.

Was aber die Messung der Vertikalkomponente der Erdbewegung anbetrifft, so sind zu dem Zweck Apparate in Verwendung, die ausserordentlich empfindlich gegen Temperaturveränderungen sind.

Wenn man einen Vertikalseismographen in Betracht zieht, bei dem das schwingende System an einer Spiralfeder aufgehängt ist, so funktioniert ein solcher als ein empfindliches Thermoskop, das jede Strahlung sofort durch die Verschiebung der Ruhelage anzeigt.

Beim Gebrauch eines derartigen Erschütterungsmessers verlangt man aber bei ruhiger Unterlage einen einwandfreien konstanten Nullpunkt, eine Bedingung, ohne welche die Registrierungen mit empfindlichen Fehlern behaftet werden können, auch noch in dem Falle, wenn eine Entzifferung ermöglicht wäre.

Es sind 3 Ursachen, die das Wandern des Nullpunktes bedingen, wenn man von möglicher ungleichmässiger Erwärmung der Pfeiler und anderen Nachwirkungen im Apparat selbst absieht, 1) die Veränderung der Länge der Spirale, an der das schwingende System hängt, 2) die Veränderlichkeit des Elastizitätsmoduls mit der Temperatur, der bei höherer Temperatur abnimmt und beim Fallen wächst und 3) die Veränderung der reduzierten Pendellänge mit der Temperatur.

Will man eine Kompensationseinrichtung konstruieren, so muss dieselbe alle 3 Einwirkungen automatisch eliminieren.

Handelt es sich um die Konstanthaltung der Lage des Schwingungspunktes bei Uhrenpendeln, so sind hier populär die Kompensationspendel, bei denen zur automatischen Regulierung 2 Metalle mit verschiedenen Ausdehnungskoeffizienten verwendet werden, von welchen besonders bekannt durch ihre einfache Einrichtung und Empfindlichkeit die Rieflerpendel geworden sind, bei welchen Invar und Messing die Hauptrolle spielen.

Obgleich hier nur ein kleiner Längenunterschied allein ausgeglichen werden soll, versagen bisweilen einige ähnliche Konstruktionen in Fällen, wo der Temperaturgradient ausgesprochen gross ist, da die Einrichtung wegen der Wärmekapazität infolge grosser Massen nicht genügend rasch folgen kann.

Die Kompensationseinrichtung bei Chronometern, die sogenannte „Unruhe", hat kompliziertere Aufgaben zu erfüllen. Sie ist aber viel zarter gebaut und kann daher besser den Anforderungen gerecht werden, so dass sie schneller jeder Temperaturveränderung folgt.

Eine Kompensationseinrichtung der Erschütterungsmesser für die Vertikalkomponente lässt sich in zweierlei Weise treffen. Entweder kann durch den Kompensator der obere Angriffspunkt der Spirale automatisch soviel auf und ab verschoben werden, dass allen 3 Einflüssen, wie sie oben erwähnt wurden, Rechnung getragen würde, oder es müssten automatisch Massen näher oder weiter von der Drehachse verschoben werden, was die Entstehung einer variablen reduzierten Pendellänge zur Folge haben würde.

Die erste Methode der Kompensation ist beim Wiechert'schen Vertikalseismographen angewandt worden. Hier soll die zweite etwas näher besprochen werden, wie dieselbe die Firma H. Masing[1]) nach meinem Vorschlag bereits bei mehreren Seismographen durchgeführt hat.

1) Feinmechaniker H. Masing, Tartu-Dorpat, Jaani tän. 40, Estland.

Wir stehen vor einer Aufgabe, deren Lösung praktisch ganz enorme Schwierigkeiten darbietet.

Verlangt man doch heutzutage bei laufenden Registrierungen von Vertikalseismographen, dass sie die Vertikalverschiebung des Bodens bis 2000fach vergrössern. Bei solcher Empfindlichkeit müsste aber die normale Ruhelage dermassen eingehalten werden, dass die Linien auf dem Registrierpapier nicht durcheinander greifen.

Hier liegt der Schwerpunkt des Problems, welches wegen geringen Absatzes ähnlicher Apparate bis jetzt noch nicht gelöst ist. Beträchtlich geringere Anforderungen werden in dieser Richtung an die Regelmässigkeit der wahren Ruhelage gestellt, sobald man die Ausschläge des Erschütterungsmessers in die Bewegung einer Drehspule eines Galvanometers umsetzt und diese optisch registriert.

Ein solches Galvanometer besitzt eine von Temperaturänderungen unabhängige Ruhelage, daher erhält man auch beim Wandern des Nullpunktes des Seismographen ein regelmässiges Bild. Hierbei darf aber auch in diesem Fall der Nullpunkt des Seismographen in der Veränderlichkeit bestimmte Grenzen nicht übersteigen, damit nicht empfindliche Fehler in die Galvanometerregistrierung übertragen werden, besonders, wenn die Eigenperiode von der Abweichung der wahren Ruhelage abhängt. Es ist daher auf jeden Fall bei einem Spiralenapparat für eine Temperaturkompensationseinrichtung zu sorgen.

Bei Untersuchungen von künstlichen Erschütterungen bin ich während des Weltkrieges nun in die Lage gekommen, ein Projekt für Erschütterungsmesser auszuarbeiten, bei denen beträchtliche Temperaturveränderungen vorausgesetzt waren. Dieses Projekt lieferte ich einer höheren Institution in Russland ein, und dasselbe unterlag daher keiner Veröffentlichung. Hierbei hatte ich zur Temperaturkompensation eines Spiralenapparates eine Vorrichtung aus Bimetall vorgeschlagen. Wie bekannt, baut man Metallthermometer aus Bimetall, wobei ein Bimetallstreifen entweder als ebene oder als Raumspirale verwendet werden kann. Bei Metallthermometern werden bisweilen 3 verschiedene Metalle verwendet, nämlich Silber, Gold und Platin.

Auf Fig. 1 ist die Hauptidee meines damaligen Projektes wiedergegeben. Eine ebene Spirale aus Bimetall soll am schwingenden System befestigt werden. Dieselbe greift mit dem freien Ende an einem kurzen Hebelarm an, der sich um eine Achse drehen kann. Am längeren Hebelarm kann ein Gewicht entweder

verschoben oder als Mutter hin und her geschraubt werden. Diese Verstellungsmöglichkeit war für eine richtige Wahl der Stärke der Kompensation vorhergesehen. Das Funktionieren einer solchen Vorrichtung ist folgendermassen aufzufassen. Befindet sich das Metall

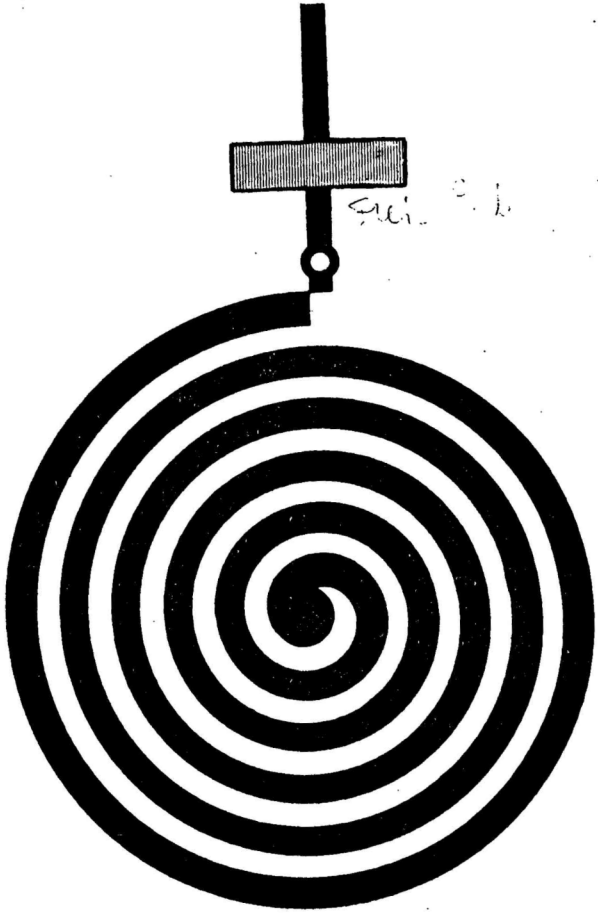


Fig. 1.

mit grösserem Ausdehnungskoeffizienten aussen, so krümmt sich die Spirale bei Temperaturzunahme stärker und wird gerader beim Fallen der Temperatur. Dabei verschiebt sich das am kurzen Hebelarm angreifende Ende und befördert das Gewicht näher oder weiter von der Drehachse. Die Ebene der Windung sollte bei Ruhelage

des Pendels horizontal sein. Ich hatte damals für einen Erschütterungsmesser 2 solcher Spiralen zueinander symmetrisch angeordnet empfohlen.

Eine ähnliche Bimetallschnecke habe ich später in Estland zur Konstruktion von Vertikalseismographen vorgeschlagen, wie dieselbe jetzt von der Firma H. Masing ausgeführt wird, mit dem Unterschiede, dass keine Hebelübertragung zur Hilfe genommen wird, sondern das verstellbare Gewicht direkt am freien Ende der Bimetallschnecke angeschraubt ist, wobei die letztere ausserdem in vertikaler Ebene orientiert ist. Es scheint, dass eine horizontale Orientierung in gewisser Beziehung vorteilhafter wäre, da die Druckkräfte des Gewichtes am Ende der Schnecke gewisse Deformationen hervorrufen, welche die Stabilität des schwingenden Systems beeinträchtigen. Fürs erste fehlt mir Beobachtungsmaterial über diese Frage.

Die Bimetallschnecke bestand aus einem recht dicken Invar- und Messingstreifen, die aneinander gelötet waren, wobei Messing das äussere Metall bildete. Die Wahl eines unnachgiebigen Systems ist hier eine wichtige Bedingung, weil sonst die Schnecke bei Neigungen des schwingenden Systems sich verbiegen könnte, wodurch falsche Gleichgewichtsstörungen auftreten würden. Hierbei ist zu bemerken, dass bei ähnlichen Apparaten eine Vorbehandlung des Materials eine wichtige Bedingung ist, wo ein wiederholtes Tempern die Güte der Vorrichtung beträchtlich erhöhen kann. Trotzdem machen sich bei neuen Apparaten auch dann noch besonders bei grösseren Temperaturgradienten verschiedene Nachwirkungen störend geltend.

Hier soll nun an zwei Beispielen gezeigt werden, dass eine solche Bimetallkonstruktion in der Tat der Aufgabe gewachsen ist, eine Regulierung des Nullpunktes herbeizuführen, so viel dieses bei der galvanometrischen Registriermethode erforderlich ist.

Auf Fig. 2 ist die Lage des Nullpunktes eines Vertikalseismographen mit Zweifedergehänge in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur im Pendelraum dargestellt, wobei das Pendel auf ca 12^s Eigenperiode einreguliert war. Hierbei war das Ganze von der äusseren Luft durch die zugehörige Spiegelglaskappe abgeschlossen, wobei diese ausserdem durch eine Pappkappe zugedeckt war. Die Kompensationseinrichtung wurde über normal eingestellt. Die untere Kurve bezieht sich auf die Lage des Nullpunktes in Bogenminuten, die obere zeigt den Gang der Temperatur im Laufe von 45 Stunden. Anfangs fällt die Temperatur mehr als $0,^{0}5$ C,

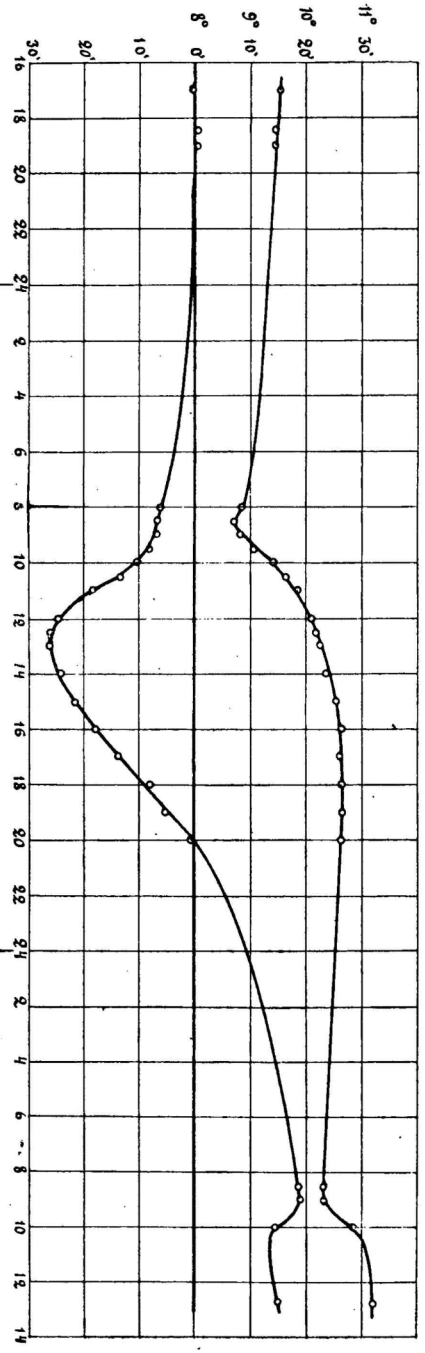


Fig. 2.

was in gewöhnlichen Kellerräumen in einem solchen kurzen Zeitintervall nie vorzukommen pflegt. Ein gewöhnlicher Vertikalseismograph ohne Kompensationsvorrichtung würde sicherlich ein gewaltiges Steigen des Nullpunktes anzeigen, vielleicht sogar bis zum oberen Anschlag. Hier sehen wir aber die Wirkung der Überkompensation, da das Pendel beim Fallen der Temperatur gesunken ist. Nach 8 Uhr wurde ein Ofen eingeheizt, wodurch sich die starke Erhebung der Temperaturkurve erklärt. Man erkennt aus der Nullpunktskurve, dass bei diesem starken Temperaturgradienten die Kompensationseinrichtung sofort nicht gewachsen ist.

Dieses erklärt sich durch die verschiedenen Wärmekapazitäten der Aufhängungsspiralen und Kompensationsschnecke und ganz besonders noch dadurch, dass die Spiralen ausserhalb der Schnecke der Wärmewirkung näher angeordnet waren. Das Minimum des Nullpunktes liegt bei 13^h, von wo ab die Kompensation erst sichtbar einzugreifen beginnt. Erst 2 Stunden nach dem Temperaturmaximum ist die Ruhelage erreicht. Die Kompen-

sation wirkt weiter nach und liefert für höhere Temperaturen eine höhere Ruhelage. Hieraus leuchtet nochmals ein, dass eine zu starke Kompensation bei dem Versuch eingestellt war.

Die ungleichmässige Einwirkung auf die Spiralen und die Schnecke lässt sich sicherlich durch eine zweckentsprechende Bauart vermindern. Wir hatten daher beschlossen eine umgekehrte Anordnung zu treffen, wobei alle Aufhängungsspiralen nach innen in eine blanke Metallhülse eingeschlossen wurden, während die Kompensationsschnecke in 2 zerlegt und ausserdem ausserhalb der Spiralen der Wärmestrahlung zugänglicher angeordnet wurden. Zudem wegen stärkerer Wärmeabsorption wurden die Schnecken mattschwarz lackiert. Ein zweiter in dieser Weise konstruierter Seismograph zeigte erhebliche Vorzüge vor dem früheren.

Fig. 3 zeigt den Verlauf des Nullpunktes innerhalb von 45 Stunden, wobei die Eigenperiode auf ca 12s eingestellt war. Es wurden hierbei nur kleinere Temperaturveränderungen vorgenommen mit Hülfe von 6 elektrischen Lampen, die man im Kellerraum brennen liess. Die obere Kurve gibt die Temperaturen zwischen 13 und 14° C, die untere die Lage des Nullpunktes in Bogenminuten. Auf der Figur erkennt man, dass im Laufe von 45 Stunden keine grossen Ruhelagestörungen stattgefunden haben, obgleich die Temperatur um mehr als 0°,4 C sich geändert hat. Jedenfalls erweist sich die letzte Anordnung als vollständig befriedigend, ganz besonders noch deshalb, weil man an die Pendel nahe herantreten kann, ohne dass dieselben Ablenkungen durch Strahlung erleiden, wie die früheren und dieses sogar ohne jegliche Pappkappe.

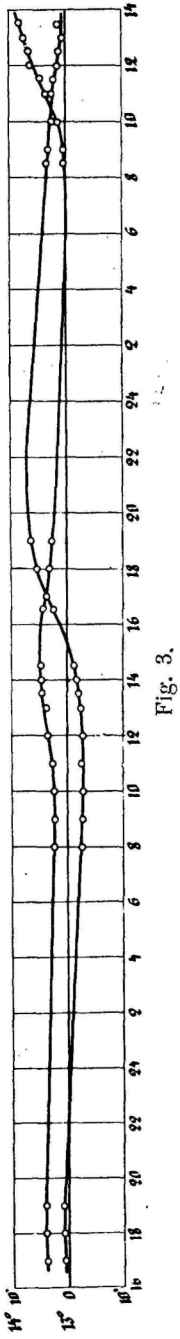


Fig. 3.

Nach diesen Bemerkungen kann man wohl behaupten, dass die Bimetallschnecke bei richtiger Handhabung als Temperaturkompensator zum

Ziel führt. Wo normale Temperaturverhältnisse eines Kellers mit kleinen Gradienten vorliegen, werden die von mir konstatierten Abweichungen noch viel kleiner ausfallen. Ausserdem sind die in Betracht gezogenen Apparate frisch aus der Werkstatt gekommen. Daher spielen noch so manche Nachwirkungen eine Rolle.

Immerhin könnte man hierbei denken, dass durch eine ähnliche Kompensationseinrichtung die variable reduzierte Pendellänge empfindliche Fehler verursacht. Darüber habe ich einen Versuch angestellt, indem ich einmal die reduzierte Pendellänge bei $14^0{,}4$ C und ein zweites Mal bei $9^0{,}9$ C bestimmte. Es ergab sich im ersten Fall $l=13{,}11$ cm und im zweiten $l=13{,}14$ cm. Hieraus ersieht man, dass eine Temperaturdifferenz von $4^0{,}5$ C eine Differenz in der reduzierten Pendellänge von nur 0,03 cm liefert, so dass praktisch diese Veränderung auf die Resultate keinen erheblichen Einfluss ausübt.

Ich glaube, dass durch ähnliche Kompensationen auch die früheren Vertikalseismographen, die besonders in Russland verbreitet sind, viel vertrauenswertere Resultate liefern können, als sonst.

Zu dem Zweck braucht man nur die Aufhängungsspirale in eine Metallhülse einzuschliessen und am Pendelrahmen ein oder zwei Exemplare ähnlicher Bimetallschnecken zu befestigen, wobei das Hauptgewicht entsprechend verkleinert werden muss.

Eesti põlevkivi neutraalõlide dielektri jäävad.

V. Koern.

Kasutades äärmiselt lihtsatest osadest kokkuseatud silda on tarvitades aparatuurile vastavalt kujundatud valemit, mõõdetud Kohtla põlevkivi neutraalõli 9 fraktsiooni (250°—450° C) jaoks dielektriline jääv täpsusega $2^0/_{00}$. Jälgitud selle muutumist aja jooksul. Mõõdetud veel samade õlide elektrijuhtivus, murdumisnäitaja ja tihedus. Esitatud hüpotees dielektrilise jääva positiivse temperatuurkoeffitsiendi olenemisest viskoossusest.

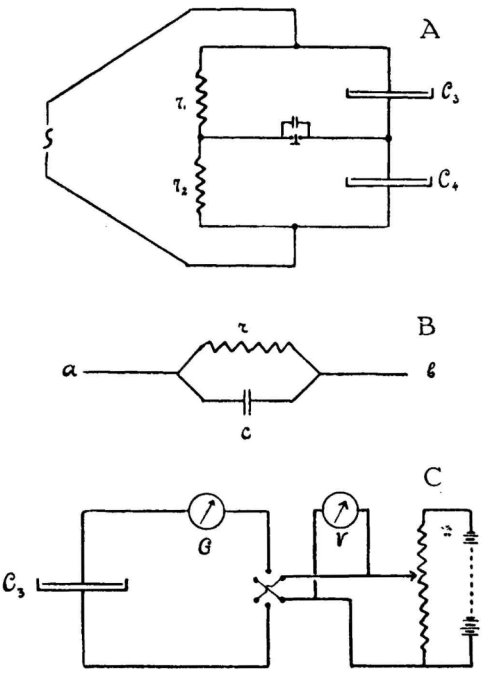
I.

Seades endale ülesandeks uurida põlevkivi õlide dielektri jäävaid, polnud mul võimalik vastavate sisseseadete puudusel tarvitada sarnaseid suurepäraseid ja äärmiselt täpsaid meetode, nagu näit. Herweg'i[1]) poolt esimesena kasutatud hõljumiste meetod, ehk jälle väga laialt tuntud Nernst'i meetod Joachim'i[2]) ja teiste poolt moderniseeritud kujul. Tuli seepärast piirduda lihtsa silla meetodiga ja mõõtmiste korralduse ning vastavate paranduste arvutamisega püüda täpsust tõsta.

Dielektri jääv (DK) on ju lihtsalt määratav, kui dielektrikumiga täidetud kondensori mahtuvuse C' suhe sama kondensori mahtuvusega C, kui ta tühi on. Seega tuleb mõõta kondensori mahtuvusi vabalt valitud mõõtüksustes, milliseks üksuseks kasutatakse muutmatu nn. normaalkondensori mahtu. Nii taandub DK mõõtmine kondensorite mahtuvuste võrdlemisele, milleks kasutasin Wheatstone'i silda joon. 1,A näidatud kujul. Kondensorid C_3 ja C_4 (joon. 2) on eriliselt vedelikkude uurimiseks valmistatud prof. Vilip'i[3]) andmete järele. Nad koosnevad alumistest, vedelikkude sissevalamise võimal-

1) J. Herweg, Zs. f. Phys. 3, 36, 1920.
2) H. Joachim, Ann. d. Phys. 60, 570, 1919.
3) J. Vilip. Zs. f. phys. u. chem. Unterricht. III, 117, 1927.

damiseks madala äärega varustatud 24 cm diameetriga plaatidest, milledele toetuvad kolme merivaigust jalakesega 20 cm diameetriga ülemised plaadid. Plaatide kaugust üksteisest saab muuta mõõdetavalt merivaigust jalakestega ühendatud mikromeeter kruvidega. Et hoiduda mahtuvuste muutumisest plaatide deformumise tagajärjel, siis on plaadid valmistatud 3,5 mm paksusest uushõbedast. Kondensorid asetati lakitud klaasist sammaste abil 15 cm kaugusele üksteise kohale, kusjuures õliga täidetud kond. ülalpool asus. Takistustena tarvitasin



Joon. 1.

Hartmann & Braun'i prätsisioon-reostaate, millised täiesti induktsioonivabad olid. Nullinstrumendiks oli väga tundelik Tartu Telefonivabriku 4000 ohmilise takistusega telefon, millega raadiotehnikas tarvitataval viisil vaikimistäpi paremaks kuulmiseks paralleelselt ühendatud sai 5000 cm mahtuvusega vilgukivi kondensor. Vooluallikaks oli väike akkumulaatoriga töötav Telefunkeni induktor, mis andis 830 perioodilist vahelduvat voolu. Perioodide arvu määrasin kindlaks akustiliselt hõljumuste abil, mida sünnitasin tuntud võnkarvuga heliraua ja induktori poolt sünnitatud toonide vahel.

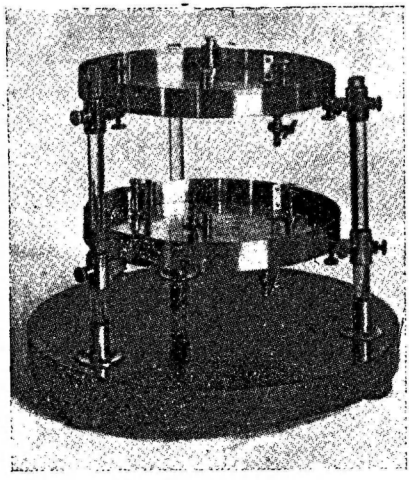
Ühendusteks tarvitasin isoleerimata 1,5 mm vask traate. Kõik juhed said painutatud ainult täisnurga all, järsult, et hoiduda eneseinduktsiooni tekkimisest. Ka juhede asetus sai nii valitud, et nad üksteise peale mõjuda ei saaks.

Tarvitatud silla tasakaalu valem.

Tingimuseks, et silla diagonaalis CD (joon. 1) ei tekiks voolu, on

$$\frac{w_1}{w_2} = \frac{w_3}{w_4} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

kus w_1, w_2, ... on vastavate silla külgede nn. takistusoperaatorid. Kuna käesoleval juhul takistused r_1 ja r_2 omavad peale



Joon. 2.

puhtohmilise takistuse veel teatud mahtuvused C_1 ja C_2 ja samuti kondensorid C_3 ja C_4 võivad omada teatavad energia kaotused, mida väljendada võib kui mahtuvustele C_3 ja C_4 paralleelselt lülitatud ohmilisi takistusi r_3 ja r_4, siis saame igale küljele joon. 1,B näidatud kuju, mis seisab koos puhtohmilisest takistusest r ja puhtmahtuvusest C. Sarnase juhe (ab) takistusoperaator sinusoidaalse vahelduva voolule ringsagedusega ω on:

$$w = \frac{w_1 w_2}{w_1 + w_2} = \frac{r}{1 + r\omega C}$$

Seega oleks käesoleval juhul täpne silla tasakaalu valem:

$$\frac{r_1}{1 + r_1 \omega C} : \frac{r_2}{1 + r_2 \omega C_2} = \frac{r_3}{1 + r_3 \omega C_3} : \frac{r_4}{1 + r_4 \omega C_4} \quad . \quad . \quad (2)$$

milline oma suure mõõta tulevate andmete arvu pärast tarvitamiseks kõlbmata. Õnneks on valemit võimalik lihtsustada. Võrdluseks tarvitatava kondensori C_4 ohmiline takistus $r_4 \sim \infty$ ja samuti ei esine seal energia kaotusi dielektrikumis, kui ka kiirgamise tõttu. Seepärast

$$w_4 = \frac{1}{\omega C_4}$$

Tarvitatud reostaatide mahtuvused on väga väikesed ja kasvavad ühes takistuse kasvamisega. Et meil tegemist alati ainult takistus-operaatorite suhetega, siis võib, nagu näitasid ligikaudsed arvutused ja pärastpoole ka katsed, w_1 ja w_2 asemele võtta lihtsalt r_1 ja r_2. Seega valem (2) omaks kuju:

$$r_1 : r_2 = \frac{r_3}{1 + r_3 \omega C_3} : \frac{1}{\omega C_4}$$

kust

$$C_3 = C_4 \cdot \frac{r_2}{r_1} - \frac{1}{r_3 \omega}$$

ning meie kondensorite mahtuvuste otsitud suhe juhul, kui C_3 on täidetud õliga:

$$\frac{C_3}{C_4} = \frac{r_2}{r_1} - \frac{1}{r_3 \omega C_4} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

Kui C_3 on tühi, siis $r_3 \sim \infty$, sest juhtivust ja energia kaotusi ei ole, ning mahtuvuste suhe on lihtsalt:

$$\frac{C_3}{C_4} = \frac{r_2}{r_1} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

Aparatuuri proovimine.

Enne lõplikkudele mõõtmistele asumist sai aparatuur põhjalikult paljude hoolikalt valitud katsete abil järele proovitud, kas selle kohta võib tarvitada lihtsustatud valemeid (3) ja (4) ja kas ei ole mingisuguseid muid mõjusid märgata, mis resultaatide täpsuse ja tõelikkuse peale võiksid mõjuda.

Esimesena tuli katselisele proovimisele, kas on lubatav reostaatide mahtuvust, mis iga stöpslite kombinatsiooni juures isesugune, arvestamata jätta.

Seadides silla nullseisu, tarvitades sealjuures kord üht kord teistsugust osa reostaatidest kõigis võimalikkudes kombinatsioonides, selgus et reostaatide mahtuvuste mõju igatahes katsevea piirideni ei ulatu. Katsete jooksul jäid kondensorid muidugi puutumata, seal-

juures olid nad mõlemad tühjad, ja seega ka maksev valem (4), nii et tegelikult proovitud sai, kas silla nullseisak muutub, kui suhtes $\frac{w_2}{w_1}$ komponendi $\frac{r_2}{r_1}$ mõlemaid liikmeid proportsionaalselt muuta.

Teiseks võimalikuks vigade põhjuseks võiks olla kondensorite vastastikkune mõju üksteisele, mis, kuigi väiksel määral, nende asetuse tõttu olemas on. See mõju peab suurel määral olenema kondensorite vahelisest kaugusest, seepärast vaja järelekatsumiseks ainult vaadata, kas silla nullseisak ei muutu, kui seda kaugust muuta. Muutes vahet 8—20 cm võis märgata mõju mis oma suuruse poolest katsevea piirkonda langes. Et aga tegelikkude mõõtmiste juures kond. vahe alati muutmataks jäi (15 cm) ja tegemist on vaid relatiivsete mõõtmistega, siis siit küljest ka mingit viga karta ei ole. Samuti ka reostaatide ja juhede omavahelised mõjud ei tule arvesse, mis juba ette oodata oli ja ka järelekatsumisel selgus.

Tuntavat mõju avaldas mahtuvuste peale kas käe ehk mõne maaga ühendatud juhtiva asja lähendamine kondensoritele. Seepärast said viimaste lähedusest kõik kõrvalised asjad eemaldatud ja ise mõõtmiste ajal võimalikult kaugele hoitud.

Vastuvaidlusi võib tekitada asjaolu, et ma olen võtnud õliga täidetud kondensori näiva paralleeltakistusena ainult õli juhtivusest tingitud ja alalise vooluga mõõdetud ohmilise takistuse. On ju teada, et ka igasugu muud energia kaotused vahelduva voolu juures kondensoris avalduvad näiva paralleeltakistuse vähenemisena. Mis puutub energia kaotustesse kiirgamise tõttu, siis on need mõlemas kondensoris nende täpselt ühesuguse ehituse tõttu kõigepealt võrdsed ja teiseks, tarvitatud võrdlemisi madala pinge juures arvestamata väike. Tõsisem on juba lugu energia kaotusega dielektrikumis diipolide, millede olemasolu õli keemilise koosseisu tõttu E. H. L. Meyer'i[1]) järele oodata võib, pööramiseks ja võnkuma panemiseks äratarvitatud energiaga. Et selgusele jõuda, seks korraldasin kaotuse määramiseks Mac Leod'i[2]) järele katsed, mis jällegi silla, mis seekord juba täiesti sümmeetrilisèlt kokku seatud oli, abil toimetasin; nullseisu seadsin õhkkondensori abil. Et riistade täpsus väga piiratud oli, siis ei saanud ma mingit muud energia kaotust, peale juhtivuse tõttu tekkinu, konstateerida, s. o. olemasolevad kaotused on väga väikesed võrreldes juhtivusega. Seega sain ka sellest raskusest üle, mida ma kõige enam kartsin.

1) E. H. L. Meyer, Ann. 75, 801, 1924.
2) Hector J. MacLeod, Phys. Rev. 21, 53, 1923.

Kõrvalised mõõtmised.

Mahtuvuste võrdlemiseks valemi (3) järele on tarvis igakord teada õliga täidetud kondensori ohmilist takistust. Kuna see, nagu eelkatsetest selgus, väga suur on — piirkonnas $10^6 \Omega$, siis ei saanud vastavate eriliste reostaatide puudusel hõlbust ja täpsat vaheldava vooluga määramist tarvitada. Et mõõtmised pidid sündima ka samas kondensoris, mis DK määramiseks tarvitatud ja vigade eest hoidmiseks otsekohe peale viimast samal kohal, siis jäi üle valida takistuse arvutamine ohmi seadusest alalise voolu jaoks, mõõtes pinget ja voolutugevust. Valikut soodustas veel asjaolu, et oli käepärast väga täpne ja tundelik H. & B. peegelgalvanomeeter. Et alalise voolu tarvitamisel tekkivat polarisatsiooni mõju, mis nagu näha alamal katseandmetest, on väike ja ainult väiksemate pingete juures arvesse tuleb, võimalikult kõrvaldada, siis tarvitasin mitmesugust pinget ja asetasin vooluringi kommutaatori. Mõõtmisel tarvitatud ühendused on näha joon. 1, C. Pinge mõõtmiseks tarvitasin H&B. prätsisioon voltmeetrit. Voolutugevuste mõõtmiseks tarvitatud galvanomeetri tundelikkus sai normaal milliampermeetri ja prätsisioon takistuste abil kontrollitud, kusjuures õige väike lahkuminek tekkis vabriku andmetest, nimelt antud tundelikkus H&B. poolt (150 cm skaala kauguse jaoks) $1{,}70.10^{-8}$ Amp./1 mm, kuna mina leidsin $1{,}71.10^{-8}$ Amp./1 mm. Ühendusjuhed galvanomeetri ja kondens. vahel asusid õhus, et ärahoida voolu kaotsiminekut isolatsiooni puudulikkuse tõttu. Voolu hallikaks oli suur akkumulaator patarei, nii et pinge kõikumisi ei olnud.

Veel tulid mõõtmisele murdumisnäitaja enne põhjalikult kontrollitud ja reguleeritud Abbe refraktomeetri abil, ning erikaal — Mohr-Westphal kaaludega.

Mahtuvuste suhte $\frac{C_3'}{C_4}$ arvutamiseks tarvilikke C_4 absoluutväärtusi polnud võimalik kõiki mõõta. Mõõdetud sai see ainult plaatide vahe puhul 2,00 mm, kus see oli 152 cm, kuna teiste kauguste jaoks väärtused geomeetrilistest mõõtudest arvutatud ja vastavad ääremõju parandused suhete mõõtmisel saadud andmete abil leitud. Arvutus on sarnasel pikal kujul seepärast läbiviidud, et näidata kui suur on sarnase kondensori juures äärte mõju. Vaadeldes tarvitatud kondensori kui lihtsat kaartkondensori, väljendub selle mahtuvus mõõtude abil (diel. on õhk):

$$C_g = \frac{F}{4\pi d}$$

Olgu ühe juhuse jaoks otseselt mõõdetud mahtuvus C_0 ja DK määramisel tühjade kond. valemi (4) põhjal saadud mahtuvuste suhe $\frac{C_0}{C_x} = M$, siis võime iga plaatide vahekauguse jaoks väljakirjutada valemi:

$$\frac{C_0}{C_g + \Delta C} = M$$

ning siit arvutada niihästi äärtemõju ΔC kui ka kogumahtuvus C_x. Sarnaselt arvutatud väärtused on esitatud tabelis Nr. 1.

Tabel Nr. 1.

h	C_g cm	ΔC cm	C_x cm	C_x Farad
0,60	416	29	445	$4{,}96.10^{-10}$
0,70	356	65	421	4,68
0,80	312	92	404	4,50
1,00	249	99	338	3,76

$C_0 = 152$ cm.

Uuritud õlid.

Tarvitasin põlevkivi neutraalõlisi, mis järgmiselt said valmistatud. Kohtla õlivabriku toores põlevkivi õli fraktsioneeriti 20 mm Hg rõhumise juures, kusjuures koguti, ümberarvutatult normaalse rõhumise jaoks, fraktsioonid — esiteks kuni 250° C ja edasi iga 25° tagant kunni 450°. Eraldati 10 % KOH laose abil fenoolid, pesti väävelhappega, siis teistkord KOH laosega ja lõpuks mitmed korrad destilleeritud veega. Siis kuivatatud kloorkaltsiumiga ja enne tarvitamist fraktsioonid uuesti 20 mm Hg juures destilleeritud. Nii et kindel võib olla, et on tegemist täiesti puhaste ja esimese katsete seeria juures ka kuivade neutraalõlidega.

Mõõtmiste üldine käik ja resultaadid.

Mõõtmised ise sündisid järgmiselt. Kõigepealt seadsin tühjade kondensorite korral silla reostaatide abil nullseisu. Et vooluallik mitte lihtsat sinusoidaalset voolu ei andnud ja nullseis sagedusest oleneb, seega telefoni täieliselt vaikima üldse ei saa seada, siis seadsin nullseisu põhitooni järele, s. o. muutsin reostaatide takistusi kuni põhitoon telefonis ära kustus ja järele jäid selgesti eraldatavad ülemtoonid. Nullseisu puhul märkisin ära peale takistuste r_1 ja r_2 suuruste ka kondensorite plaatide vahelised kaugused, milledest pärast või-

malik oli arvutada ligikaudselt mahtuvuste absoluutsuurusi. Nüüd täitsin ülemise kond. ettevaatlikult, nii et seis ei muutuks ega õhumullikesi sisse ei jääks, õliga ja leidsin uuesti reostaatide muutmisega nullseisu. Sarnast määramist kordasin igas katseteseerias iga õlisordiga kümme korda. Edasi eraldasin silla juhed ülemisest kondensorist ja ühendasin selle juhtivuse mõõtmise sisseseadega. Vastavad voolutugevused said äraloetud igakord viie isesuguse pinge jaoks piirkonnas 3—40 volti, sealjuures, nagu eelpool tähendatud, tarvitades kommutaatorit ja võttes iga pinge jaoks vastavad keskmised voolutugevused. Kuna teada olid ka kondensoris peituva õli kihi mõõdud, on võimalik arvutada erijuhtivus. Edasi mõõtsin otsekohe murdumisnäitaja ja erikaalu, igat jällegi mitu korda. Kõik mõõtmised olid toimetatud võimalikult ühe ja sama temperatuuri juures ja see alati täpselt ülestähendatud. Sarnaselt toimisin õli iga fraktsiooniga. Tervet sarnast katsete seeriat, mis sisaldas eneses üldse 9 fraktsiooni kohta 369 katset, kordasin kolm korda, kusjuures I ja II seeria vahel oli 2 nädalat, kuna II ja III seeriate vahel ainult paar päeva vahet oli.

Et anda täielikku ülevaadet ja kontrollimise võimalust töö käigu ja täpsuse kohta, esitan siin täielikult ühes arvutustega DK mõõtmise saadused ühe fraktsiooni jaoks esimesest katseteseeriast ühe katse kohta.

Tarvitatud tähised:

r_1 ja r_2 — reost. takistused.
C_3 — õlikond. mahtuvus tühjalt.
C_3' — „ „ täidetult.
C_4 — mõõt- (õhk-) kondens. mahtuvus.
E — pinge voltides.
s — galvanomeetri hälve mm.
k — „ konstant.
r_3 — õliga täidetud kond. takistus ohmides.
n — murdumisnäitaja natriumi D joone jaoks.
h — kondens. plaatide vaheline kaugus mm.
d — erikaal.

Näide I.

Õli Nr. 3. Fraktsioon 275°—300° C.

Nullseis tühjalt. Tabel Nr. 2.

r_1	r_2	C_3/C_4	$a - M_0$		$(a - M_0)^2$
			+	—	
1000	376	0,376	--	—	—
1100	413	0,375	—	1	1
1110	418	0,377	1	—	1
1120	421	0,376	—	—	—
1200	452	0,377	1	—	1
1220	460	0,377	1	—	1
2000	752	0,376	—	—	—
2100	787	0,375	—	1	1
2200	826	0,375	—	1	1
2220	833	0,375	—	1	1
		0,3759	3	4	7

Ühe vaatluse keskm. viga: $\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(a - M_0)^2 - b}{u - 1}} =$

$= \sqrt{\frac{7 + 1}{9}} = 0{,}88$

Resultaadi keskmine viga: $\sigma_M = \frac{\sigma}{\sqrt{u}} = \frac{0{,}88}{\sqrt{10}} = 0{,}28 \backsimeq 0{,}3$

Tühjalt: $\frac{C_3}{C_4} = 0{,}3759 \pm 0{,}0003$

Nullseis, kui ülemine kondens. täidet. õliga:

$h_4 = 0{,}80$ mm $t = 22{,}2^0$ Tabel Nr. 3

r_1	r_2	r_2/r_1	$a - M_0$		$(a - M_0)^2$
			+	—	
1000	1112	1,112	—	1	1
1100	1225	1,114	1	—	1
1110	1236	1,114	1	—	1
1120	1246	1,113	—	—	—
1200	1336	1,113	—	—	—
1210	1346	1,112	—	1	1
1220	1357	1,112	—	1	1
2000	2227	1,114	1	—	1
2100	2343	1,116	2	—	4
2120	2360	1,113	—	—	—
		1,1132	5	3	10

Ühe vaatluse keskm. viga: $\sigma = \sqrt{\frac{10}{9}} = 1{,}1$

Resultaadi „ „ : $\sigma_M = \frac{\sigma}{\sqrt{10}} = 0{,}35 \backsimeq 0{,}4$

suhe õliga: $r_2/r_1 = 1{,}1132 \pm 0{,}0004$

Juhtivuse määramine:

$h_3 = 2{,}00$ mm Tabel Nr 4.

E	s_1	s_2	$\bar{s}$	$r = \frac{E}{k.s}$
4,50	30,0	26,0	28	$9{,}44.10^6$
7,50	49,0	45,0	47	9,38
20,00	127,5	124,0	125	9,40
24,00	152,0	149,0	151	9,35
40,00	250,3	250,5	250	9,40
				$9{,}39.10^6$

Kondens. mahtuvuste suhe täidetult.

$$\frac{C_3'}{C_4} = \frac{r_2}{r_1} - \frac{1}{r_3 \omega C_4} = 1{,}1132 - \frac{1}{9{,}39.10^6.5220.4{,}50.10^{-10}} =$$

$$= 1{,}1132 - 0{,}0453 = 1{,}0679 \pm 0{,}0008$$

Siit DK: $\frac{C_3'}{C_4} : \frac{C_3}{C_4} = \frac{1{,}0679}{0{,}3759} = 2{,}841 \pm 0{,}005$; täpsus: $2^0/_{00}$

Edasi toon kokkuvõetud tabelina samal viisil arvutatud DK väärtused kõigi fraktsioonide jaoks igas katseseerias eraldi. Selgema ülevaate saamiseks neist arvudest on nad joonisel 3, A. graafiliselt kujutatud.

I. katseteseeria. Tabel Nr. 5.

Frakts. Nr.	C_3/C_4	r_2/r_1	$r_3.10^{-6}$	h_4	$C_4 10^{10}$Far.	$\frac{1}{r_3 \omega C_4}$	$\frac{C_3'}{C_4}$	ε	t^0
1	0,598	1,974	4,55	1,00	3,76	0,112	1,862	3,114	22,1
2	0,470	1,467	8,28	1,00	3,76	0,062	1,405	2,989	21,6
3	0,376	1,113	9,39	0,80	4,50	0,045	1,068	2,840	22,2
4	0,378	1,164	4,29	0,80	4,50	0,099	1,065	2,817	22,3
5	0,378	1,220	2,53	0,80	4,50	0,168	1,052	2,783	22,7
6	0,378	1,326	1,63	0,80	4,50	0,261	1,065	2,817	23,0
7	0,376	1,340	4,79	0,80	4,50	0,089	1,251	3,327	22,9
8	0,379	1,430	6,88	0,80	4,50	0,062	1,368	3,609	22,9
9	0,376	1,433	4,61	0,80	4,50	0,094	1,339	3,561	23,0

II. katseteseeria. Tabel Nr. 6.

Nr.	$\frac{C_3}{C_4}$	r_2/r_1	$r_3.10-6$	h_4	$C_4.10^{10}$	$\frac{1}{r_3 \omega C_4}$	$\frac{C_3'}{C_4}$	ε	t^0
1	0,411	1,277	4,17	0,70	4,68	0,098	1,179	2,869	22,0
2	0,343	1,025	4,68	0,60	4,96	0,083	0,942	2,746	22,8
3	0,345	0,981	7,62	0,60	4,96	0,051	0,930	2,696	22,4
4	0,343	1,006	3,61	0,60	4,96	0,107	0.899	2,621	21,8
5	0,343	1,042	2,42	0,60	4,96	0,160	0,882	2,571	21,8
6	0,342	1,130	1,60	0,60	4,96	0,242	0,888	2,596	21,8
7	0,339	1,147	2,27	0,60	4,96	0,170	0,977	2,882	21,8
8	0,337	1,221	4,24	0,60	4,96	0,091	1,130	3,353	21,8
9	0,340	1,254	3,35	0,60	4,96	0,115	1,139	3,353	21,7

III. katseteseeria. Tabel Nr. 7.

Nr.	$\frac{C_3}{C_4}$	r_2/r_1	$r_3.10-6$	$\frac{1}{r_3 \omega C_4}$	$\frac{C_3'}{C_4}$	ε	t^0
1	0,340	1,064	4,31	0,099	0,965	2,838	18,7
2	0,340	1,024	5,02	0,077	0,947	2,785	18,8
3	0,341	0,978	7,52	0,051	0,927	2,718	18,4
4	0,343	1,013	4,18	0,092	0,921	2,685	18,8
5	0,340	1,054	2,47	0,157	0,897	2,638	19,1
6	0,339	1,145	1,66	0,233	0,912	2,690	19,0
7	0,342	1,185	2,09	0,185	1,000	2,924	19,2
8	0,340	1,256	4,07	0,095	1,161	3,415	19,0
9	0,342	1,276	3,56	0,109	1,167	3,412	18,8

$h_4 = 0{,}60$ mm; $C_4 = 4{,}96.10^{-0}$ Far.

Juhtivuse mõõtmise pea eesmärgiks oli järelekatsuda, kas on õlisi võimalik kasutada elektrotehnikas isoleerõlidena, näit. transformaatorites ja voolukatkestajates. Teiseks olid need andmed, nagu ülalpool juba nägime, veel tarvilikud DK arvutamise juures. Et näha, kuivõrt tarvitatud meetodi juures resultaadid olenevad tekkida võivast polarisatsioonist, toon veel ühe katse andmed täielikult, millistes kõige selgemini peegeldub polar. mõju.

Frakts. Nr. 4, seeria II. Tabel Nr. 8.
$h_3 = 2{,}00$ mm.

E	s_1	s_2	$\bar{s}$	R⏜
5,00	81	80	80	$3{,}63.10^6$
7,50	122	122	122	3,62
10,00	163	163	163	3,61
12,00	196	196	196	3,60
25,00	407	411	409	3,59
				$3{,}61{,}10^6$

Eritakistus: $\varrho = \frac{q}{l} \cdot r = \frac{313{,}3}{0{,}200} \cdot 3{,}61 \cdot 10^6 = 0{,}566 \cdot 10^{10}$

Erijuhtivus: $\lambda = \frac{1}{\varrho} = 1{,}77 \cdot 10^{-10}$

Nagu tabelist 8 näha, väheneb pinge suurendamisel 5 kordseks takistus ainult pisut üle 1%, nii et polarisatsiooni mõju, milline suuremate pingete korral nullile lähineb, siin lubatav on kõrvale jätta.

Samal kujul on arvutatud ka kõigil teistel juhustel tabelis Nr. 9 esitatud arvud. Ainult mõnel juhusel on suurema takistuse korral mõõtmispiirkonda laiendatud kuni 40-ne voldini.

Tabel Nr. 9.

№	I. seeria		II. seeria		III. seeria	
	$\varrho.10^{-10}$	$\lambda.10^{10}$	$\varrho.10^{-10}$	$\lambda.10^{10}$	$\varrho.10^{-10}$	$\lambda.10^{10}$
1	0,949	1,053	0,653	1,530	0,676	1,478
2	1,290	0,775	0,734	1,362	0,786	1,271
3	1,470	0,680	1,192	0,839	1,178	0,849
4	0,674	1,482	0,566	1,767	0,656	1,523
5	0,396	2,523	0,380	2,635	0,387	2,582
6	0,256	3,905	0,251	3,979	0,260	3,843
7	0,750	1,333	0,356	2,808	0,328	3,049
8	1,080	0,926	0,665	1,503	0,638	1,565
9	0,723	1,381	0,525	1,904	0,557	1,793

Sellest tabelist on näha, et põlevkivi õlid korralikult raffineeritult oma isolatsioonivõime poolest tehnikas tarvitamiseks kõlbulikud on, kui ainult teised omadused, nimelt madal leekpunkt ja pigistumine õhuga kokkupuutumisel takistusi ei tee.

Murdumisnäitaja n jaoks leidsin refraktomeetri abil järgmised suurused, millised igaüks on rea vaatluste keskmine:

Tabel Nr. 10.

№	n_I	n_{II}	n_{III}	n_I^2
1	1,4716	1,4717	1,4731	2,1656
2	1,4826	1,4829	1,4841	2,1981
3	1,4841	1,4840	1,4862	2,2026
4	1,4890	1,4890	1,4909	2,2171
5	1,4947	1,4951	1,4968	2,2341
6	1,5038	1,5049	1,5068	2,2614
7	1,5124	1,5127	1,5139	2,2874
8	1,5218	1,5223	1,5234	2,3159
9	1,5292	1,5300	1,5311	2,3385

Viimases veerus seisvad andmed on ülevaatliku võrdluse võimaldamiseks kujutatud ühes DK-ga joonisel 3, A.

Erikaaludeks sain Mohr-Westphal kaalude abil alamal seisvad andmed, mis kujutatud joon. 3, B. Iga arv on keskmine viiest mõõtmisest.

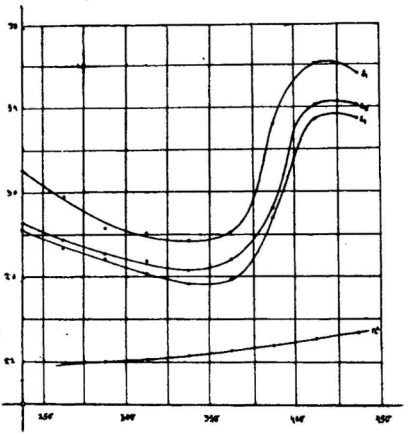
Tabel Nr. 11.

Frakts.		I. seeria		II. seeria		III. seeria	
№	temp.	t^0	d	t^0	d	t^0	d
1	kuni 250°	22,5	0,8538	22,9	0,8541	19,5	0,8569
2	250—275	22,3	8698	24,0	8691	18,9	8725
3	275—300	23,2	8722	23,3	8720	18,8	8753
4	300—325	23,0	8815	23,2	8814	19,1	8844
5	325—350	23,3	8933	22,3	8937	19,5	8967
6	350—375	23,3	9130	22,3	9127	19,2	9147
7	375—400	23,0	9274	22,9	9260	21,0	9280
8	400—425	23,4	9423	22,5	9431	20,0	9448
9	425—450	23,3	9559	22,2	9563	20,0	9582

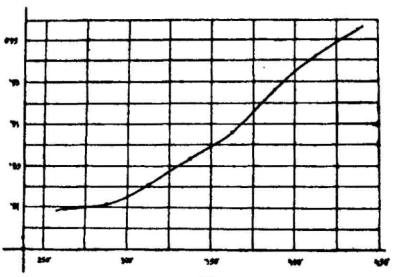
Järeldused.

Vaadeldes lähemalt joon. 3, A. paistab kohe silma peale DK joone väga korrapäratu käigu veel võrdlemisi suur üksikutele katseseeriatele vastavate kõverate lahkuminek üksteisest, kusjuures kõverjoonte kuju siiski alati pea samaks jääb — on ainult paralleelselt edasi nihutatud. Et see lahkuminek kaugele üle mõõtmisvea võimalikkude piiride ulatub, siis tuleb selle põhjust otsida õlides enestes. Kui

tähelepanna, et ka juhtivus väga samakujuliselt muutunud on, kusjuures ka siin III. seeria andmed I. ja II. omade vahele langevad, ning arvestada erikaalu ja murdumisnäitaja kasvamisega ajajooksul, on selge, et õlid oma koosseisu poolest katsete vältusel muutunud on. Eeldades ainult õlide niiskumist, ei saa me äraseletada seda,



A



B

Joon. 3.

et III-da seeria andmed I. ja II. omade vahel asuvad. Kuigi juhtivuse juures seda vast veel nii võiks seletada, et muutumine tõepoolest oli küll kogu aeg ühesihiline, λ — kasvas ajajooksul, kuid näiv väike kahanemine viimases seerias on tingitud temperatuurist, milline III-da seeria mõõtmiste ajal oli umb. 3,5° madalam, kui teistel juhustel, siis ei saa ju väikese temperatuuri langusega ometi seletada DK tuntavat suurenemist, seda enam et põlevkivi õlidel, nende suurt viskoossuse olenevust temperatuurist arvesse võttes, tagapool

näidatud põhjustel oodata on koguni positiivset DK temper. koeffitsienti. Näib, et õlid uurimise aja kestvusel oma muutumises on jõudnud kohani, kus DK on miinimum, milleni jõudmiseks ära kulus 40 päeva seismist pimedas kohas peale raffineerimist, ja siit edasi sünnib juba DK kasvamine. Huvitav oleks sarnast muutumist pikema aja (vähemalt ühe aasta) vältusel uurida.

Erikaalude ja murdumisnäitajate muutumise jälgimisel peame tähelepanema, et tabelites Nr. 10 ja 11 toodud andmed III-da seeria jaoks otsekohest võrdlemist kvantitatiivselt ei luba, sest siin võib temperatuuri muutuse mõju juba kaugelt ületada õlide eneste muutumise. Vaatlusandmete redutseerimist polnud võimalik läbi viia, sest ei ole teada olenevused temperatuurist. Kuna pea igal edaspidisel uurimisel samal alal ikkagi jälle tegemist tuleb erikaalude ja murdumisnäitajate redutseerimisvajadusega teatud temperatuurile, siis oleks väga tarvilik selleks erilisi uurimusi korraldada.

Teiseks asjaoluks, mis joon. 3 silma paistab, on see, et kõigil kõveratel nende korrapäratused üksteisele enamvähem vastavad on. Kõverjoonte korrapäratuse üheks põhjuseks võib pidada seda, et kõik õli fraktsioonid ükshaaval puhastatud said ja mitte üheskoos enne fraktsioneerimist. Teiseks põhjuseks on mitte ühesuurused ajavahed üksikute katsete vahel, millede jooksul õli igakord isepalju muutuda suutis. Niipalju võib siiski näha et fraktsioonidel 300° läheduses DK kõige väiksem on, kuna kõrgemate juures kiiresti, ja madalamate juures vähe suureneb. Kuna murdumisnäitaja kogu aeg pea ühtlaselt kasvab, siis peab oletama, et meil madalamate fraktsioonide juures DK mõõtmispiirkonnas tegemist on dielektriliste anomaaliatega.

II.

Positiivne DK temperatuurkoeffitsient.

Praegu üldtunnustatud D e b y e[1]) diipolteooria järele koosneb elektrivälja E mõjul dielektrikumis tekkinud polarisatsioon P kahest osast: elastselt seotud elektroonide väljaviimisel oma asukohast tekkinud polaarsusest, mis ei olene temperatuurist, ja dielektrikumis valmilt leiduvate elektri diipolide pöördumisest kindlasse asendisse, mille mõju oleneb temperatuurist. Seega on meil dielektrilise polarisatsiooni juures tegemist massi osakeste teatud ruumilise korraldamisega välise elektrivälja mõjul. Moleküülide soojusliikumine aga

1) P. D e b y e. Phys. Zs. 13, 1912.

püüab neid endisesse kaootilisse asendisse tagasi viia. Kui nüüd mõjuv el.-väli püsiv on, siis tekib staatiline tasakaal ja saame kindla DK väärtuse aine jaoks. Kui aga mõjuv el.-väli kiiresti vahelduv on, siis peavad ka diipolid oma sihti sama kiiresti muutma — võnkuma — ja selles ei sega neid enam üksi molekuülide soojusliikumine, vaid ka dielektrikumi sisehõõrumine. Sellelt seisukohalt käsitas küsimust esimesena F ü r t h [1]), kes mitme orgaanilise aine DK olenevust kontsentratsioonist, õigem — viskoossusest uurib. Ka ennne F ü r t h'i on nii mitmedki uurinud lahude, peaasjalikult elektrolüütide DK olenevust kontsentratsioonist, kuid need katsed olid tehtud kõik teise sihiga — peaasjalikult nn. segamisseaduste leidmiseks. Sealjuures ei pööranud keegi tähelpanu asjaolule, et lahude DK ei olene mitte üksi tarvitatud ainete DK-st, vaid väga suurel määral just sellest, kuidas muutub lahustumise tagajärjel viskoossus.

Mina leian, et DK olenevusega viskoossusest on kergesti seletatav sagedasti ilmsikstulev positiivne temperatuurkoeffitsient DK jaoks, millise seletamiseks kusagil kirjanduses midagi kindlat ei leidu. Temperatuuri kasvamisega suureneb ka molekuülide soojusliikumine, mis polarisatsiooni ja seega ka DK-d vähendab. Teisest küljest väheneb aga ka viskoossus, mõnedel ainetel isegi väga kiiresti, temperatuuri kasvamisega ja see kergendab diipolide võnkumist ning suurendab seega DK-d. Kui nüüd soojusliikumise takistav mõju ületab viskoossuse vähenemisest tekkinud mõju, siis kahaneb DK temperatuuri tõusuga. Kui aga soojusliikumise suurenemise mõju viskoossuse vähenemise mõjust suuruse poolest maha jääb, siis saamegi nähtuse, et temperatuuri tõstmise peale vaatamata DK suureneb.

Kokkuvõte.

Käesoleva töö tagajärjed võib lühidalt kokkuvõtta järgmiselt:

A. Teoreetiliselt: Positiivne temperatuurkoeffitsient DK jaoks on viskoossuse muutumise tagajärg.

B. Katseliselt:

1. On näidatud, et teatavatel juhustel ka väga lihtsate abinõudega on võimalik küllaldase täpsusega määrata DK.
2. On arvuliselt leitud Kohtla põlevkivi neutraalõli üheksa fraktsiooni jaoks: a) dielektri jääv, b) juhtivus, c) erikaal, d) murdumisnäitaja.

---

1) R. F ü r t h, Ann. d. Ph. 70, 63, 1923.

3. Oma isolatsioonivõime poolest on Kohtla põlevkivi neutraalõlid kõlbulikud tehnikas isoleerõlidena tarvitamiseks.
4. Põlevkivi neutraalõlid, mis küllastamata ühendeid sisaldavad, muutuvad suuresti dielektriliste omaduste poolest ajajooksul.
5. Põlevkivi neutraalõlide DK omab õlide 40 päevalise seismise järele peale nende valmistamist minimaalse väärtuse.

Dielektrizitätskonstanten der neutralen Brennschieferöle.

Zusammenfassung.

Es wurde zur Bestimmung der Dielektrizitätskonstante der Öle eine aus einfachen Teilen zusammengesetzte Brücke in Schaltung nach Abb. 1, A benutzt. Die Widerstände r_1 und r_2 sind Präzisionsrheostate von Hartmann & Braun, C_3 u. C_4 — ein nach Prof. Wilip[1]) konstruierter Spezialkondensator für Flüssigkeiten, T — ein hochohmiges empfindliches Telephon und I — ein kleiner Saitensummer von Telefunken, welcher auf die Frequenz 830 Hertz eingestellt wurde. Diese Anordnung gestattete, wie es nach theoretischen und gründlichen experimentellen Untersuchungen sich erwies, den Gebrauch einfacher Gleichungen (3) und (4), wobei die erste für den Fall eines mit Öl gefüllten Kondensators C_3' und die zweite für leere Kondensatoren zu gebrauchen ist. r_1 u. r_2 sind die ohmschen Widerstände der entsprechenden Rheostate, r_3 — ein scheinbarer Parallelwiderstand des mit Öl gefüllten Kondensators C_3'.

Untersucht wurden 9 Fraktionen des neutralen estländischen Brennschieferöles. Als Ausgangsmaterial diente das Rohöl der Staatlichen Brennschieferindustrie in Kohtla, welches von Phenolen befreit und im Vakuum (20 mm Hg) fraktioniert wurde — erste Fraktion bis 250° C und weiter nach je 25° bis zu 450° C.

Messungen sind in drei gleichen Serien durchgeführt worden. Zuerst wurde die Dielektrizitätskonstante ε mit der oben beschriebenen Brücke zehnmal bestimmt, wobei die Genauigkeit etwa 2‰ beträgt. Die Resultate sind in den Tabellen Nr. Nr. 5—7 zusammengefasst und in der Abb. 3, A graphisch dargestellt. Ferner wurde die spezifische Leitfähigkeit λ mit Gleichstrom und Galvanometer in der Schaltung nach Abb. 1, C bestimmt. Die Resultate sind zusammengestellt in der Tabelle Nr. 9. Weiter wurde mit der Mohr-Westphal'schen Wage die Dichte d (Tabelle Nr 11 und

1) J. Wilip: Zs. f. phys. u. chem. Unterricht. III, 117, 1927.

Abb. 3, B) und mit dem Abbe'schen Refraktometer der Brechungsindex n (Tab. Nr. 10 u. Abb. 3, A) für die Spektrallinie D bestimmt.

Folgerungen aus diesen Untersuchungen:

1. Ist gezeigt worden, dass in bestimmten Fällen mit ganz einfachen Mitteln die Dielektrizitätskonstante mit genügender Genauigkeit sich bestimmen lässt.

2. Für neun Fraktionen der neutralen Brennschieferöle aus Kohtla sind die Zahlenwerte für a) Diel.-konstante, b) Leitfähigkeit, c) Dichte und d) Brechungsindex gefunden worden.

3. Ihrem Isolationsvermögen nach sind die neutralen Brennschieferöle aus Kohtla geeignet für den Gebrauch in der Technik als Isolationsöle.

4. Neutrale Brennschieferöle, welche ungesättigte Verbindungen enthalten, verändern beträchtlich mit der Zeit ihre dielektrischen Eigenschaften.

5. Dielektrizitätskonstanten der neutralen Brennschieferöle erreichen nach 40 Tagen nach der Herstellung der Öle den minimalen Wert.

Der positive Temperaturkoeffizient für die Dielektrizitätskonstante.

Nach der jetzt allgemein gültigen Dipoltheorie besteht die unter dem Einfluss des äusseren elektrischen Feldes hervorgerufene Polarisation aus zwei Teilen: aus Polarität, welche entsteht durch Herausschleudern der elastisch verbundenen Elektronen aus ihrer neutralen Lage, und welche unabhängig ist von der Temperatur, und aus dem Orientieren der fertigen elektrischen Dipole nach bestimmter Richtung, welches abhängig ist von der Temperatur. So haben wir bei der dielektrischen Polarisation es mit einem räumlichen Ordnen der Massenteilchen unter der Einwirkung der äusseren elektrischen Kraft zu tun. Diesem Bestreben wirkt aber entgegen die Wärmebewegung der Moleküle, die die Massenteilchen wieder in ihren ursprünglichen chaotischen Zustand zurückzuführen sucht. Wenn jetzt das einwirkende elektrische Feld beständig ist, so entwickelt sich ein statisches Gleichgewicht und wir erhalten einen bestimmten Wert für DK, welcher mit der Erhöhung der Temperatur infolge der Vergrösserung der Wärmebewegung abnimmt. Wenn man aber es mit einem hochfrequenten Wechselfeld zu tun hat, so müssen die Dipole ihre Richtung ebenso schnell wechseln. Sie müssen schwin-

gen. Dabei verhindert sie nicht nur die Wärmebewegung, sondern auch die innere Reibung (Viskosität) des Dielektrikums. Ich finde, dass mit der Abhängigkeit der DK von der Viskosität der oft auftretende positive Temperaturkoeffizient von DK sich leicht erklären lässt. Mit der Erhöhung der Temperatur wächst die Wärmebewegung der Moleküle, welche die Polarisation und damit auch DK verkleinert. Gleichzeitig vermindert sich aber auch die Viskosität, bei einigen Substanzen sogar sehr schnell, und dies erleichtert das Schwingen der Dipole und vergrössert damit die DK. Wenn jetzt der Einfluss der Viskositätsänderung den Einfluss der vermindernden Wärmebewegung überwiegt, so vergrössert sich die DK mit der Temperaturerhöhung, und wir haben einen positiven Temperaturkoeffizienten. Im umgekehrten Falle wird dieser Koeffizient, wie gewöhnlich, negativ.

Neuere Forschungen über die Anwendbarkeit des Brennschieferöles und der Phenolate zur Holzkonservierung.

Von Dr. N. Veiderpass.

Wie schon bekannt, hat man in Estland damit begonnen, zum Schutze der Eisenbahnschwellen vor Fäulnis, dieselben erst mit Brennschieferöl und darauf, nach diesbezüglichen Versuchen, mit aus Brennschieferöl gewonnenen Phenolaten zu imprägnieren. Um in Erfahrung zu bringen, ob die mit Brennschieferöl und Phenolaten imprägnierten Bahnschwellen, die eine gewisse Zeit im Gebrauch gewesen sind, sich verändert haben und ob der Imprägnierungsstoff selbst auch keinerlei Veränderungen erfahren habe, wurde mit Einverständnis des Direktors der staatlichen Eisenbahn-Bau-Abteilung in Walk eine Bahnschwellenentnahme aus dem Verkehrsnetz angeordnet.

Eine hierzu ernannte Kommission entnahm am 3. Juli 1928 aus dem Bahndamme der Linie die im Walkschen Imprägnierungswerk imprägnierten Schwellen, um aus ihnen zwecks Analyse 6 cm dicke Stücke vom Ende und aus der Mitte auszusägen. Die untersuchten Endstücke wurden 25 cm vom Ende der Schwellen entnommen.

Die aufgerissenen Schwellen waren imprägniert:

a) mit Brennschieferöl-Destillat in der Zeit vom 15. Mai — 11. Juni 1923.

Besondere Angaben fehlen bezüglich einzelner Schwellen. Zwei Bahnschwellen wurden aufgerissen. Die durch Sägen erhaltenen Stücke wurden mit 23° und 23^{k} bezeichnet, wobei o als Bezeichnung für das am Ende und k das der Mitte entnommene Stück gilt, die andere Probe mit $23+^{o}$ und $23+^{k}$.

Laut Angaben des Depots waren die Imprägnierungsbedingungen wie folgt: Luftdruck 3 Atm. während einer Dauer von 15—20 Minuten, Öldruck — 8 Atm., 30—50 Minuten, das Vakuum ungefähr 650 mm. Die Schwellen haben im Mittel je ca 6,8 Kg Öl aufgenommen. Die Arbeitstemperatur war 80° C.

Unter den Schwellen und seitlich von ihnen fand sich im Bahndamm eine mit Öl durchtränkte Erdschicht. Das Äussere der

Schwellen war durchaus gesund. Die Nagelstellen der Schwelle, wie auch die Nägel selbst waren rostfrei.

b) mit 2% Phenolat:

Aufgerissen wurden zwei Schwellen. 1) Imprägniert am 6. IX. 1924. Ihr Gewicht betrug vor dem Imprägnieren 3 Pud 2 Pfund [1]), nach der Imprägnierung 4 Pud 8 Pfund. Die von mir untersuchte Schwelle trug die Bezeichnung I—XXVI, beiderseitig behauener Halbbalken (Bohle). Die Imprägnierungsbedingungen waren gewesen: anfängliches Vakuum von 30 Minuten zu 650 mm, Druck 8 Atm. eine Stunde lang. Aussehen der Schwelle wie gewöhnlich.

2) Imprägniert am 12. IX. 24. Vorimprägnierungsgewicht — 3 Pud 15 Pf., nach dem Imprägnieren — 4 Pd. 6 Pf. Die Schwelle trug die Bezeichnung I—XXXV.

c) mit 3%-igem Phenolat:

Imprägniert den 9. X. 1925. Ursprüngliches Gewicht $3^1/_2$ Pd., nach dem Imprägnieren 4 Pd. $27^1/_2$ Pf. Die Schwelle war nicht auf der Linie, sondern im Depot-Hofe. Aussehen sehr gut. Das Holz durchaus gesund.

d) mit 5%-igem Phenolat:

Imprägniert am 2. V. 1924. Aufgenommen war das Gewicht der Schwelle 1 Pd. 13 Pf. Das Aussehen ein sehr gutes.

Die Schwellenuntersuchung wurde nach folgendem Plane ausgeführt:

1) Bestimmung des Quantums des Imprägnierungsmittels im oberen, mittleren und unteren Teile der Schwelle.

2) Bestimmung des Wassergehalts daselbst.

3) Feststellung der Veränderungen, welche das Öl und die Phenolate im Laufe der Zeit erlitten hatten.

4) Bestimmung der mechanischen Eigenschaften des Holzes.

Erste Versuchsserie.

a) Bestimmung des Imprägnierungsquantums.

Zur Analyse des Imprägnierungsquantums wurden aus den vorliegenden Stücken mit Hülfe eines Bohrers an drei Stellen der Schwelle, oben, in der Mitte und unten, Kern-Proben entnommen und sofort 5 g schwere Stücke ausgewogen. Die genommenen Proben wurden im Soxhlet'schen Apparat mit Aether extrahiert.

---

1) 1 Pud = 40 Pfund = 16 kg.

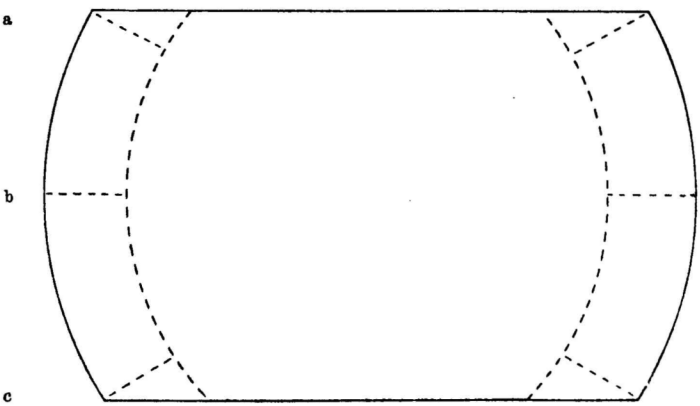
Der Aether wurde beim Destillieren verdunstet, der nachgebliebene Extrakt $^1/_2$ Stunde bei 100° C getrocknet und dann gewogen.

Das Phenolat hatte sich im Holz, im Laufe der angegebenen Zeit gänzlich zersetzt; wohl unter dem Einfluss des Holzes und äusserer Faktoren, so dass man daher dasselbe vollständig mit Aether extrahieren konnte.

b) Bestimmung des Wassergehaltes.

Der Holzrückstand wurde bei 105° C getrocknet, wie dieses gewöhnlich bei Wasserbestimmungen gemacht wird; darauf gewogen. Das Gewicht des Wassers wurde durch Abzug des getrockneten Holzes und der Extrakt-Summe vom urspünglichen Gewicht erhalten.

Da wie bekannt für gewöhnlich der natürliche Harzgehalt im Holz sehr verschieden ist, und letzterer im Imprägnierungsöl löslich



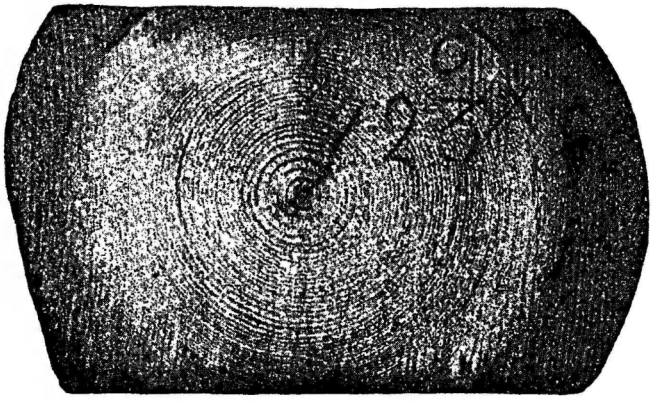
a, b, c — Bohrlöcher.

ist, so muss man daher diesen vom Imprägnierungsöl in Abzug bringen. Es ist jedoch augenblicklich unmöglich, die im Imprägnierungsöl gelöste Harzmenge festzustellen, da uns bekannt ist, dass das Brennschieferöl selbst im Laufe der Zeit verharzt und infolgedessen sehr verschiedenartige Polimerisationsprodukte entstehen, deren Charakter eben noch wenig erforscht ist. Diese Produkte können teilweise ihrem Charakter nach dem Holzharz ähnlich sein.

Die erhaltenen Angaben, wie auch photographische Aufnahmen sind in den untenstehenden Tabellen gegeben:

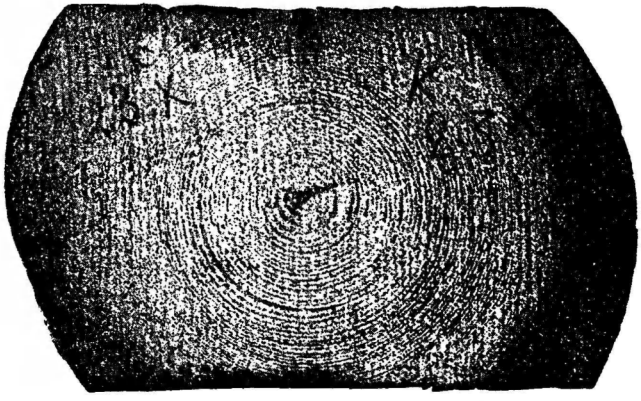
Tabelle I.

Mit Schieferöl-Destillat imprägniert.



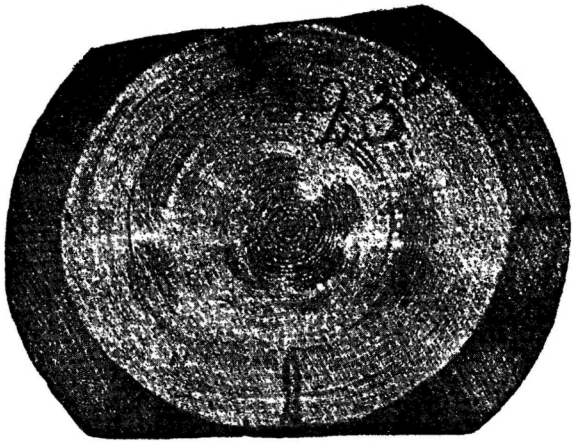
23 + v. Ende, 1923.

	Wasser %	Extrakt %	Mittl. Extrakt %
Das Splintholz gut durchtränkt, die Grenze zwischen Splint- und Kernholz deutlich sichtbar. Im oberen Teil der Schwelle sieht man zwei radiale Risse. Ebenso ein radialer Riss im Herzteil der Schwelle, der wahrscheinlich schon vor dem Imprägnieren vorhanden war.	Oben 28,75.	8,42.	16,02.
	Mitte 23,15.	13,78.	
	Unten 20,86.	25,88.	



23 ∓ Mitte, 1923.

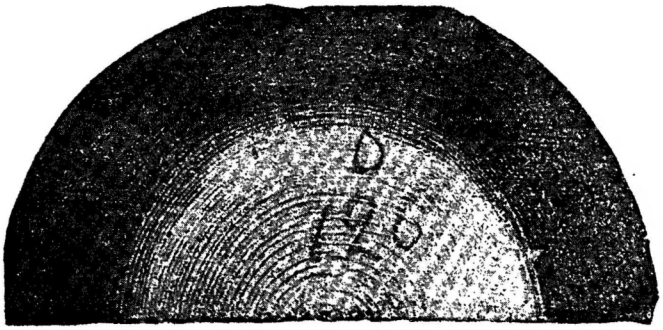
Das Splintholz gut durchtränkt, die Grenze zwischen Splint- und Kernholz deutlich sichtbar. Im oberen Teil der Schwelle sind zwei kleine radiale Risse bemerkbar.	Oben 26,84.	11,12.	20,66.
	Mitte 30,15.	24,15.	
	Unten 27,56.	26,71.	



23 Ende, 1923.

	Wasser %	Extrakt %	Mittl. Extrakt %
Das Splintholz gut durchtränkt, die Grenze zwischen Splint- und Kernholz deutlich sichtbar. Im oberen Teil der Schwelle sieht man ein Nagelloch der Schiene. Im Kernteil der Schwelle — schwarze Stellen, die Schieferöl enthalten, da vor dem Imprägnieren mechanische Zersetzungsprozesse in der Schwelle vor sich gegangen sind.	Oben		
	20,92.	14,65.	
	Mitte		15,25.
	19,12.	13,08.	
	Unten		
	27,09.	18,02.	

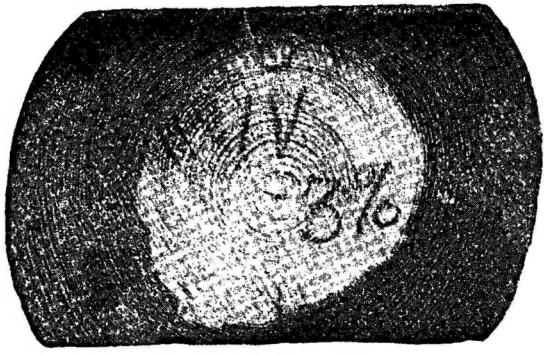
Mit 2% Phenolat imprägniert.



126 v. Ende, 1924.

Das Splintholz gut durchtränkt, die Grenze zwischen Splint- und Kernholz deutlich sichtbar.	Oben		
	16,25.	4,92.	
	Mitte		3,03.
	19,77.	1,79.	
	Unten		
	20,15.	2,38.	

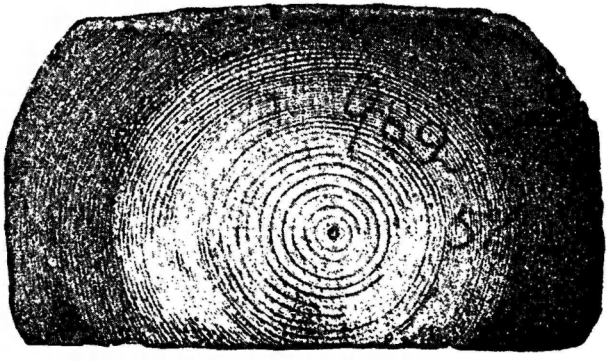
Mit 3% Phenolat imprägniert.



IV. Ende 1925.

	Wasser %	Extrakt %	Mittl. Extrakt %
Das Splintholz gut durchtränkt, die Grenze zwischen Splint- und Kernholz deutlich sichtbar. Jedoch ist der Splintteil nicht gleichmässig imprägniert. Es treten dunklere und hellere Stellen hervor. Da die betreffende Schwelle nicht in der Bahn gewesen war, wurden die Proben zur Extrahierung nur vom oberen u. unteren Schwellenteil genommen.	Oben 21,03.	3,25.	3,52.
	Unten 18,01.	3,09.	

Mit 5% Phenolat imprägniert.



82 v. Ende 1924.

Das Splintholz gut durchtränkt, die Grenze zwischen Splint- und Kernholz deutlich sichtbar. Im oberen Schwellenteil sieht man zwei kleine radiale Risse, welche jedoch in den Splintteil nicht eindringen.	Oben 23,14.	7,38.	7,03.
	Mitte 21,86.	5,91.	
	Unten 29,16.	7,82.	

Zweite Versuchsserie.

Später gelangte man zur Notwendigkeit, diejenigen Veränderungen nachzuweisen, die im Laufe der Zeit im Imprägnierungsmittel entstanden waren, und auch festzustellen, ob die mit Phenolat imprägnierten Schwellen, die, wie oben ersichtlich 1924 und 1925 imprägniert wurden, somit also 4—5 Jahre im Betrieb gewesen waren, nicht auch selbst Veränderungen erlitten hatten.

Man war nämlich im Zweifel darüber, ob nicht etwa Alkali, welches bei der Zersetzung von Phenolat freigeworden, schädlich auf das Holz gewirkt habe.

Dazu wurde die Schwellenmasse bei der Extrahierung vom Imprägnierungsstoff befreit, da letzterer bei der mikroskopischen und mikrochemischen Strukturuntersuchung störend gewirkt hätte.

Die vorliegende Untersuchung ergab eine völlige Unberührtheit der Holzstruktur, wie durch äussere Einflüsse, so auch durch das Imprägnierungsprodukt.

Um die chemische Veränderung des Imprägnierungsstoffes festzustellen, wurde im Verlauf einer Stunde auf dem Wasserbade aus einer bestimmten Menge der Schwellenmasse gewonnener Extrakt mit $^1/_2$ n KOH in alkoholischer Lösung verseift. Der Alkohol wurde entfernt, der Niederschlag in Wasser gelöst und anfangs zur Beseitigung der unverseiften Stoffe mit Aether extrahiert. Die Aetherlösung wurde mit wasserfreiem Natriumsulfat getrocknet. Der Aether wurde eingedampft und der Niederschlag 15 Minuten bei 100° C getrocknet und gewogen. Die übriggebliebene Flüssigkeit wurde mit 10% Bariumchlorid versetzt, was eine Ausscheidung der Harzseifen zur Folge hatte. Die ausgeschiedenen Seifen wurden mit Wasser gewaschen, welchem etwas Bariumchloridlösung hinzugefügt war. Die gewonnenen Seifen wurden mit Salzsäure verdünnt und darauf mit Aether extrahiert, der Aether entfernt, der Niederschlag im Trockenschranke getrocknet und gewogen.

Zu der nachgebliebenen alkalischen Flüssigkeit, welche hauptsächlich Phenole enthielt, wurde Salzsäure hinzugefügt und mit Aether extrahiert. Die Aether-Lösung wurde mit Natriumsulfat getrocknet, der Aether entfernt, die Phenole im Trockenschranke $^1/_2$ Stunde getrocknet und gewogen.

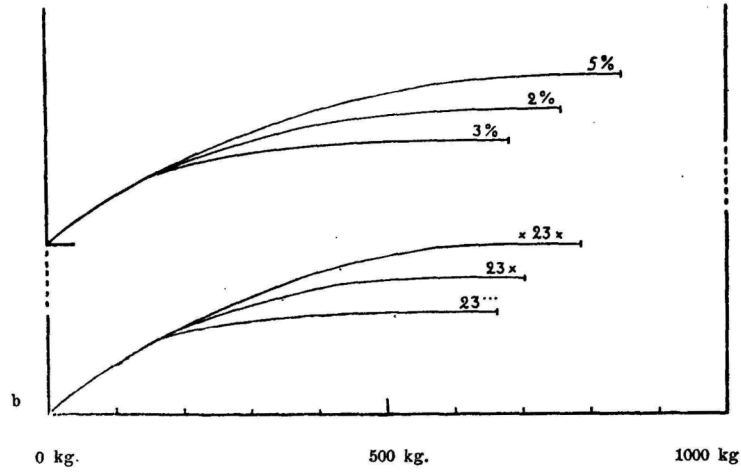
Die erhaltenen Resultate sind in untenstehender Tabelle gegeben.

Tabelle II.

	Unverseifte Stoffe	Phenole	Harzstoffe zusammen mit Holzharz.
Der von Schwellen, die mit 2% Phenolat imprägniert waren, erhaltene Extrakt.	23,48%	12,28%	63,24%
Der von Schwellen, die mit 3% Phenolat imprägniert waren erhaltene Extrakt.	26,40%	23,66%	48,57%
Der von Schwellen, die mit 5% Phenolat imprägniert waren, erhaltene Extrakt.	25,71%	14,71%	58,14%
Der von Schwellen, die mit Brennschieferöl-Destillat imprägniert waren, erhaltene Extrakt 23+o.	63,14%	20,31%	14,55%
Der von Schwellen, die mit Brennschieferöl-Destillat imprägniert waren, erhaltene Extrakt 23+k.	67,64%	18,19%	13,14%
Der von Schwellen, die mit Brennschieferöl-Destillat imprägniert waren, erhaltene Extrakt 23o.	63,74%	19,79%	13,48%

Dritte Versuchsserie.

Die mechanischen Eigenschaften des Holzes nach der Imprägnierung und nach dem Lagern im Gleise.



Druckdiagramm.

Anmerkung: a) mit Phenolat imprägniert,
b) mit Brannschieferöl imprägniert.
+23+ — Schwellenmitte (S. 6)
23+ — Schwellenende (S. 6)
23··· — „ „ (S. 7)

Um festzustellen, ob nicht vielleicht doch die Widerstandsfähigkeit des Holzes sich unter den verschiedenen äusseren Einflüssen vermindert hatte, wurden sowohl mit Brennschieferöl-Destillat, als auch mit Phenolaten imprägnierte Schwellen auf ihre Dauerhaftigkeit durch Druckversuche erprobt.

Tabelle III.

Benennung des Imprägnierungsproduktes und sein %	Wann imprägniert	Mittlere Feuchtigkeit in %	Durchschnittsangaben d. Druckes in Kg/1 cm²	Welchen äusseren Einflüssen ausgesetzt	Anmerkungen
Phenolat 2%-ig.	6. IX. 24	11,85	758,4	Die ganze Zeit über in der Bahnlinie verblieben	Nicht gebrochen
„ 3%-ig.	9. X. 25	12,15	682	Draussen gelagert	Nicht gebrochen
„ 5%-ig.	2. V. 24	11,76	848	Die ganze Zeit über in der Bahnlinie verblieben	Nicht gebrochen
Brennschieferöl-Destillat (23°)	15. V. — 11. IV. 23	10,32	662	Die ganze Zeit über in der Bahnlinie verblieben	Beim Druck wurde das Öl herausgepresst
„ (23+°)	„ „ „	11,26	703,4	„ „	„ „
„ (23+ᵏ)	„ „ „	11,47	788,4	„ „	„ „

Wenn wir jetzt, den verschiedenartigen Charakter des Holzes beiseite lassend die erhaltenen Druckversuche mit denjenigen von 1925 [1]) vergleichen, so ist ersichtlich, dass die Widerstandsfähigkeit der mit Phenolaten imprägnierten Schwellen im Laufe der Zeit ums Doppelte gestiegen ist. Der Druck auf 1 cm² von 332 Kg, mit 2% Phenolat imprägnierte Schwellen ist nach Verlauf dreier Jahre 756 Kg pro 1 cm². Dieser Sachbestand lässt sich dadurch erklären, dass in den Schwellen, die vor 3 Jahren untersucht wurden, das Phenolat zum Teil noch unzersetzt war, wogegen eben, wie aus Tabelle II ersichtlich, in grösserer Menge Harzstoffe entstanden waren, die auf das Holz verzementierend einwirken, was ein Steigen der Widerstandsfähigkeit des Holzes zur Folge hat. Das Brenn-

1) N. Weiderpass u. P. Kogerman. Über die Anwendbarkeit der Brennschieferöl-Phenolate zur Holzkonservierung. Sitzungber. d. Naturf. Ges., Tartu, 1926.

schieferöl-Destillat enthält jedoch grösstenteils Neutral-Öle. Das Neutral-Öl beeinflusst teilweise die Widerstandsfähigkeit des Holzes, da es die Bindung der einzelnen Holzelemente verringert. Wie aus derselben Tabelle ersichtlich, ist auch der Harzgehalt in diesen Schwellen verhältnismässig kleiner.

Wie früher gesagt, war der Bahnkörper unter und um die Schwellen herum mit Öl durchtränkt, während man das bei mit Phenolat imprägnierten Schwellen nicht bemerken kann. Daraus folgt, dass die mit Brennschieferöl imprägnierten Schwellen einen Teil ihres Imprägnierungsstoffes verloren hatten. Jedoch wieviel, war nicht möglich festzustellen, da die Angaben des Imprägnierungs-Depots zu mangelhafte waren.

Für gewöhnlich verliert die mit Steinkohlenteer[1]) imprägnierte Schwelle im Verlauf dreier Jahre ca 44% des Imprägnierungsstoffes. Steinkohlenteer enthält nahe 2% unter 200° C siedender Stoffe.

Nach Gram[2]) verbleibt im Holze, auf imprägniertes Holz berechnet, 2—5% des Imprägnierungsöles. Die erwähnte Ölmenge verbleibt im Holz im Laufe vieler Jahre und schützt somit genügend den Splintholzteil.

Die radialen Risse, die in den oberen Schwellenteilen bemerkbar waren, sind anscheinend durch die Wasserverdunstung der feuchten äusseren Splintholzteile im Sommer entstanden.

Durch die erwähnten Risse können in die Kernteile des Holzes die dem Holz Verderben bringenden Pilze eindringen.

Indem wir das Eindringen des Wassers in die Kernteile des Holzes zu verhindern suchen, können wir auch dem Eindringen und der Entwicklung der Pilze im Holze eine Grenze setzen.

Nach Gram steigt gleichzeitig mit dem Verluste des Imprägnierungsstoffes die Wassermenge im Holze, die bis zu 60% anwachsen kann. Derselbe Autor meint, dass das Wasser das spezifisch schwerere Öl nach unten hin in die Splintteile verdrängt. Diese letztere Meinung Gram's ist uns nicht gelungen bei den mit Brennschieferöl-Destillat imprägnierten Schwellen zu bestätigen, denn wie die Versuche zeigten, war das Öl wohl nicht gleichmässig im Holze verteilt, jedoch das in den oberen Schwellenteilen befindliche Öl unterschied sich von dem in der Mitte und unten befind-

1) Zeit. f. ang. Chem. 1913.—793.

2) J. Gram. Ist Steinkohlenteeröl das beste Imprägnierungsöl für Holz. Teer. 1927. № 33.

lichen bezüglich der leichteren Teile. So enthielt der aus den oberen Teilen erhaltene Extrakt fast kein leichtes Öl, im mittleren fand sich dieses reichlicher und zum grösseren Teil im unteren. Auch bemerkte man, dass gerade leichtere Neutral-Öle als erste aus dem Holze hervortreten, dagegen aber die schwereren Teile mit Phenol-Charakter verharzen und allmählich von der Holzoberfläche ausgehend in dem Gewebe fixiert werden. Sehr charakteristisch ist dieses gerade bei den mit Phenolaten imprägnierten Schwellen.

Man glaubte von dem Imprägnierungsöl, das aus Steinkohlenteer hergestellt war, dass es auf zwei Arten wirkt: desinfizierend und wasserverdrängend. Gram behauptet, dass die Steinkohlenöl-Destillate für diesen Zweck noch nicht die idealen Mittel wären. Das leichtflüssige Teeröl kann dem Einfluss des Wassers nicht lange Widerstand bieten. Bei der Imprägnierung sind dickflüssige, fast steife Stoffe, die das Wasser abwehren, weit zweckentsprechender.

Letzteres in Betracht ziehend, rät Gram zur Benutzung von paraffinreichen Ölen, welche in Generatoren bei niedriger Temperatur erhalten wurden, da besagte Öle sehr wenig Bestandteile besitzen, die unter 200° C destillieren.

Falsch ist Gram's Behauptung, dass paraffinreiche Öle asphaltieren. Gerade im Gegenteil, ungesättigtes oder mit einer Asphaltbasis behaftetes Öl wird verharzt.

Bei Kannehlkohle-, Braunkohle- und Torfteeren asphaltiert nicht der Paraffin-Teil, sondern gerade die neutralen und besonders phenolähnlichen ungesättigten Teile.

Zu derartigen tieftemperaturigen und asphaltartigen Ölen gehört auch unser Kohtlasches Brennschieferöl. Wie bekannt, erfolgt das Destillieren des Brennschiefers bei niedriger Temperatur — 450—500° C. Auch enthält das Brennschieferöl gegen 1% unter 200° C siedender Teile [1]), während das Phenolat Bestandteile mit höherem Siedepunkt besitzt. Daher ist Brennschieferöl schwerflüssig, Phenolat aber vollständig unflüchtig.

Aus den Versuchen geht hervor, dass der Wassergehalt in den Schwellen, im Vergleich zu dem Normalwassergehalt des Holzes — 25%, recht gering ist. Dieses muss man dem Brennschieferöl und dem Phenolat zuschreiben. Besagte Stoffe verhindern das Eindringen des Wassers ins Holz durch ihre Zähflüssigkeit und auch durch das Nichtvorhandensein im Wasser löslicher Teile.

1) Loodus, Põlevkivi-number 1924. S. 337.

Obgleich Phenolat eine Wasserlösung ist, zersetzt es sich im Laufe der Zeit unter äusseren Einflüssen recht schnell, indem es Phenole und andere säureartige Stoffe ausscheidet, die sich dann am Holze fixieren.

Die Zersetzungsprodukte des Brennschieferöls und auch der aus ihm gewonnenen Phenolate haben den Hang, unter Lufteinfluss zu kondensieren und zu polimerisieren — zu verharzen. Dieses bestätigt auch die makroskopische Untersuchung der Schwellenproben, bei denen deutlich in den Holzporen braunschwarze Kreise sichtbar waren, wie auch die in Tabelle II sich findenden Daten zeigen.

Besonders augenfällig ist diese Verharzung bei den mit Phenolat imprägnierten Schwellen.

Bei den Druckversuchen sieht man deutlich, dass die Schwellen, die mehr verharzt sind, d. h. zähflüssigere Imprägnierungsstoffe enthalten, einen stärkeren Druck aushalten.

Zusammenfassung.

Indem wir die erhaltenen Angaben zusammenfassen, können wir folgendes konstatieren:

Die mit Brennschieferöl-Destillat und Phenolat imprägnierten Schwellen, welche 4—5 Jahre im Eisenbahnbetrieb gewesen sind sind hinsichtlich der mechanischen Eigenschaften des Holzes durchaus unverändert geblieben. Damit ist auf Grund der gegenwärtigeu Angaben die Gebrauchsdauer der Schwelle um ein Vielfaches verlängert, wenn wir mit der Gebrauchsdauer von 3—5 Jahren bei gewöhnlichem rohem Fichtenholz rechnen.

Die Dauerhaftigkeit der mit Phenolat imprägnierten Schwellen ist bei den Druckversuchen grösser, als bei den mit Brennschieferöl imprägnierten.

Der Wassergehalt der Schwellen ist verhältnismässig klein wenn man die 25% Wassergehalt von Rohholz in Betracht zieht. Bei mit Brennschieferöl imprägnierten im Mittel — 17,58—28,18% bei mit Phenolat imprägnierten — 13,15—24,72%.

Dieses beweist, dass die erwähnten Imprägnierungsmittel nicht nur ihre Desinfizierungsaufgabe erfüllt, sondern auch das Eindringen des Wassers in die Holzmasse verhütet haben.

Daraus folgt, dass obengenanntes Brennschieferöl und Phenolat laut bisheriger Angabe zwecks Holzkonservieruug durch Imprägnierung mit gutem Erfolge angewandt werden können, da sie durchaus die ähnlichen ausländischen Produkte übertreffen.

Universität Tartu (Dorpat).
1928.

Untersuchungen über die Humusazidität einiger Süd-Estländischer Wälder.

Von A. Rühl.

Die Literatur über die Bodenazidität ist in letzterer Zeit sehr umfangreich geworden und fast täglich erscheinen neue Beiträge aus den verschiedensten Ländern. Auch die Botaniker und Forstleute haben sich eingehend mit diesem Problem beschäftigt und durch ihre Untersuchungen interessante Resultate erzielt.

Es liegt nicht im Rahmen dieser kurzen Mitteilung eine Übersicht der vorhandenen Literatur zu geben und ich muss mich mit einem blossen Aufzählen der benutzten Literatur zum Schluss dieser Arbeit begnügen.

Über die Reaktion der Waldböden Estlands sind bis jetzt meines Wissens keine Arbeiten veröffentlicht worden, und ich hoffe durch diese kurze Notiz wenigstens eine kleine Übersicht über die Aziditätsverhältnisse unserer Waldböden geben zu können.

An dieser Stelle halte ich es für meine angenehme Pflicht dem Herrn Prof. A. Nömmik, der mir freundlichst das Arbeiten an der von ihm geleiteten Agrikulturchemischen Versuchsstation gestattet hat, meinen verbindlichsten Dank auszudrücken, ebenfalls seinem Assistenten, Herrn Mag. L. Pääsuke für die bereitwillige Hilfe bei der Aziditätsbestimmung.

Bei meinen Untersuchungen der Bodenvegetation diente mir als Grundlage die Cajander'sche Waldtypeneinteilung, die ich den Estländischen Verhältnissen entsprechend umgearbeitet habe (Rühl 1927 und 1928).

Da ich in der vorliegenden Schrift bei der Behandlung der Waldtypen einige Änderungen vorgenommen habe, so will ich hier kurz die wichtigsten Abweichungen von meiner früheren Typeneinteilung erläutern.

Unter dem Namen *Oxalis*-Typ habe ich Probeflächen des *Oxalis-Majanthemum*- und des *Dryopteris*-Typs vereinigt. Neu hinzugekommen ist ein Vertreter der üppigsten Hainwälder — der *Hepatica*-Typ, welcher aber nur höchst selten in reiner Form zu finden ist. Eine Moosdecke fehlt hier vollständig, vereinzelt findet man nur *Hypnum striatum*, *Hylocomium triquetrum*, *Catharinea undulata* und einige *Mnium* Arten. In der Bodenvegetation herrschen vor sehr anspruchsvolle Planzenarten, wie *Hepatica*, *Pulmonaria*, *Actaea spicata*, *Viola mirabilis*, *Galeobdolon*, *Aegopodium* u. a. m. Die Standortsgüte des *Hepatica*-Typ entspricht der I Bonitätsklasse.

Zu der Gruppe der Hainartigen-Bruchwälder gehören die 1927 von mir dem *Oxalis*-Typ zugezählten Probeflächen, während die Gruppe der Kraut-Bruchwälder meine *Pyrola*-, *Felices*- und *Ulmaria*-Bruchwälder vereinigt (Rühl, 1928).

Zu dem recht stark verbreiteten *Myrtillus*-Reisermoor-Typ gehören ziemlich produktive Wälder mit einer 10—20 cm starken Torfschicht. Von den Moosen dominieren *Sphagnum Girgensohnii*, *Sph. acutifolium* nud *Hylocomium parietinum*, von den höheren Pflanzen *Vaccinium myrtillus*, *Calluna* und *Carex globularis*. Dieser Typ nähert sich dem von Cajander unter gleichem Namen beschriebenen (1913. p. 152).

Der letzte von mir behandelte Anmoorige-*Vaccinium*-Typ ist der aller unproduktivste und kommt nur auf ganz armem ausgelaugten Sandboden vor. Von den Moosen ist das wichtigste *Sphagnum acutifolium*, von den höheren Pflanzen *Calluna*, *Vaccinium vitis ideae*, *Carex globularis* und *Eriophorum vaginatum*.

In den verschiedenen Waldtypen wurden möglichst gleichmässige Flächen von etwa 200 m^2 ausgesucht und die Vegetation nach der Norrlin'schen Skala beschrieben.

Daraufhin wurden auf 10—25 Stellen der Probefläche die sich in den Grenzen eines 30×30 cm grossen Rahmens befindenden Pflanzenarten notiert und der Deckungsgrad in Zehnteln der Quadratfläche bestimmt. Bei der Entnahme der Humusproben wurde in der analysierten Kleinfläche die noch unzersetzte Streuschicht entfernt und aus der Humusschicht eine ca. 200 ccm grosse Probe entnommen. Die Proben habe ich an der Sonne oder bei Zimmertemperatur getrocknet, gesiebt (2 mm Maschenweite) und darauf baldmöglichst untersucht. Einige Proben musste ich jedoch im trockenen Zustande 2—4 Wochen aufbewahren. Von der getrockneten und gesiebten Humusprobe wurden 20 g abgewogen, in einem Kol-

ben mit ca. 80 ccm destilliertem Wasser aufgeschlämmt und bei wiederholtem Aufschütteln 24 Stunden stehen gelassen. Schliesslich wurde die Azidität auf elektrometrischem Wege mittels einer Chinhydronelektrode bestimmt.

Die Entnahme der Proben geschah von Mitte Juni bis Mitte August dieses Jahres in den staatlichen Forstrevieren Kilingi und Tartu (Dorpat). Ersteres Revier liegt in der Pernauschen Niederung und besteht zum grössten Teil aus bruchartigen Wäldern, die für die Niederungen Estlands sehr typisch sind. Auch in dem Dorpater Forstrevier liegen die Verhältnisse ähnlich, doch kann man dort öfters typische Hainwälder antreffen.

Wie aus der Tabelle Nr. 1 zu ersehen ist, habe ich im Ganzen die Vegetation und die Azidität der Humusdecke von 400 Quadraten untersucht.

Die von mir untersuchte Humusdecke der Estländischen Wälder reagiert, wie das auch nicht anders anzunehmen ist, zum überwiegenden Teil deutlich sauer. Die mittleren Werte der Azidität einzelner Probeflächen schwanken zwischen pH 3,8—6,3, während die äussersten Werte pH 3,0 und 7,9 betrugen.

Unter meinen Probeflächen sind 14 verschiedene Waldtypen vertreten, ausserdem habe ich noch 5 Proben aus einem jungen Fichtenbestande mit *Impatiens parviflora* im Park zu Ratshof genommen. Angaben über die durchschnittliche Azidität der einzelnen Waldtypen sind in der Tabelle Nr. 2 zu finden.

Aus dieser Tabelle tritt deutlich der gesetzmässige Verlauf der pH-Werte in den Typen der ersten drei Klassen hervor, und zwar steigen die durchschnittlichen Reaktionszahlen mit der Produktivität der einzelnen Typen. Eine Ausnahme bildet der *Calluna*-Typ, der merkwürdigerweise höhere pH-Werte aufweist, als der bedeutend bessere *Vaccinium*-Typ. Leider habe ich vom ersteren Typ nur 10 Proben aus einem Einzelbestande entnommen und es ist ja möglich, dass der untersuchte Bestand eine Ausnahme bildete. In den übrigen Typen liegt die Differenz der pH-Mittelwerte weit ausserhalb der Grenzen des wahrscheinlichen Fehlers.

Weniger deutlich liegt die Sache bei den bruchmoorartigen Wäldern; die üppigste Gruppe der hainartigen Bruchwälder hat allerdings eine sehr hohe Reaktionszahl. Merkwürdig niedrig liegt dagegen der pH-Wert der ziemlich ertragsfähigen Heidelbeer-Bruchwälder. Ebenso ist die Azidität des unproduktivsten Anmoorigen-*Vaccinium*-Typs geringer als der, der bedeutend besseren *Myrtillus*-

Reisermoor-Wälder. Doch, wie ich bereits oben erwähnte, wird hier wohl auch das geringe zur Verfügung stehende Material eine gewisse Rolle spielen und endgültig könnte diese Frage erst durch weitere umfangreichere Untersuchungen geklärt werden.

Dr. Aaltonen hat in Finnland ähnliche Untersuchungen über die Azidität der Humusdecke einzelner Waldtypen angestellt, doch sind die von ihm gefundenen Werte erheblich höher, als die meinigen; im Allgemeinen aber ist das Verhältnis zwischen den einzelnen Typen äusserst ähnlich. Meine Reaktionszahlen nähern sich den von Hesselman in Schweden gefundenen Werten (1926 p. 518), so weit man die nach der schwedischen Klassifikation eingeteilten Typen mit den meinigen vergleichen kann.

Im laufenden Jahre hat Rheinwald die Azidität Württembergischer Waldböden untersucht, wobei er unter anderem feststellte, dass die Bodenazidität in keinem deutlichen Zusammenhang mit den Waldtypen steht. Da Rheinwald seine Untersuchungen auf anderer Grundlage ausgeführt hat, sind seine Ergebnisse mit denen Aaltonen's und den meinigen schwer zu vergleichen.

Was die Schwankungen der Reaktionszahlen in den Einzelbständen ein und desselben Waldtyps betrifft, so hängen solche beträchtlich von dem jeweils herrschenden Waldbestand ab. Wie Hesselman seinerzeit klar bewiesen hat, bewirkt Einmischung von Laubbäumen in den Nadelwaldbestand gewöhnlich eine Veränderung des pH in alkalischer Richtung (Hesselman 1926 p. 520). Sehr deutlich tritt diese Regel hervor bei zwei in ein und demselben Jagen untersuchten *Oxalis-Myrtillus*-Typ Probeflächen: auf der Probefläche Nr. 17, die zum grössten Teil mit Aspen bestockt war, betrug die Reaktionszahl 5,36, während auf der in einem Fichtenbestande entnommenen Probefläche Nr. 21 die Azidität pH 4,86 betrug und in einem Kiefernbestande in Techelfer (Forstrevier Dorpat) fiel die Reaktionszahl im selben Typ sogar bis 4,37.

Auch auf ein und derselben Probefläche schwankt das pH selbst auf geringen Entfernungen recht bedeutend. Steinblöcke steigern die Azidität des Humus und die Differenz zwischen der Humusazidität in einer Mulde und nebenan auf einem Stein kann fast 2 pH-Grade erreichen. Ähnlich wirkt verwesendes Holz, während auf Brandstellen das pH steigt (siehe auch Frank 1927 p. 103). So betrug die durchschnittliche Humusazidität der zum *Oxalis*-Typ gehörenden Probefläche Nr. 5 pH 5,7, während sich daselbst auf einer

kleinen Brandfläche der höchste von mir gefundene pH-Wert 7,9 fand und auf verwestem Holz fand ich bloss pH 4,85.

Seit Olsen's grundlegenden Untersuchungen haben sich die Botaniker eingehend mit der Beziehung zwischen der Bodenazidität und der Verteilung der Pflanzen beschäftigt. In diesem Jahre erschien eine sehr interessante Arbeit von Dr. Kotilainen, der sich diesem Problem speziell in Bezug der Moorböden Finnlands gewidmet hat. Hier will ich versuchen Ähnliches für die Waldböden Estlands zu bringen und habe die Hauptresultate in der Tabelle 3 und 4 zusammengefasst (In diesen Tabellen sind nur diejenigen Pflanzen berücksichtigt worden, die sich wenigstens auf 5 Proben fanden). Sämtliche Pflanzen habe ich in 7 Gruppen eingeteilt. Gruppe A enthält solche Pflanzen, die sehr grosse Ansprüche in Bezug auf die Reaktion der Humusdecke stellen und deutlich stark sauren Boden meiden. Diese Pfanzen fanden sich am häufigsten in den Grenzen pH 6,6—7,0. Ausser *Pyrola uniflora*, die auf sehr verschiedenen Böden vorkommt, gehören die Pflanzen der Gruppe A zu den anspruchsvollsten Bewohnern der Hainwälder und hainartigen Bruchwälder.

Auch zu der folgenden Gruppe B gehören ziemlich anspruchsvolle Arten, sie haben jedoch eine grössere Variationsbreite und finden ihr Verbreitungsoptimum bei der VII pH-Klasse (6,1—6,5). Eine sehr deutlich ausgebildete eingipfelige Kurve bildet *Oxalis acetosella*, während andere, wie z. B. *Carex digitata*, eine zweigipfelige Verbreitungskurve haben. Der niedrigste Wert des pH, wo sich noch *Oxalis acetosella* fand, betrug 3,8 (Vallin, 1925, p. 110, hat diese Pflanze sogar bei pH=3,65 gefunden).

Zu der letzten Gruppe G gehören endlich die ausgesprochen stark azidophilen Pflanzen, die bei einem pH 3,6—4,0 kulminieren und mit Ausnahme von *Vaccinium vitis ideae* und *Hylocomium parietinum* an sehr enge Grenzen der pH- Werte gebunden sind.

Tabelle № 1.

Verzeichnis der untersuchten Probeflächen.

Lfde. №	Waldtyp.	Durchschnittlicher pH-Wert.	Datum der Probenentnahme	Ort der Probenentnahme.	Beschreibung des Holzbestandes.	Zahl der untersuchten Proben.
1.	Hain-Bruchwald	6,22	17. VI 28	Kilingi	Aspe 6, Birke 1, Fichte 3; 120 Jahre	25.
2.	Kraut-Bruchwald	5,81	17. VI 28	„	Fichte 8, Aspe 2; 120 Jahre	25.
3.	Hain-Bruchwald	6,34	18. VI 28	„	Esche 8, Birke 2; 30 Jahre	10.
4.	Kraut-Bruchwald	5,25	21. VI 28	„	Erle 10; 40 Jahre	10.
5.	*Oxalis*-Typ	5,72	21. VI 28	„	Fichte 10; 80 Jahre	10.
6.	*Veronica*-Typ . .	5,98	22. VI 28	„	Fichte 5, Kiefer 1, Birke 4; 70 Jahre	10.
7.	*Hepatica*-Typ . .	6,47	22. VI 28	„	Birke 6, Aspe 2, Fichte 2; 80 Jahre	10.
8.	*Oxalis-Myrtillus*-Typ	4,87	22. VI 28	„	Kiefer 4, Birke 3, Fichte 3; 100 Jahre	10.
9.	*Vaccinium*-Typ .	3,88	23. VI 28	„	Kiefer 10; 120 Jahre	10.
10.	*Calluna*-Typ . . .	4,14	23. VI 28	„	Kiefer 10; 80 Jahre	10.
11.	*Oxalis*-Typ. . . .	5,71	23. VI 28	„	Fichte 10; 30 Jahre, sehr dicht	10.
12.	*Myrtillus*-Typ . .	4,62	24. VI 28	„	Kiefer 4, Aspe 3, Fichte 2, Birke 1; 120 Jahre	10.
13.	Anmooriger *Vaccinium*-Typ . .	4,00	24. VI 28	„	Kiefer 10; — 80 Jahre.	10.
14.	*Myrtillus*-Reisermoor-Wald . .	4,01	24. VI 28	„	Kiefer 10; — 100 Jahre	10.
15.	*Myrtillus*-Bruch	4,53	26. VI 28	„	Aspe 5, Birke 1, Kiefer 2 Fichte 2; 100 Jahre	10.
16.	*Oxalis*-Typ. . . .	5,57	9. VII 28	Tartu (Vasula)	Aspe 6, Fichte 4; — 50 Jahre	25.
17.	*Oxalis-Myrtillus*-Typ	5,36	9. VII 28	„	Aspe 9, Fichte 1; 40 Jahre	25.
18.	*Impatiens parviflora*	6,86	13. VII 28	Tartu (Raadi)	Fichte 10; 30 Jahre	5.
19.	Gras-Bruch . . .	4,38	14. VII 28	Tartu (Vasula)	Birke 8, Fichte 2; 40 Jahre	10.
20.	*Hepatica*-Typ . .	6,21	15. VII 28	Tartu (Vasula)	Aspe 10; — 40 Jahre	10.
21.	*Oxalis-Myrtillus*-Typ	4,86	18. VII 28	„	Fichte 10; — 45 Jahre	10.
22.	*Myrtillus*-Bruchwald	3,84	19. VII 28	„	Kiefer 6, Fichte 2, Aspe 1, Birke 1; —50 Jahre	10.
23.	*Oxalis-Myrtillus*-Typ	4,37	22. VII 28	Tartu (Techelfer)	Kiefer; 80 Jahre	10.
24.	*Vaccinium*-Typ .	4,02	23. VII 28	„	Kiefer 10; 80 Jahre	5.

Lfde. №	Waldtyp.	Durchschnittlicher pH-Wert.	Datum der Probenentnahme.	Ort der Probenentnahme.	Beschreibung des Holzbestandes.	Zahl der untersuchten Proben.
25.	*Myrtillus*-Reisermoor	3,65	23. VII 28	Tartu (Techelfer)	Kiefer 10; 60 Jahre	10.
26.	Kraut-Bruchwald	6,49	7. VIII 28	Kilingi	Aspe 8, Fichte 2; 80 Jahre	10.
27.	Gras-Bruch . . .	6,14	7. VIII 28	„	Birke 10; — 80 Jahre	10.
28.	Hain-Bruchwald	6,38	8. VIII 28	„	Birke 8, Schwarzerle 2; 40 Jahre	10.
29.	*Myrtillus*-Typ . .	4,00	12. VIII 28	„	Kiefer 10; — 100 Jahre	10.
30.	Kraut-Bruchwald	5,50	12. VIII 28	„	Kiefer 8, Fichte 2; 120 Jahre	10.
31.	Kraut-Bruchwald	6,06	13. VIII 28	„	Birke 5, Aspe 2, Fichte 3; 120 Jahre	10.
32.	*Oxalis*-Typ. . . .	5,41	15. VIII 28	„	Fichte 8, Birke 2; — 40 Jahre	10.
33.	*Oxalis-Myrtillus*-Typ	4,56	15. VIII 28	„	Fichte 6, Birke 4; — 50 Jahre	10.
34.	*Oxalis*-Typ. . . .	5,47	16. VIII 28	„	Birke 10; 60 Jahre	10.
35.	*Vaccinium*-Typ .	3,64	17. VIII 28	„	Kiefer 10; — 140 Jahre	10.
						400.

Tabelle № 2.

Die durchschnittliche Humusazidität in den einzelnen Waldtypen.

Laufende №	Waldtyp	Anzahl der Proben	Durchschnittlicher pH-Wert.	Wahrscheinlicher Fehler
1	*Calluna*-Typ	10	4,1	±0,03
2	*Vaccinium*-Typ	25	3,8	±0,03
3	*Myrtillus*-Typ	20	4,3	±0,06
4	*Oxalis-Myrtillus*-Typ	65	4,9	±0,03
5	*Oxalis*-Typ	65	5,6	±0,04
6	*Veronica*-Typ	10	6,0	±0,09
7	*Hepatica*-Typ	20	6,3	±0,05
8	Hainartige-Bruchwälder . .	45	6,3	±0,04
9	Kraut-Bruchwälder	65	5,8	±0,06
10	*Myrtillus*-Bruchwälder . . .	10	3,8	±0,04
11	*Myrtillus*-Brüche	10	4,5	±0,07
12	Gras-Brüche	10	5,2	±0,05
13	*Myrtillus*-Reisermoorwälder .	20	3,8	±0,04
14	Anmooriger *Vaccinium*-Typ.	10	4,0	±0,11

Tabelle № 3.

Lfde. №	Die Arten	Die Anzahl der Proben in verschiedenen pH Klassen.									Die Anzahl der Proben zusammen
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
		pH<3,6	3,6—4,0	4,1—4,5	4,6—5,0	5,1—5,5	5,6—6,0	6.1—6,5	6,6—7,0	pH 7,0 <	
	Gruppe A.										
1	*Viola mirabilis*	—	—	—	—	2	1	1	5	1	10
2	*Impatiens parviflora*	—	—	—	—	—	—	—	4	1	5
3	*Anemone ranunculoides* . . .	—	—	—	—	2	2	4	7	1	16
4	*Paris quadrifolius*	—	—	—	—	—	3	5	7	—	15
5	*Pyrola uniflora*	—	—	1	—	2	—	1	3	—	7
	Gruppe B.										
6	*Acrocladium cuspidatum* . .	—	—	—	—	—	—	5	—	—	5
7	*Galium palustre*	—	—	—	—	1	—	7	1	—	9
8	*Mercurialis perennis*	—	—	—	1	—	1	6	4	—	12
9	*Chrysosplenium alternifolium*	—	—	—	—	—	2	7	1	—	10
10	*Mnium Seligeri*	—	—	1	—	—	3	13	3	—	20
11	*Pulmonaria officinalis* . . .	—	—	—	—	—	2	4	1	1	8
12	*Ulmaria pentapetale*	—	—	—	2	3	4	22	5	—	36
13	*Mnium undulatum*	—	—	—	1	1	1	6	2	—	11
14	*Geum rivale*	—	—	—	1	1	2	7	2	—	13
15	*Pyrola rotundifolia*	—	—	1	—	1	2	8	1	—	13
16	*Ranunculus cassubicus* . . .	—	—	—	—	2	—	5	1	1	9
17	*Ranunculus repens*	—	—	—	1	1	—	3	1	—	6
18	*Equisetum pratense*	—	1	1	1	3	3	12	4	1	26
19	*Crepis palludosa*	—	—	—	—	3	4	10	3	—	20
20	*Climacium dendroides* . . .	—	—	—	2	3	2	8	5	—	20
21	*Pyrola secunda*	—	1	1	—	2	1	5	4	—	14
22	*Carex vaginata*	—	1	4	1	2	2	15	1	—	26
23	*Galeobdolon luteum*	—	—	—	1	4	18	23	10	—	56
24	*Milium effusum*	—	—	—	—	2	1	3	1	—	7
25	*Viola Riviniana*	—	—	—	2	5	3	8	3	1	22
26	*Rubus saxatilis*	—	—	5	3	8	10	26	5	—	57
27	*Anemone nemorosa*	—	—	4	7	8	11	24	8	—	62
28	*Aegopodium podagraria* . .	—	—	1	—	—	2	2	1	—	6
29	*Caliergon cordifolium* . . .	—	—	—	1	2	—	3	—	—	6
30	*Orobus vernus*	—	—	—	—	3	1	3	1	—	8
31	*Calamagrostis lanceolata* . .	—	—	1	3	—	—	4	—	—	8
32	*Convallaria majalis*	—	—	2	5	2	2	6	4	—	21
33	*Hepatica triloba*	—	—	—	1	5	14	14	3	1	38
34	*Hylocomium triquetrum* . .	—	4	9	14	14	18	29	17	—	105
35	*Oxalis acetosella*	—	2	8	24	33	40	55	23	2	187
36	*Carex digitata*	—	1	1	4	5	4	5	4	1	25
37	*Aira caespitosa*	—	—	1	1	2	1	3	—	—	8
38	*Melica nutans*	—	—	1	2	3	5	5	1	—	17
39	*Plagiochila asplenioides* . .	—	3	—	3	2	—	4	—	—	12
	Gruppe C.										
40	*Stellaria holostea*	—	—	—	—	1	8	5	1	—	15
41	*Asarum europaeum*	—	—	—	—	3	5	4	1	—	13
42	*Mnium medium*	—	—	—	1	1	2	1	—	—	5
43	*Veronica chamaedrys*	—	—	—	2	4	4	3	—	—	13

Lfde. №	Die Arten	Die Anzahl der Proben in verschiedenen pH Klassen.									Die Anzahl der Proben zusammen.
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
		pH <3,6	3,6 – 4,0	4,1—4,5	4,6—5,0	5,1—5,5	5,6—6,0	6,1—6,5	6,6—7,0	pH 7,0 >	
44	*Sorbus aucuparia*	—	—	2	2	5	6	3	1	—	19
45	*Fragaria vesca*	—	1	6	7	12	13	10	4	1	54
46	*Brachythecium salebrosum* .	—	—	—	1	2	3	—	—	—	6
47	*Agrostis canina*	—	—	—	1	4	4	1	—	—	10
	Gruppe D.										
48	*Rubus ideaus*	—	—	—	—	3	1	1	1	—	6
49	*Pyrola minor*	—	—	—	—	5	1	—	—	—	6
50	*Nephrodium dryopteris* . . .	—	—	1	2	11	7	6	2	1	30
51	*Veronica officinalis*	—	—	1	1	3	2	1	—	—	8
52	*Dicranum scoparium*	—	—	2	1	2	—	—	—	—	5
	Gruppe E.										
53	*Bryum roseum*	—	—	—	3	1	—	1	—	—	5
54	*Solidago virga aurea*	—	1	—	3	1	—	3	1	—	9
55	*Hypnum striatum*	—	—	1	2	1	1	—	1	—	6
56	*Majanthemum bifolium* . . .	—	5	27	29	27	22	28	10	—	148
57	*Calamagrostis arundinacea* .	—	4	7	14	10	6	3	1	—	45
58	*Trientalis europea*	—	2	11	13	7	8	4	—	—	45
59	*Luzula pilosa*	1	5	8	10	4	7	6	1	—	42
60	*Melampyrum silvaticum* . . .	—	2	1	4	1	—	—	—	—	8
61	*Sphagnum recurvum*	—	1	2	3	1	—	1	—	—	8
	Gruppe F.										
62	*Aira flexuosa*	—	—	3	—	1	1	—	—	—	5
63	*Equisetum silvaticum*	—	1	3	2	1	1	—	—	—	8
64	*Polytrichum commune* . . .	—	1	6	1	—	—	—	—	—	8
65	*Hylocomium proliferum* . . .	2	12	22	18	9	10	20	3	—	96
66	*Picea excelsa jun.*	1	4	10	5	2	—	2	1	—	25
67	*Sphagnum squarrosum* . . .	1	2	8	1	—	—	1	—	—	13
68	*Cladonia silvatica*	—	2	6	—	—	—	—	—	—	8
69	*Polytrichum juniperinum* . .	—	2	5	—	—	—	—	—	—	7
70	*Carex canescens*	—	2	5	—	—	—	—	—	—	7
71	*Vaccinium myrtillus*	10	34	37	17	8	5	1	—	—	112
72	*Aulacomnium palustre* . . .	2	1	3	1	—	—	—	—	—	7
73	*Sphagnum Girgensohnii* . .	2	1	2	1	—	—	—	—	—	6
	Gruppe G.										
74	*Empetrum nigrum*	—	5	—	—	—	—	—	—	—	5
75	*Hylocomium parietinum* . . .	3	39	23	8	2	2	3	—	—	80
76	*Vaccinium vitis ideae* . . .	10	39	35	11	10	5	3	1	—	114
77	*Vaccinium uliginosum* . . .	2	7	1	—	—	—	—	—	—	10
78	*Sphagnum acutifolium* . . .	2	8	6	—	—	—	—	—	—	16
79	*Calluna vulgaris*	4	13	9	—	—	—	—	—	—	26
80	*Ptilium crista castrensis* . .	4	9	5	2	1	—	—	—	—	21
81	*Dicranum undulatum* . . .	5	13	7	1	—	—	—	—	—	26
82	*Melampyrum pratense* . . .	6	11	6	1	—	—	—	—	—	24
83	*Carex globularis*	4	7	2	1	—	—	—	—	—	14

Tabelle № 4.

Lfde. №	Die Arten	Der prozentuelle Anteil der Proben an jeder pH Klasse.								
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
		pH < 3,6	3,6—4,0	4,1—4,5	4,6—5,0	5,1—5,5	5,6—6,0	6,1—6,5	6,6—7,0	pH > 7,0
	Gruppe A.									
1	*Viola mirabilis*	—	—	—	—	20	10	10	50	10
2	*Impatiens parviflora*	—	—	—	—	—	—	—	80	20
3	*Anemone ranunculoides* . .	—	—	—	—	12,5	12,5	25	43,7	6,3
4	*Paris quadrifolius*	—	—	—	—	—	20	33,3	46,7	—
5	*Pyrola uniflora*	—	—	14,3	—	28,6	—	14,3	42,8	—
	Gruppe B.									
6	*Acrocladium cuspidatum* . .	—	—	—	—	—	—	100	—	—
7	*Galium palustre*	—	—	—	—	11,1	—	77,8	11,1	—
8	*Mercurialis perennis*	—	—	—	8,3	—	8,3	50	33,4	—
9	*Chrysosplenium alternifolium*	—	—	—	—	—	20	70	10	—
10	*Mnium Seligeri*	—	—	5	—	—	15	65	15	—
11	*Pulmonaria officinalis* . . .	—	—	—	—	—	25	50	12,5	12,5
12	*Ulmaria pentapetale*	—	—	—	5,6	8,3	11,1	61,1	13,9	—
13	*Mnium undulatum*	—	—	—	9,1	9,1	9,1	54,5	18,2	—
14	*Geum rivale*	—	—	—	7,7	7,7	15,4	53,8	15,4	—
15	*Pyrola rotundifolia*	—	—	7,7	—	7,7	15,4	61,5	7,7	—
16	*Ranunculus cassubicus* . . .	—	—	—	—	22,2	—	55,6	11,1	11,1
17	*Ranunculus repens*	—	—	—	16,7	16,7	—	50	16,6	—
18	*Equisetum pratense*	—	3,8	3,8	3,8	11,5	11,5	46,3	15,5	3,8
19	*Crepis palludosa*	—	—	—	—	15	20	50	15	—
20	*Climacium dendroides* . . .	—	—	—	10	15	10	40	25	—
21	*Pyrola secunda*	—	7,1	7,1	—	14,3	7,1	35,7	28,7	—
22	*Carex vaginata*	—	3,8	15,4	3,8	7,7	7,7	57.8	3,8	—
23	*Galeobdolon luteum*	—	—	—	1,8	7,1	32,1	41.1	17,9	—
24	*Milium effusum*	—	—	—	—	28,6	14,3	42,9	14,2	—
25	*Viola Riviniana*	—	—	—	9,1	22,7	13,6	36,4	13,6	4,6
26	*Rubus saxatilis*	—	—	8,8	5,3	14	17,5	45,6	8,8	—
27	*Anemone nemorosa*	—	—	6,5	11,3	12,9	17,7	38,7	12,9	—
28	*Aegopodium podagraria* . .	—	—	16,7	—	—	33,3	33,3	16,7	—
29	*Caliergon cordifolium* . . .	—	—	—	16,7	33,3	—	50	—	—
30	*Orobus vernus*	—	—	—	—	37,5	12,5	37,5	12,5	—
31	*Calamagrostis lanceolata* . .	—	—	12,5	37,5	—	—	50	—	—
32	*Convallaria majalis*	—	—	9,5	23,8	9,5	9,5	28,7	19	—
33	*Hepatica triloba*	—	—	—	2,6	13,3	36.8	36,8	7,9	2,6
34	*Hylocomium triquetrum* . .	—	3,8	8,6	13,3	13,3	17,1	27,6	16,3	—
35	*Oxalis acetosella*	—	1,1	4,3	12,8	17,6	21,4	29,4	12,3	1,1
36	*Carex digitata*	—	4	4	16	20	16	20	16	4
37	*Aira caespitosa*	—	—	12,5	12,5	25	12,5	37,5	—	—
38	*Melica nutans*	—	—	5,9	11,8	17,6	29,4	29,4	5,9	—
39	*Plagiochila asplenioides* . .	—	25	—	25	16.7	—	33,3	—	—
	Gruppe C.									
40	*Stellaria holostea*	—	—	—	—	6,7	53,3	33,3	6,7	—
41	*Asarum europaeum*	—	—	—	—	23,1	38,5	30,8	7,6	—
42	*Mnium medium*	—	—	—	20	20	40	20	—	—
43	*Veronica chamaedrys*	—	—	—	15,4	30,8	30,8	23,0	—	—

Lfde. №	Die Arten	Der prozentuelle Anteil der Proben an jeder pH Klasse.								
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
		pH<3,6	3,6—4,0	4,1—4,5	4,6—5,0	5,1—5,5	5,6—6,0	6,1—6,5	6,6—7,0	pH 8,0 >
44	*Sorbus aucuparia*	—	—	10,5	10,5	26,3	31,6	15,8	5,3	—
45	*Fragaria vesca*	—	1,9	11,1	13	22,2	24,0	18,5	7,4	1,9
46	*Brachythecium salebrosum* .	—	—	—	16,7	33,3	50	—	—	—
47	*Agrostis canina*	—	—	—	10	40	40	10	—	—
	Gruppe D.									
48	*Rubus ideaus*	—	—	—	—	50	16,7	16,7	16,6	—
49	*Pyrola minor*	—	—	—	—	83,3	16,7	—	—	—
50	*Nephrodium dryopteris* . . .	—	—	3,3	6,7	36,7	23,3	20	6,7	3,3
51	*Veronica officinalis*	—	—	12,5	12,5	37,5	25	12,5	—	—
52	*Dicranum scoparium*	—	—	40	20	40	—	—	—	—
	Gruppe E.									
53	*Bryum roseum*	—	—	—	60	20	—	20	—	—
54	*Solidago virga aurea*	—	11,1	→	33,4	11,1	—	33,4	11,1	—
55	*Hypnum striatum*	—	—	16,7	33,2	16,7	16,7	—	16,7	—
56	*Majanthemum bifolium* . . .	—	3,4	18,2	19,6	18,2	14,9	18,9	6,8	—
57	*Calamagrostis arundinacea* .	—	8,9	15,6	31,1	22,2	13,3	6,7	2,2	—
58	*Trientalis europea*	—	4,4	24,4	28,9	15,6	17,8	8,9	—	—
59	*Luzula pilosa*	2,4	11,9	19,0	23,8	9,5	16,7	14,3	2,4	—
60	*Melampyrum silvaticum* . .	—	25	12,5	50	12,5	—	—	—	—
61	*Sphagnum recurvum*	—	12,5	25	37,5	12,5	—	12,5	—	—
	Gruppe F.									
62	*Aira flexuosa*	—	—	60	—	20	20	—	—	—
63	*Equisetum silvaticum*	—	12,5	37,5	25	12,5	12,5	—	—	—
64	*Polytrichum commune* . . .	—	12,5	75	12,5	—	—	—	—	—
65	*Hylocomium proliferum* . .	2,1	12,5	23,0	18,7	9,4	10,4	20,8	3,1	—
66	*Picea excelsa jun.*	4	16	40	20	8	—	8	4	—
67	*Sphagnum squarrosum* . . .	7,7	15,4	61,5	7,7	—	—	7,7	—	—
68	*Cladonia silvatica*	—	25	75	—	—	—	—	—	—
69	*Polytrichum juniperinum* . .	—	28,6	71,4	—	—	—	—	—	—
70	*Carex canescens*	—	28,6	71,4	—	—	—	—	—	—
71	*Vaccinium myrtillus*	8,9	30,4	33	15,2	7,1	4,5	0,9	—	—
72	*Aulacomnium palustre* . . .	28,6	14,3	42,8	14,3	—	—	—	—	—
73	*Sphagnum Girgensohnii* . . .	33,3	16,7	33,3	16,7	—	—	—	—	—
	Gruppe G.									
74	*Empetrum nigrum*	—	100	—	—	—	—	—	—	—
75	*Hylocomium parietinum* . .	3,8	48,6	28,8	10	2,5	2,5	3,8	—	—
76	*Vaccinium vitis ideae* . . .	8,8	34,2	30,7	9,6	8,8	4,4	2,6	0,9	—
77	*Vaccinium uliginosum* . . .	20	70	10	—	—	—	—	—	—
78	*Sphagnum acutifolium* . . .	12,5	50	37,5	—	—	—	—	—	—
79	*Calluna vulgaris*	15,4	50	34,6	—	—	—	—	—	—
80	*Ptilium crista castrensis* . .	19	42,8	23,8	9,5	4,9	—	—	—	—
81	*Dicranum undulatum*	19,3	50	26,9	3,8	—	—	—	—	—
82	*Melampyrum pratense* . . .	25	45,8	25	4,2	—	—	—	—	—
83	*Carex globularis*	28,6	50	14,3	7,1	—	—	—	—	—

Benutzte Literatur.

Aaltonen, V. T., 1925. Über den Aziditätsgrad des Waldbodens. Berichte der Finnländischen Forstwissenschaftlichen Versuchsanstalt. 9. Helsinki.

Cajander, A. K., 1913. Studien über die Moore Finnlands. Acta Forestalia Fennica 2. Helsinki.

— 1927. Wesen und Bedeutung der Waldtypen. Metsaosakonna toimetused N. 10. Tartu.

Frank, E., 1927. Über Bodenazidität im Walde. Freiburg. Inaugural-Dissertation.

Hartmann, F. K., 1925. Untersuchungen zur Azidität märkischer Kiefern- & Buchenstandorte ... Zeitschr. f. Forst- & Jagdwesen. Heft 6.

Hesselman, H., 1926. Studien über die Humusdecke der Nadelwälder .. Meddelanden från Statens Skogsfosöksanstalt. Hefte 22, N. 5 Stockholm.

Krauss, G., 1924. Zur Aziditätsbestimmung in Waldböden. Forstwissensch. Centralblatt. Nr. 3 und 4.

Kotilainen, Mauno J., 1928. Untersuchungen über die Beziehung zwischen der Pflanzendecke der Moore und der Beschaffenheit, besonders der Reaktion des Torfbodens. Wiss. Veröffentl. des Finnischen Moorkulturvereins, N. 7.

Mevius, W. 1927. Reaktion des Bodens und Pflanzenwachstum. München Naturwissenschaft und Landwirtschaft, herausgegeben von Dr. E. Boas.

Olsen, Carsten, 1923. Studies on the hydrogen ion contcentration of the Soil .... Comptes rendus des Travaux du Laboratorium Carlsberg, 15 N. 1. Copenhague.

Rühl, A. 1927. Versuch einer Anwendung der Cajanderschen Waldtypen, lehre in Estland. Tartu ülikooli metsaosakonna toimetused N. 10.

— 1928. Über die forstliche Bedeutung der Cajanderschen Waldtypen in Estland. Metsanduse aastaraamat. Tartu.

Rheinwald, H. 1928. Untersuchungen über die Reaktion Württembergischer Waldböden. Forstwissensch. Centralblatt. LXXII, Nr. 6.

Vallin, H. 1925. Ökologische Studien über Wald- & Strandvegetation mit besonderer Berücksichtigung der Erlensümpfe auf Hallands Väderö .. Lunds Universitets årsskrift. N. F. Avd. 2 Bd. 21 N. 7.

Pernau, November 1928.

Uhaku.

Kirde-Eesti karstiala stratigraafiast ja geomorfoloogiast.

K. Orviku.

Sisukord.

1. Sissejuhatuseks. 2. Stratigraafiline osa: *Megalaspis-*, *Vaginatum-*, *Echinosphaerites-*, ehitus- ja *Caryocystites*-lubjakivi. 3. Geomorfoloogiline osa: Maaaluse jõe pinnavormide kirjeldus ja tekkimispõhjuseid. Uhaku ajaloolisest arengust. Uhaku eluavaldusi aastaaegade vältel.

Sissejuhatuseks.

Peale Narva jõe on Kirde-Eesti suuremaks jõeks Purtse jõgi. Koos temasse suubuvate lisajõgedega kannab ta 927 [1]) km^2 maaalalt liigse vee Soome lahte. Sellel maaalal on keskmine sademete hulk aastas 536 mm, vee aasta keskmine äravool suudmes on 4,51 m^3 sekundis.

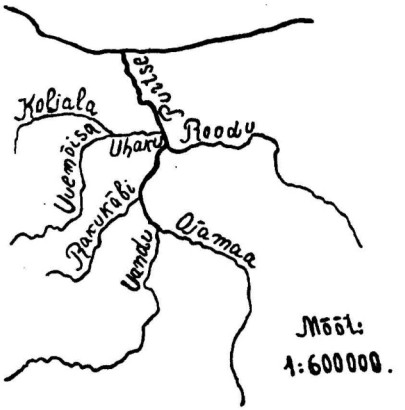
Olles Põhja-Eesti lavatasandikku läbistavaid jõgesid omab ta alamjooksul, Püssi asundusest suudmeni 7,25 km ulatusel vee langemise 4 m 1 km kohta. Ülemjooksu, samuti ka lisajõgede vee langemine on võrdlemisi väikene, umbes 1 m/1 km. Selle tingib siinne jõesängide tasandikul asumine.

Purtse jõestikku kuuluvad jõed asuvad tihedalt ja lehvikukujuselt (1. joonis): Oandu ja Ojamaa, mis ühinedes moodustavad emajõe, viimase parempoolne lisajõgi Roodu ning vasakpoolsed Rakukäbi ja Koljala, viimane omab ühe suurema parempoolse lisajõe Uuemõisa. Kõik nad algavad soodes ning omavad ülemjooksul tuge-

1) Arvulised andmed võetud: A. Vellner, Eesti Sisevete kaart — Sisevete uurimise andmed IV, 1924 a. ja A. Vellner, Eesti hüdrograafia ülevaade — Sisevete uurimise andmed I, 1922 a.

vasti looklevad sängid jõeheinamaadest kaetud lamedates vaondorgudes. Kevadise ja sügisese suurveega ujutavad jõed oma lähema ümbruse üle.

Jõesängide looklemine jätkub ka suudmele lähinedes, aladel, kus valitseb kultuurmaistu. Siin aga suureneb harilikult jõe voolukiirus tugevama jõesängi languse tõttu ning ajajooksul on jõesängid uuristunud sügavale aluspõhjasse. I. tabel, 1. joonis kujutab Purtse-Kõrgekallast, mis asub Püssi asundusest 0,5 km edelasse. See oleks kujukas näide sellasest jõesängi süvendusest põhjustatud orust: looklemise tulemusel on uurdeperv ajajooksul muutunud 5—6 m kõrguseks järskkaldaks, kuna aga vastas kallas laug on. Sarnaselt väljakujunenud orus surutakse suurveed kitsastesse raamidesse — puuduvad suuri pindalasid haaravad üleujutused. Küll aga muutub voolukiirus väga suuresti ning veepinna kõikumised näitavad aasta jooksul tähelepanuväärseid vahesid. Purtse jõel ülesseatud veemõõtja asub Lüganuse küla kohal paremal kaldal, 200 m allpool Roodu suubumist emajõkke. Siin kohal on Purtse jõe laius suurim — keskmise veeseisu juures 40 meetrit. Tehtud vaatlused näitasid 1924 a. veepinna kõikumise 2,17 m suuruses [1]).



1. joonis. Purtse jõestik.

Uurdeperve järsak väljakujunemine on loonud rikkaliku hulga aluspõhja paljandeid, mis võimaldavad siinse ümbruse geoloogilise ehituse head tundmaõppimist.

Alamjooksul on Purtse jõgi uuristanud aluspõhja osalt vanematesse, osalt aga nooremateesse, delta moodustustesse sügava kuni 20 m kõrguste tugevakaldeliste veerudega oru, mis meelde tuletab kanjoni. Sarnase ilme säilitab Purtse jõgi ligi suudmeni [2]).

Koljala jõe alamjooksul ei leidu äsja esiletõstetud orgude väl-

1) Purtse veemõõtja kohta käivad andmed võetud Sisevete Büroo Aastaraamat 1923, Sisevete uurimise andmed V, 1924 a. ja Sisevete Büroo Aastaraamat 1924, Sisevete uurimise andmed VII, 1925.

2) Purtse jõe ja lähema ümbruse geomorfoloogilise ehituse kohta leidub rikkalikku materjali dr. A. Tammekann'u töös: Die Oberflächengestal-

jakujunemist. Purtse jõkke suubumisekohast kuni 2,5 km otsejoones läände omab ta maaaluse jõe iseloomu ning sellel ulatusel tuntakse teda kohalikkude elanikkude hulgas Uhaku jõena.

On üldine nähtus, et meil jõed nii palju nimesid omavad, kui mitmest külast nad läbi voolavad. Et hoiduda kirjanduses ülearusest nimestamise raskusest loobutakse rohkematest nimetustest, kui üks ning see valitakse silmas pidades otstarbekohasust.

Antud juhul on jällegi ühel ja samal jõel kaks nime. Kuna aga siin nime muutmisega kaasas käib ka jõe geoloogilise ehituse ja tegevuse muutus, siis on õigustatud jõe ülemjooksu nimetuseks jätta Koljala — aeglaselt voolav jõgi looklevas sängis keset jõeheinamaid, kuna alamjooksu nimetada Uhakuks, kus esineb karstnähtuste mitmekesine ja huvitav kogu.

Uhaku maaalune jõgi koos Purtse jõe alamning keskvooluga koondavad enesesse rikkaliku rea geoloogilisi nähtusi, mis selle ala on muutnud soodsaks geoloogiliseks matkaalaks. Siinsed vaatlused jagunevad stratigraafilisteks ning geomorfoloogilisteks. Selles järjekorras jatkub ka kirjeldus.

Stratigraafiline osa.

Paremaid aluspõhja paljandeid leidub Uhaku lähemas ümbruses ta enese alamjooksul ja Purtse jõe järskkallastel. Kuigi siin esinevate paljandite põhjal oleks võimalik tutvuda kõigi Põhja-Eesti geoloogilisest ehitusest osa võtvate vana aegkonda kuuluvate kembriumi ja alamordoviitsiumi kihtidega, siiski piirdub alljärgnev kirjeldus nende kihtide vaatlemisega, mis paljanduvad rikkalikkudes paljandites ning suudavad pakkuda uudsust ja erinevust mujal tehtud tähelepanekutest.

Megalaspis-lubjakivi.

Alam-ordoviitsiumi vanemaid kihte Eestis on liivakivid ja kiltkivi. Alles *Megalaspis*-lubjakivi näol tutvume vaneimate Eestis leiduvate lubjakivi kihtidega, mille kivistisliseks iseloomustuseks on neis leiduvad trilobiidi *Megalaspis*-perekonna esitajad — siit nimetuski.

---

tung des Nordostestländischen Küsten-Tafellandes. Acta et Comm. Univ. Tartuensis (Dorpatensis) A. IX. 7. 1926.

Purtse jõel ei ole *Megalaspis*-lubjakivi tundmaõppimine kõige soodsam, kuna Napa veski juures vasakul järskkaldal (kaart, 1.) paljanduvad ainult ülemised kihid, alumised on aga rusust kaetud ning alles puhastamise järele vaatluseks kättesaadavad. *Megalaspis*-lubjakivi läbilõige selles kohas on järgmine (2. joonis):

Vaginatum-lubjakivi.

~~~~~~~~~~ terav rauaoksüüdne korrosioonipind.

1. 0,16 m tihe hall peenterane lubjakivi õige väheste glaukoniitteradega, all piirdub nõrga merglikihikesega.
2. 0,20 „ tihe hall peenterane rauaoksüüdne tüsekihine lubjakivi rohkete tumedate väikeste glaukoniitteradega, lõpeb all nõrga korrosioonipinnaga.
3. 0,34 „ lubjakivi nagu 2., kuid glaukoniitteri, mis väikesed ja tumedad, tunduvalt vähem.
4. 0,50 „ tihe peenterane ahtakihine rohekashall pehme lubjakivi; sisaldab ainult laiguti suuremaid heledaid glaukoniitteri. Algab all rohekashalli merglise lubjakivina, üleval lõpeb ahtase merglikihina; vähemaid merglikihte leidub ka üksikute lubjakivi kihtide vahel. Ülevalt arvates 0,20, 0,25 ja 0,40 m peal esinevad rauaoksüüdsed korrosioonipinnad, neist alumine kõige selgejoonsemalt esilekerkiv.
5. 0,70 „ tihe peenkristallne tüsekihine kergete violetthallikirju lubjakivi väheste glaukoniitteradega.
6. 0,15 „ tihe peenkristallne violettkirju lubjakivi väheste glaukoniitteradega.
7. 0,04 „ püstakkiht.
8. 0.20 „ rohelisviolettkirju peenterane tüsekihine lubjakivi väheste glaukoniitteradega.
9. 0,05 „ roheline, all osas glaukoniitterade rikas mergel.
10. 0,15 „ violetthallikirju peenkristallne lubjakivi väheste glaukoniitteradega.
11. 0,30 „ heleroheline kõva glaukoniitterade rikas ning heledamate läbipõimuvate ussikäikudega lubjakivi.
12. 0,05 „ roheline liivakas mergel.
13. 0,20 „ tumeroheline, osalt pude glaukoniitterade rikas ning heledamate läbipõimuvate ussikäikudega lubjakivi.

Glaukoniit-liiv.

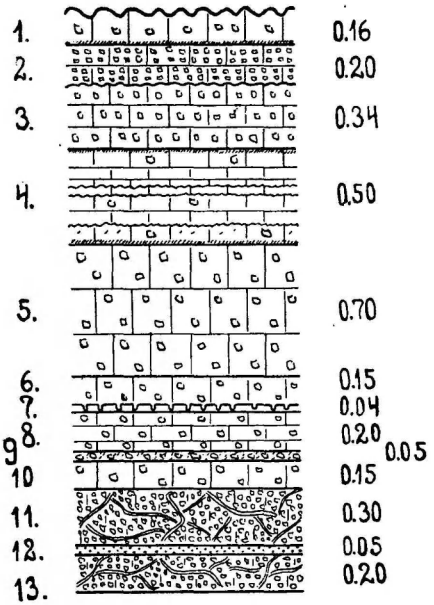
Megalaspis-lubjakivi üldtüsedus Purtse jõel oleks seega 3,04 m. Tema alumine piir kerkib juba kivimuliselt teravalt esile, kuna lamam moodustub tugevasti erinevaid kivistisi sisaldavast liivakivist. Ilmuvad ju *Megalaspis*-lubjakivis Eesti ordoviitsiumis esmakordselt nüüd juba hävinud loomariigi esitajate — trilobiitide kivistised, samuti ilmuvad siin lukuga käsi jalgsed ning
~~~~~~~~~~

teisi lamamile tundmatuid vorme. Ülemine piir vastu lasumit esineb terava rauaoksüüdiga kaetud korrosioonipinnana. Ka ei lähe sellele lubjakivile nii iseloomulised *Megalaspis limbata* ja *Megalaspis planilimbata* lasumisse üle, vaid hävivad enne.

Megalaspis-lubjakivi näitab omas vertikaalses ulatuses Purtse jõel erinevusi:

11—13 kihid moodustuvad glaukoniitteradest rikkast lubjakivist, mis oma vähema vastupidavusega ja temas esinevate heledamate käikudega — tõenäolikult ussi roomamisjäljed — omaette tervikuna lasuvatest kihtidest kergesti eraldub.

Samase terviku moodustavad 5—10 kihid, mille erinevaksjooneks on nende suur tüsedus, kivimu tihedus, peenkristallsus ja kirju värv. Vahelduvalt esineb hall, roheline, kollane, violett ja punane mitmes toonis andes kivimule elava välimuse teiste ühetoonilise halluse hulgas. Eriliselt huvitab 7. kiht, mis nimetatud püstakkihiks. See kiht lõpeb üleval tasase pinnana, millesse laskuvad nagu puuritult väikesed, pea puhtast rohelisest glaukoniidist täidetud püstaugud. Kuna kihi kivim väga lähedane on tema naaberkihtide kivimule, siis kerkivad värsketel murdpindadel püstakud tänu värvivahele väga teravalt esile. Vaatamata oma ahtasusele on püstakkiht suure rõhtsa levimisega ning ta omab suure väärtuse üksikute kihtide rööbistamisel teine-teisest kaugemal seisvates profiilides. 5—10 kihtides leiduvate glaukoniitterade hulk on võrdlemisi väike.



2. joonis. *Megalaspis*-lubjakivi profiil Purts jõe vasakul kaldal Napa veski juures.

Tüübiline on ka 4. kiht, mis moodustub rohekashallist, ahtakihisest õige vähe glaukoniitteri sisaldavast lubjakivist. Üksikud ahtad lubjakivi kihid vahelduvad ahtate rohekate merglikihikestega. Lubjakivis leidub hästi väljakujunenud korrosioonipinde.

Ülejäänud 1—3 lubjakivi omab jälle enam tihedust ning ühtlust, sisaldab rohkem, kohati rikkalikult glaukoniitteri, välja arvatud vast 1. kiht, mis glaukoniitvaene.

Vaginatum-lubjakivi.

Vaginatum-lubjakivi moodustab *Megalaspis*-lubjakivi lasumi. Oma nime võlgneb ta temas leiduvale peajalalisele *Endoceras vaginatum*'ile Schloth., mis esineb harvemalt või sagedasemalt kõigis kihtides.

Purtse jõel võib selle lubjakiviga tutvuda vasakul järskkaldal alates Napa veski kohalt kuni Lüganuse küla põhjapoolsemate taludeni (kaart, 1—3.). Neis paljandites esineb *Vaginatum*-lubjakivi järgmisena (3 joonis):

Echinosphaerites-lubjakivi.

~~~~~~~~~~ korrosioonipind.

1. 1,10 m tüsekihine hall tihe rauaoksüüdne lubjakivi, kohati korrapäratu kujuga ooliite, kohati aga ooliitvaba.
2. 0,60 „ ahtakihine rabe hall mergline lubjakivi kuni 0,03 m tüseduste mergli vahekihikestega.
3. 0,25 „ tüsekihine tumehall lubjakivi rohkete korrapäratu kujuga ooliitidega.
4. 1,25 „ üleval ahtakihine, all tüsekihine mergline lubjakivi rohkete korrapäratu kujuga ooliitidega.

1—4 = ülemine ooliit-lubjakivi.

5. 1,85 „ ahtakihine, mergline rauaoksüüdne lubjakivi rohkete endotseeridega.
6. 0,03 „ merglikihike.

5—6 = rauaoksüüd-lubjakivi.

7. 2,00 „ tüsekihine peenterane hall lubjakivi vähese rauaoksüüdiga, heleroheliste glaukoniitteradega ja massiliselt endotseere.

7 = glaukoniit-lubjakivi.

8. 0,03 „ tihe hall lubjakivi väikeste ooliitidega.
9. 0,015„ mergel ooliitidega.
10. 0,08 „ hall savikas lubjakivi.
11. 0,13 „ tumehall mergelsavi paari mergel-lubjakivi vahekihikesega, sisaldab suuri ooliite.
12. 0,035„ tihe, kivistisrikas lubjakivi väiksete ooliitidega.
13. 0,02 „ mergel ooliitidega.

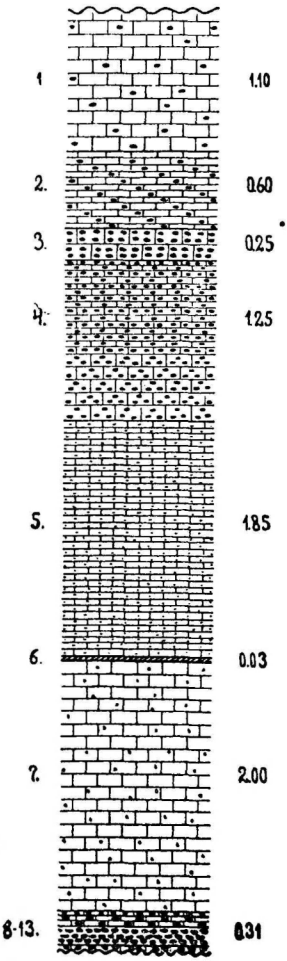
8—13 = alumine ooliit-lubjakivi.

~~~~~~~~~~ korrosioonipind.

Megalaspis-lubjakivi.

Esitatud profiili järele on *Vaginatum*-lubjakivi **tüsedus** Purtse jõel 7,50 m, mis selle lubjakivi suurimaks tüseduseks Eestis.

Piir lamamiga esineb teravalt väljakujunenud rauaoksüüdiga kaetud korrosioonipinnana, millele järgneb alumine ooliitlubjakivi (8—13. kihid). See lubjakivi moodustub peamiselt merglisest lubjakivist, keskmised kihid koguni merglisest savist ning sisaldab rikkalikult suuremaid või vähemaid pruune rauaoksüüdseid ooliite. Ooliidid on suuremalt jaolt korrapärase kujuga ning sarnanevad läätsedele — selle sarnasuse tõttu on neid kirjanduses varem nimetatudki läätsedeks, neid sisaldavaid kihte aga läätskihtideks. Kui nüüd tarvitusele on võetud rahvusvaheline nimetus, siis püüti alla kriipsutada nende moodustuste tekkimistingimusi, mis sarnanevad mujal leiduvate ooliitide tekkimistingimustele. Läätsed osutavad esijoones nende moodustuste kujule, mis aga püsiv ei ole. Alumises ooliitlubjakivis, eriti 12. kihis esineb rohkesti hästi säilunud kivistisi: Nii leidub siin õõsloomadest *Phyllograptus sp.*, trilobiitidest *Illaenus esmarkii* Schl. ja *Asaphus raniceps* Dalm., käsijalgsetest *Lycophoria nucella* Dalm. jne.



3. joonis. *Vaginatum*-lubjakivi profiil Purtse jõe vasakul kaldal Napa veskist Lüganuse küla lõunaotsani.

7. kiht iseloomustub temas esineva glaukoniidiga väikeste terakeste näol. Kuigi temas leiduva glaukoniidi hulk üksikutes osades on kõikuv, on ta selgejoonseks tunnuseks kivimu eraldamisel lasumist ja lamamist ning õigustab teda nimetada glaukoniit-lubjakiviks. Lubjakivi on enamvähem dolomiidistunud, urbne ja tüsekihine. Temas leidub rohkesti, õigemini kokkukuhjunult endotseere, peamiselt *Endoceras vaginatum*'i Schloth. Endotseerid läbistavad üksikuid lubjakivi kihte risti ja põigiti ning vähendavad sellega tunduvalt lubjakivi vastupidavust. Dolomiidistumise puhul on endotseeride jäänused tundmatuseni muutunud või aga on neist säilunud õõned.

Järgmine lubjakivi (5—6. kiht) on oma tiheduse poolest muut-

lik vahelduva saviainese sisaldavuse tõttu. Ülemine ja alumine kolmandik on savivaesemad ning tihedamad, kuna keskmises kolmandikus esineb rohkesti mergliseid vahekihte. Ka selles lubjakivis leidub endotseere, kuigi vähem. Tervel oma vertikaalsel ulatusel on ta peenterasest rauaoksüüdist täidetud, mille tõttu teda rauaoksüüd-lubjakiviks nimetada võib. Kui rauaoksüüdi esinemine lubjakivi alumises osas ei osuta korrapärasusele, siis ülemises osas on märgata rauaoksüüd-terakeste kujus muutumist korrapärase kujuga ooliitideks.

Ka ülejäänud kihid (1—4) liigestuvad kolmikuliselt. Keskmine osa on merglirikas, kuna servmised osad enam tihedad on. See kivimuline erinevus nähtub väga selgelt geoloogilistele välisteguritele, nagu vee uuristus ja murenemine, kättesaadavates paljandites. Üks sarnastest on Purtse jõe vasak järskkallas põhja pool Lüganuse küla (I. tab. 2. joonis). Kalda ülemine serv langeb kokku vaadeldava lubjakivi ülemise piirjoonega, kuna alumine piirjoon natuke alla poole veepinda jääb. Lubjakivi täidavad korrapäratu kujuga ooliidid, mille hulk kihtide kaupa vaheldub. Ooliitide asemel leidub kohati ainult teralist rauaoksüüdi. Oma nimetuse — ülemine ooliit-lubjakivi — võlgneb lubjakivi ooliitidele. Siin esinevatest kivististest olgu nimetatud *Endoceras vaginatum* Schloth. vähesel hulgal, *Lycophoria nucella* Dalm, trilobiidid *Amphion fischeri* Eichw. *Asaphus pachyophthalmus* Schm. *var. minor* Schm. ning *Megalaspis centaurus* Dalm. *var. rudis* Ang.

Vaginatum-lubjakivi ülemine piirjoon on samuti terava korrosioonipinnana välja kujunenud. Piirid üksikute lubjakivide vahel on ebamäärasemad. Selgejoonseimalt esineb glaukoniit- ja rauaoksüüd-lubjakivi piir, mis väljendub kivimulistes erinevustes. Alumise ooliit-lubjakivi üleminek glaukoniit-lubjakivisse sünnib aeglaselt, samuti ka rauaoksüüd-lubjakivi üleminek ülemisse ooliit-lubjakivisse.

Ooliite sisaldavat lubjakivi soolhappes lahustades võib esimesi eraldada muust kivimust ning selgemalt tähele panna alumises ooliit-lubjakivis leiduvate ooliitide suuremat suurust ning korrapärasemat kuju (II. tabel, 3. joonis), kui ülemise ooliit-lubjakivi ooliitide juures. Seega võib juba ooliitide iseloomu järele mõlemat lubjakivi eritleda. Kuna rauaoksüüd ka lihtsalt teriselt kivimutes esineb, siis osutavad ooliidid rauaoksüüdi erilistele settimistingimustele.

Välja arvatud glaukoniit-lubjakivi, on *Vaginatum*-lubjakivi õige rikas terrigeense, saviainese poolest ning omab selle tagajärjel väi-

kese vastupidavuse murenemisele ja teistele välisgeoloogilistele kivimut hävitavatele teguritele. Kuid tänu saviainese sisaldusele esinevad nad veekindlate kihtidena. Nii on alumine kui ka ülemine ooliitlubjakivi tuntud allikate tasemena. Üks sarnane allikaterühm seoses ülemise ooliit-lubjakiviga esineb Purtse jõe vasaku järskkalda lõunaotsas (kaart, 3), kus *Vaginatum*-lubjakivi ülemine piir ulatub veepinnale.

Vast antud iseloomustus Purtse jõel esineva *Vaginatum*-lubjakivi kohta on üldiselt maksev ka selle lubjakivi esinemise kohta mujal Kirde-Eestis.

Vaginatum-lubjakivi, nagu ta praegu käsitatud, ei vasta kihtide kompleksile, mida senini oli harjutud koondama selle, viimasel ajal küll kõrvale jäetud nimetuse alla. Juba varemalt mul on põhjust olnud juhtida tähelpanu sellele, et senine alamorduviitsiumi ülemise osa lademetesse jaotus ei vasta loomulikkudele üksustele [1]). Kuni viimase ajani käsitati C_1 — (ehhinosferiit —) lubjakivi hulka arvatud ooliite sisaldavaid kihte ühe tervikuna. Vaatamata teatud kivimulisele sarnasusele (ooliitide sisaldus!) tuleb aga neid kihte paratamatult eraldadada kahte ossa: ülemine kuulub *Echinosphaerites*-lubjakivi hulka, kuna alumine oma kivimulise ehituse ja kivistislise iseloomu poolest on lähidalt seotud *Vaginatum*-lubjakiviga ning käesolevas töös selle ülemise osana — ülemise ooliit-lubjakivina — käsitamist leidnud.

Echinosphaerites-lubjakivi.

Nimetatud lubjakivi paljandeid leidub põhja pool Lüganuse küla samal Purtse jõe vasakul kaldal, kus tutvuda võis ülemise ooliitlubjakiviga (kaart, 3) ning nimetatud kohast ca 100 m ülespoole jõe paremal kaldal (kaart, 4). Siin esineb järgmine profiil (4. joonis):

1. 0,20+ m hall tihe lubjakivi rohkete ooliitidega.
2. 0,58 „ hall ahtakihine tihe lubjakivi väikeste ooliitidega, millede hulk alumises 0,05 m suur.
3. 0,42 „ hall ahtakihine tihe lubjakivi väikeste ooliitidega ja rohkete ehhinosferiitidega.

1) Nii käsitatava kui ka järgnevate lubjakivide kohta leidub kirjanduslikku ülevaadet ja uuemaid andmeid töödes:

K. Orviku, Beiträge zur Kenntnis der Aseri- und der Tallinna-Stufe in Eesti I, Publicationes of the Geological Institution of the University of Tartu, № 5. 1927.

K. Orviku, Die Rautenvariationen bei *Echinosphaerites aurantium* Gyll. und ihre Stratigraphische Verbreitung im estnischen Ordovicium, Publ. of the Geol. Inst. of the Univ. of Tartu, № 8. 1927.

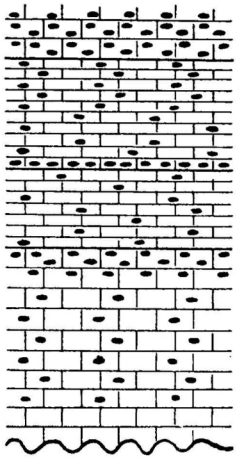
4. 1,05 m tüsekihine hall lubjakivi, ülemistes kihtides (0,15 m) massiliselt ooliite, keskmistes 0,75 m sporaadiliselt, alumistes nad puuduvad. Alumises pooles massiliselt kivististe fragmente, peamiselt asafiidide omi.

~~~~~~~~~~ rauaoksüüdne, konkretsioonmoodustustega kaetud korrosioonipind.

Vaginatum-lubjakivi.

Echinosphaerites-lubjakivi ei esine Purtse jõel leiduvates paljandites terves tüseduses, vaid ülemiseimad sesse lubjakivisse kuuluvad kihid on otsekohese vaatluse eest varjatud.

Nii kivimuliselt kui ka faunistlikult võib *Echinosphaerites*-lubjakivi Purtse jõel jagada kolme ossa.



4. joonis. *Echinosphaerites*-lubjakivi profiil Purtse jõe vasakul kaldal Lüganuse külast põhjasse.

Alumine osa (4. kiht) on tüsekihine ooliite sisaldav lubjakivi, milles leidub rohkesti asafiide, peamiselt murdosadena. Tüübilisemad neist on *Asaphus platyurus* Ang. ja *Asaphus cornutus* Pand. Olen nimetanud seda kihtidekompleksi *Asaphus*-lubjakiviks.

Keskmine osa (2—3 kiht) on ahtakihine, kuid ooliitidevaene lubjakivi. Siin esineb sagedaselt *Echinosphaerites aurantium* Gyll. *mut. infra* Hecker, mille järele ka kihid on saanud oma nimetuse — *Echinosphaerites*-lubjakivi.

Ülemine osa (1. kiht) sisaldab jällegi rohkesti ooliite, kivististest aga endotseere — *Endoceras duplex* Wahlb. ja *Endoceras commune* Wahlb. Siin on tegemist võrdlemisi tüsekihise *Endoceras*-lubjakiviga.

Üldiseks kolme lubjakivi iseloomustajaks on tsüstiid *Echinosphaerites aurantirun* Gyll. *mut. inrfa* Hecker, mis esmakordselt ilmub *Asaphus*-lubjakivi alumistes kihtides väikeste eksemplaaridena. Nad kuuluvad omalt ehituselt submutatsioon *infra-a* hulka ning asestuvad *Asaphus*-lubjakivi kõrgemates kihtides submut. *infra*-b'ga, et *Echinosphaerites*- ja *Endoceras*-lubjakivis, just esimeses rikkalikult esitatud olla submut. *infra*-c'ga. Nimetatud tsüstiid esineb ainult neis kolmes käsitatud lubjakivis, ta puudub nii
~~~~~~~~~~

lamamis kui ka lasumis ning on küllalt iseloomuline, et tema järele tervet seda kihtidekompleksi nimetada.

Statigraafiline erinevus *Vaginatum*-lubjakivist ei seisa mitte üksi selles, et viimases tsüstiidid puuduvad. *Echinosphaerites*-lubjakivis puudub juba täielikult *Megalaspis*-fauna, *Asaphidae*'st ja *Endoceras*'test esinevad uued iseloomulised liigid. Kui *Vaginatum*-lubjakivi on Mg-rikas, siis *Echinosphaerites*-lubjakivi on Mg-vaene, sisaldab samuti vastandiks esimesele väga vähesel määral saviainest. Kõik need ainult kokkusurutult esitatud erinevused leiaksid nagu väljenduse korrosioonipinnas, mis eraldab mõlemat kihtidekompleksi. Siin on tegemist tugevasti konarlise pinnaga, mis kaetud ühtlase rauaoksüüdse korraga ning võrdlemisi sagedaselt esinevate kontsentrilise kihitusega konkretsioonmoodustustega (II. tabel, 4. joonis). Paljanditega lähemalt tutvudes selgub, et korrosioonipind alati esile kerkib oma värvi ja selgejoonelisusega, nii et teda kergesti eritleda võib. Ei ole huvituseta ära märkida ka seda, et korrosioonipinna lamav ja lasuv kiht võrdlemisi ühtlase tüsedusega ja tihedusega ning teistest eralduvad. Nad moodustavad kaheliskihi, mille jagajaks on siis korrosioonipind. Kuna korrosioonipinnaga sõltub terve rida stratigraafilisi erinevusi kahe lubjakihi vahel ja kuna ta omab väga laia rõhtsa levimise, siis on arusaadav, missugune väärtus tal üksikute profiilide hindamisel on.

Ehitus-lubjakivi.

Selle lubjakivi moodustab kuni 8 m tüsedune kihtide kompleks, mille iseloomuliseks jooneks on lubjakivi kivimuline ehitus ning sellega seotud murenemisvastupidavus. Ka on suur üksikute kihtide tüsedus, kui võrrelda seda teiste lähidaste lubjakivide kihitüsedustega. Need omadused — kivimuline tihedus, üksikute kihtide tüsedus ning lubjakivi üldtüsedus — on mõjutanud tema laialdase ja üldise kasutamise ehitus-lubjakivina ning sellest lähtudes on ta omanud ka nimetuse.

Ehitus-lubjakivi kivimuline ehitus selgub, kui vaadelda III. tab., 5. joonist. Üksikute kihtide pinnad on konarlised ning kujutavad enestest nõrku korrosioonipinde. Kihtide tüseduse peale avaldab mõju lubjakivi murenemisaste: pinnase lähedal on kihtide tüsedus 0,07—0,05 m, kuna sügavamal tüsedus tõuseb 0,25 m. Mitte üksi kihtide tüseduse, vaid ka kivimulise ehituse peale on mõjunud murenemine. Vaadeldes maapinna lähidaseid kihte kuni 3 m

tüseduses näeme neid läbistatud olevat peamiselt püstistest, kuid ka vabasihistest pruunkollastest rauaoksüüd-rikkastest soontest, mida võib eritleda tumedamate ribadena III. tab., 5. joonisel toodud värskemurrulistel kihipindadel. Kuid samad kihid esinedes madalamas nivoos ei näita sarnast iseloomu — küll on märgatavad kivimu värvis toonivahed, kuid rauaoksüüd puudub. Raud esineb siin teistsuguses ühendis, tõenäoliselt peenterase püriidina või aga rauahüdroksüüdina, mis pikaajalise porsumise tulemusel rauaoksüüdistub. Võib tähele panna, et ühed ja samad kihid erinevates leiukohtades, kuid samas sügavuses maapinnast näitavad erinevaastmelisi eespool nimetatud murenemisnähtusi. Kuna välistingimused murenemiseks praegu kõigil juhtudel võrdsed, siis tuleb otsida tähelepaneku lahendust mannerjää mõjutuses. Mannerjää künne hävitas aluspõhja erilise intensiivsusega, mille tõttu ehitus-lubjakivi eeljääaegsel ajal murenenud osa kohati vähem, kohati rohkem või täiesti ära kanti. Mõnede vaatluste põhjal võib oletada, et ehitus-lubjakivi murenenud osa tüsedus eeljääaegsel ajal ei võinud üle 5 m tõusta ja kuna sellest tüsedusest kohati rohkesti püsima jäänud, siis näitab see omakorda, et mannerjää eeljääaegset pinnareljeefi kohati võrdlemisi vähe on muutnud.

Nii ei esine rauaoksüüd-püstakud mitte alati ehituslubjakivis ega ei või seega olla lubjakivi juhttunnuseks, nagu seda senini on tehtud (Schmidt[1]). Kuid teatud iseloomulikkus on neil olemas.

Sarnase kivimulise iseloomuga leidub ehituslubjakivi Lüganuse küla murrus (kaart, 5), kus esinevad keskmised kihid ja Uhaku alamvoolul (kaart, 6 ja 7.), kus esinevad ülemised kihid ning ülemine piir. Alumine piir ei paljandu lähemas ümbruses. Ning eespool toodud ehituslubjakivi tüsedus ei ole saadud mitte kohapealsest otsekohesest mõõtmisest.

Kuigi alumine piirjoon ei esine kusagil lähiduses, siiski ei ole liigne nimetada tema iseloomu. Raymond[2]) tõmbab terava mikropetrograafilise piiri *Echinosphaerites*- ja ehitus-lubjakivi vahele tõendades ühe teatud koha vaatluste põhjal nagu koosneks esimine

1) Fr. Schmidt — Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten, Lief. I. Allgemeine geognotische Übersicht. — Mém. de l'Academie St-Petesbourg VII. Série, T. XXX, № 1. 1882.

2) P. E. Raymond, — The correlation of the Ordovician strata of the Baltic Bassin with those of Eastern-North-America. — Bull. Mus. Compar. Zool at Harv. Coll., Vol. 56, № 3. 1916.

lubjakivi kivistisfragmentidest, teine aga olla välja kujunenud kristallse kivimuna. Laiemaulatuslikku väärtust aga sellel tunnusel ei ole. *Echinosphaerites*-lubjakivi alumine osa on ju küll kivistiskillukeste poolest rikas, kuid need kihid lähevad aeglaselt üle kristallseks lubjakiviks, millena esinevad tüübilised ehituslubjakivi kihid. Kuna aga laialt on levinud nimetatud lubjakivide dolomiidistumine, siis kaob pahatihti seegi aeglane üleminek, ning *Echinosphaerites*-lubjakivi esineb samase kristallse kivimuna, kui ehitus-lubjakivigi. Seda on näidanud mõlema lubjakivi mikroskoobiline uurimine. Nii on see kivimuline tunnus mõlema lubjakivi juures mitte eraldajaks jooneks, vaid ühendavaks. Küll aga võib ooliitide esinemist paremaks piiritunnuseks lugeda, kuna nad ehitus-lubjakivis puuduvad.

K i v i s t i s l i s e l t erineb ehituslubjakivi lamavist tsüstiidide puudumisega, endotseeride taganemisega ortotseeride ees, millede hulgas esirinnas *Orthoceras regulare* Schl. seisab. Puudub ka suur osa *Echinosphaerites*-lubjakivi trilobiite. Asafiididest on iseloomuline *Asaphus devexus* Eichw. Üldiselt on fauna vaene ning see koos aset leidnud vormivahetustega osutab ehituslubjakivi erinevatele settimistingimustele võrreldes *Echinosphaerites*-lubjakiviga. Settimistingimuste muutus leidis aset aga aeglaselt ning teostus pidevalt. Vaatamata nimetatud kivimulistele ja kivistislistele erinevustele võib *Echinosphaerites*- ja ehitus-lubjakivi omavahel suuremasse stratigraafilisse üksusse köita. Ka ehitustehniliselt sarnaneb *Echinosphaerites*-lubjakivi ehitus-lubjakiviga, kuna ta omas tüsedamas esinemisalas ehituskivilisi omadusi omab ning sellena ka tarvitatakse. Nii võib siis e h i t u s - l u b j a k i v i laiemas mõistes tarvitada mõlema lubjakivi kohta.

Caryocystites-lubjakivi.

Seda lubjakivi on käsitatud ikka koos ehitus-lubjakiviga, kuid samal ajal tähelepanu juhitud tema sarnasusele lasumiga. Nagu selgub aga, on täiesti õigustatud tema käsitamine omaette stratigraafilise üksusena.

U h a k u ja P u r t s e jõgi on õnnelikus seisukorras, kuna nad on ainukesed kohad Ida-Eestis, kus võib tutvuda hästi kättesaadavate ja täielikude paljandite najal *Caryocystites*-lubjakiviga. U h a k u s paljandub *Caryocystites*-lubjakivi kanjoni terves ulatuses ja vähemal määral ka langatusorus Ä r r a asunduse lähiduses (kaart, 14). Säält edasi leidub vähemaid, kuid lubjakivi ülemise piiri suhtes hu-

vitavaid paljandeid Koljala ja Uuemõisa jõgedel. Purtse jõel leidub *Caryocystites*-lubjakivi Kõrgekaldal (kaart, 13) ning säält edasi nii paremal kui vasakul kaldal Kikerpere mõisa varemeteni. Arvestades kõigi nimetatud paljanditega on *Caryocystites*-lubjakivi iseloom järgmine (5. joonis)

Kukruse lade.

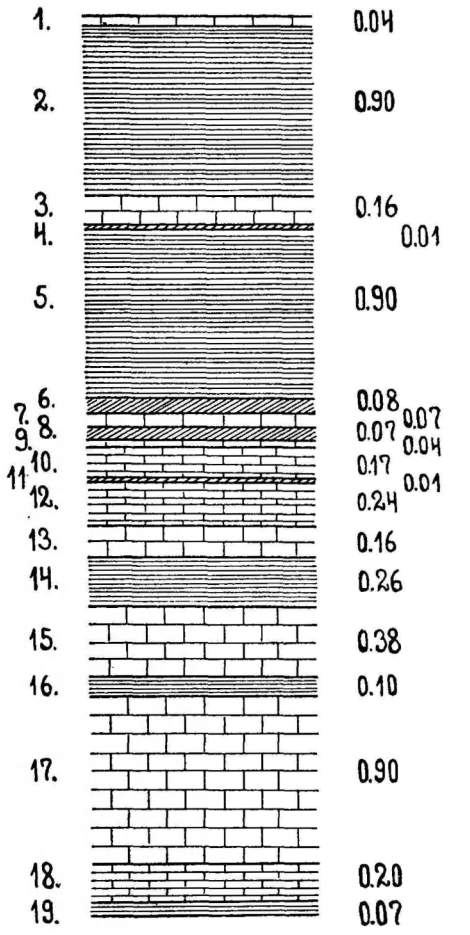
1. 0,04 m tihe hall kristallne rauaoksüüdne lubjakivi.
2. 0,90 „ ahtakihine mergline kollakas- või rohekas-hall lubjakivi.
3. 0,16 „ tüsekihine hall kristallne rauaoksüüdne lubjakivi.
4. 0,01 „ bituumi sisaldav mergel.
5. 0,90 „ ahtakihine kollakas- ehk rohekashall lubjakivi.
6. 0,08 „ sinkjashall lubjamergel
7. 0,07 „ tüsekihine hall kristallne lubjakivi rauaoksüüdiga.
8. 0,07 „ sinkjashall lubjamergel.
9. 0,04 „ kollakashall tihe rauaoksüüdne lubjakivi.
10. 0,17 „ ahtakihine hall tihe lubjakivi.
11. 0,01 „ mergel.
12. 0,24 „ ahtakihine hall tihe lubjakivi.
13. 0,16 „ tüsekihine hall lubjakivi.
14. 0,26 „ ahtakihine hall mergline lubjakivi.
15. 0,38 „ tüsekihine tihe hall peenterane, kergelt murenev lubjakivi rauaoksüüd-püstakutega.
16. 0,10 „ ahtakihine rohekashall mergline lubjakivi.
17. 0,90 „ tüsekihine tihe hall lubjakivi, võrdlemisi kergesti murenev ja rauaoksüüd-püstakutega, *Caryocystites aranea* Schloth.
18. 0,20 „ ahtakihine hall lubjakivi.
19. 0,07 „ ahtakihine kollakashall mergline lubjakivi, *Caryocystites aranea* Schoth. sagedane
20. 1,80+„ Ehituslubjakivi.

III. tab., 6. joonis sisaldab äsja esitatud profiili ülemise osa (1-13 kiht), kust, nagu profiiliski esile kerkib 4,48 m tüseduslise *Caryocystites*-lubjakivi kivimuline erinevus lamavist. Siin on tegemist peamiselt rikkalikult saviainest sisaldavate kihtidega, millede hulgas ainult üksikud enam tihedamad lubjakivi kihid esinevad, nagu 7. kiht 6 ja 8. vahel. Kivimu mergli-likkusest on tingitud ka tema kerge murenemine.

Ka kivistisliselt erineb *Caryocystites*-lubjakivi teravalt lamamist. Tsefalopoodide fauna on muutunud, leiduvad uued trilobiitide esitajad ning ilmuvad uuesti tsüstiidid. Leiame jälle *Echinosphaerites aurautium*'i Gyll., kuid uue mutatsioonina — *supra* Hecker —, tüübiline on *Caryocystites aranea* Schloth, mille järele lubjakivi oma nimetusegi saanud.

Olen varemalt lubjakivi alumise piiri tõmmanud 14 ja 15. kihi vahele. Võisin seda teha tugedes ainult kivimulistele erinevustele. Hiljem selgus, et ka kihid 15—19 incl. oma merglilikkusega, resp. murenemise intensiivsuse poolest ehitus-lubjakivist erinevad ning õigem neid siduda lasuvate kihtidega. Samuti õnnestus kindlaks määrata *Caryocystites*'e esinemine 17. ja 19. kihis, viimases eriti rikkalikult. Nii olengi asetanud käesoleval juhul *Caryocystites*-lubjakivi alumise piiri profiilis loetletud 19. ja 20. kihi vahele.

Kui alumine piirjoon eriti teravalt iseloomustub faunistlikult, siis ei saa seda õelda lubjakivi ülemise piiri kohta. Üldiselt nähakse *Caryocystites*-lubjakivi lõppu, resp. Kukruse lademe algust esimeses selgejooneliselt väljakujunenud põlevkivi kihis. Samal alusel olen ülemiseks piiriks võtnud joone peal pool 1. kihti mille lasumit moodustab juba põlevkivi.



5. joonis. *Caryocystites*-lubjakivi profiil, alumine osa (13—19 kihid) Uhaku kanjonorust, ülemine osa (1—12 kihid) Purtse-Kõrgekaldalt.

Faunistlikult sarnast teravat erinevust aga ei ole: nii jatkub tsüstiidide fauna Kukruse lademes, olgugi täienedes, ka sammalloomade ja käsijalgsete esitajates on lähidasi jooni. Eriti aga huvitab *Chasmops*'i ilmumine *Caryocystites*-lubjakivis: Schmidt[1]) nimetab *Chas-*

1) Fr. Schmidt — Untersuchungen über die silurische Formation von Estland, Nord-Livland und Öesel., p. 96. — Archiv f. d. Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands. Dorpat I. Serie, II. Bd., p. 1—247. 1858.

mops odini Eichw. leiust Uhaku sängist Ärra asundusest idasse. Ei ole mingit kahtlust, et nimetatud kohas tegemist on *Caryocystites*-lubjakivi tasemega. Nii tuleb lugeda *Caryocystites*-lubjakivi faunistlikult lähedasemaks Kukruse lademele, kui ehitus-lubjakivile.

Kukruse lademega alustatakse Eestis keskordoviitsiumi, mille iseloomustajaks *Chasmops*-fauna. Käesolevaga tuleb keskordoviitsiumi piir viia madalamasse nivoosse ning *Chasmops*-faunaga kihtide hulka arvata ka *Caryocystites*-lubjakivi. Nii rikastuks siis keskordoviitsium ühe lüli võrra alamordoviitsiumi kulul.

Esitatud kirjelduses hoidutakse teadlikult stratigraafiliste üksuste suuruse nimetusest: kuna käsitamisel on piiratud maaala, siis oleks enneagne ära määrata, missugustest esitatud üksustest vastavad lademetele või vöödele. Ei olnud võimalik kinni pidada ka senistest nimetustest, sest neid tarvitades mõeldakse ikka endiseid suuruseid ja see raskendaks uute muljete vastuvõtmist. Et aga võimaldada

<table>
<tr><th>Fr. Schmidt
1882—1907</th><th colspan="2">P. Raymond—H. Bekker.
1916 1922</th><th colspan="3">Purtse-Uhaku ümbruses
K. Orviku pooolt läbiviidud
jaotus — 1928.</th></tr>
<tr><td>C_2</td><td>Kukruse lade</td><td rowspan="8">Alamordoviitsium. Asaphus-fauna</td><td>Kukruse lade</td><td></td><td>Kesk-ordoviitsium, Chasmops-fauna</td></tr>
<tr><td rowspan="2">C_1b. Ehhinosfeeriit-lubjakivi</td><td rowspan="2">Tallinna lade</td><td>Caryocystites-lubjakivi 4,48 m</td><td></td><td rowspan="6">Alamordoviitsium, Asaphus-fauna, ca 20,00 m</td></tr>
<tr><td>Ehitus-lubjakivi (kitsamas mõttes) Ca 8,0 m</td><td rowspan="2">Ehituslubjakivi laiemas mõttes Ca 10 m</td></tr>
<tr><td>C_1a. Ül. läätskiht</td><td rowspan="2">Aseri lade</td><td>Echinosphaerites-lubjakivi 2,25</td></tr>
<tr><td rowspan="2">B_3 Vaginaatlubjakivi</td><td rowspan="2">Kunda lade</td><td>Ülemine ooliit-lubjakivi 3,20 m</td><td rowspan="4">Vaginatum-lubjakivi 7,50 m</td></tr>
<tr><td>Rauaoksüüd-lubjakivi 1,88 m</td></tr>
<tr><td>B_2 Glaukoniit-lk.</td><td>Paldiski lade, ülemine osa.</td><td>Glaukoniit-lubjakivi 2,00 m</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td>alumine ooliit-lubjakivi 0,31 m</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td>Megalaspis-lubjakivi 3,04 m</td><td></td></tr>
</table>

võrdlust senise ja uue jaotuse vahel, on esitatud aines koondatud tabelisse, millest selguvad vahekorrad (v. 214 lk.).

Jäme joon tähistab ladestiku piiri, kahekordne peen lademete, resp, iseloomult lähidaste lubjakivide oma, kuna ühekordse peene joonega eralduvad üksikud lubjakivide kompleksid, mille üksikasjalikumast jaotusest praegu vara kõneleda. Senise ja uue jaotuse vahe on selge ning jääb ainult loota, et see läbiviidav oleks laiemal ulatusel.

Mitte üksi kohaliku huviga ei ole muudatused stratigraafiliste üksuste määramises käsitatud tasemes, vaid sellega avaneb nende kihtide täpsam ja rahuldavam võrdlus Skandinaavia ordoviitsiumiga, mis seni longanud on just käsitatud üksuste piirides.

Geomorfoloogiline osa.

Maa-aluse jõe pinnavormide kirjeldus ja tekkimispõhjuseid.

Uhaku maa-alune jõgi[1]) jaguneb omalt iseloomult kolme erinevasse ossa. Esimene osa, mis enesesse haarab vee neelumise maa alla ning voolamise seal, moodustub Uhaku sängist alates esimeste neeluallikatega veidi ida pool Ärra asundust (kaart, 14) kuni joani, eelmisest kohast 2 km otsejoones idasse. Sellesse ossa kuulub ka karstnähtuste tüübiliseim ala joa ja Purtse-Kõrgekalda vahel (kaart, 9 ja 13 vahel).

Teise osana esinevad uhtallikad Kõrgekalda ümbruses (kaart, 13) võrdlemisi piiratud maa-alal, mille laius 20 m, pikkus aga 200 m.

Kolmanda osa Uhaku maa-alusest jõest moodustab Uhaku säng alates joast kuni suubumiseni Purtse jõkke lõuna pool Lüganuse küla. Selles osas on karstinähtused võõrad, kuna ta aga lähedalt seotud kahe eelmisega, kujundades nendega terviku, siis on temast kõnelemine möödapääsematu.

Kõigil nimetatud aladel esineb ühiseid jooni, kuid nende erinevus väljendub terves reas ainulaadsetes omadustes, mida leida võib ainult ühel või teisel.

Esimese — neelu- ja vooluala — pinnavormiliseks iseloomustuseks on suuremate või vähemate langatuslehtrite esinemine kas üksikult, paarikaupa või sunremal arvul liitunult.

---

1) vaata G. Vilberg, Salajõed ja maaalused koopad Eestis, Sirvilauad XXV, juubeliaasta lisa, lk. 45—47.

J. Erde, Maaalune jõgi Uhak Lüganusel, Virumaa, 1924. lk. 367—372.

Üksikuid langatuslehtreid leidub Püssi asunduse Lümatu asundustalu väljadel (kaart, 12): siin on üksikuid päris väikseid 2—3 m läbimõõduga ja samasuguse sügavusega. Kuid enamik on suuremad — läbimõõduga 10—15 meetrit, sügavusega 4—6 m. Siinsamas leidub ka kaksiklehtreid (IV. tabel, 7. joonis), mille esinemine seletub lehtrite tekkimisega teine-teisele väga lähidasel alal, mille tõttu nende vahel olev maariba sisse vajus, olgugi vähem, kui langatuslehtrite keskkohal. Teineteisega vahetumalt seotud lehtrite arv võib olla suurem, kui kaks — võib esineda langatuslehtrite ahelik. Sellase moodustusena esineb Pikkhaud — Uhaku haru, mis peasängist ca 20 meetrit üleval pool juga 200 m ulatusel kagusuunas levib ning umbselt lõpeb. (kaart, 11, VI. tabel, 11. joonis). Siin näeb kümmekond teineteisega liitunut langatuslehtrit, mille keskmine sügavus 6—8 m, laius aga 10—15 m. Üksikute lehtrite jälgimist kergendab langatusoru kontuuri iseloom: langatuslehtri kohal on org laienenud, nende vahel aga ahenenud. Eriti suur on Pikkhauas joa poolt tulles esimene langatuslehter — ta ületab kõik teised talle järgnevad oma sügavusega ja läbimõõduga.

Samasuguseid suuri langatuslehtreid — arvult kaks — leidub ka Uhaku peaorus 100 m üleval pool juga — nõnda nimetatud Suurhaud (kaart, 10). Kumbki ei asu otse orus, vaid hoiduvad, üks ühele, teine teisele poole oru servale, kuid on liitunud oruga — sedavõrt lähedal asuvad nad viimasele. Mõlema langatuslehtri kesk-kohti ühendav joon omab samuti, nagu Pikkhaud loode-kagu suuna. Erinev vast nimetatud suunast on Pikkhaua kaguotsa lähiduses olevate langatuslehtrite oma, nimelt põhjast lõunasse.

Suurhauast üles poole omab Uhaku org lookleve ilme, kusjuures tema laius ei tõuse üle 20 meetri, kuna sügavus kõigub 3—4 meetri ümber. Iseloomuline sellele osale on asjaolu, et ka siin, olgugi mitte nii selgejooneliselt, kui Pikkhauas, selle ümbruses ja Suurhauas, esineb suur arv langatuslehtreid, mis on mõjutanud oru praeguse kuju tekkimise. Ka siin võib tähele panna lehtrite juures pikitelje kindlat suuna, mis kas kagu-loodene või aga edela-kirdene on. Siin võib veenduda ka selles, et üksikult seisvate langatuslehtrite pikitelg kokku langeb lehterahelikkude pikiteljega. Nii siin kui ka eelpool vaadeldud alal omavad lehtrid pikliku kuju.

Ka Kõrgekalda ümbrus kujutab enesest langatusala. Langatuslehtrite tihedus on aga palju suurem ning ümbrus, olgugi väiksel alal kannab omapärast ilmet: endisest tasandikust püsivad

ainult üksikud kõrgendikud, kuna suurem osa alast sisse on langenud (V. tabel, 9. joonis).

Sarnast pinnareljeefi tekkimist põhjustab esijoones vesi, mis hävitab kivimuid nii mekaaniliselt kui ka keemiliselt. Kuid tema soodsa ja jõudsa tegevuse võimaldajaks on selleks kohane aluspõhi. Alles siis pääseb ta täiel määral mõjule.

Nagu stratigraafilisest kirjeldusest selgus, moodustub Uhaku lähema ümbruse aluspõhi *Caryocystites*-lubjakivist, mis savirikkas ning seega kergesti murenev. Nii on siis siin aluspõhi soodne vee uuristavaks tegevuseks.

Kui maapealse voolu suund pinnareljeefist ette kirjutatakse, siis maa-aluse voolu suuna üheks mõjutajaks on kihtide langus. Nivellimine põhja pool Lüganuse küla ning ka Uhaku ja Kõrgekalda vahel näitas, et siin esineb ca 15' loode-kagu langus. Eespool vaadeldud langatuslehtrite ahelikud omavad sama suuna ning ei ole raske näha selles sarnasuses languse mõju voolu suunale.

Suurema tähtsusega langusest on olnud Uhaku maa-aluse voolu suuna määramisel kurised, mille tekkimispõhjusena tuleb vaadelda mannerjää rõhku. Kurised on levinud üle terve Põhja-Eesti, kusjuures nende parimaks väljakujunemise suunaks on loode-kagu, teine sagedane suund on pea perpendikulaarne eelmisele — kirde-edela. Sageli esineb ka põhja-lõuna ning selle paarimees ida-lääne suund. Ei puudu ka vahemisi suuruseid.

Uhaku ümbruses tehtutest kurissuuna mõõtmistest olgu nimetatud:

Purtse jõe vasak kallas	Napa veski vastas N 30°O, O35° S.
„ „ „ „	Lüganuse küla N-otsas O50° S.
Uhaku kanjon	N 50° O.
Purtse-Kõrgekallas	O 50° S.
Purtse-Pärtliorg	N 53° O, O 60° S.

Uhaku orus all pool juga (kaart, 7 ja 8) on loode-kagu suunased kurised hästi arenenud. Üksikud neist esinevad kuni 0,30 m laiuste, põhimoreeniga täidetud lõhedena. Põhimoreenis leidub sageli põlevkivi tükke, mis kõnelevad põlevkivi kihtide ulatumisest enne mannerjää künnet enam põhja poole praegusest esinemisalast. Selgejooneliselt esineb üks kurislõhe ka umbselt lõppeva Pikkhaua kaguotsas. Lõhe on mitme meetri ulatusel täiteainesest tühjaks uhutud ning tema laius on sedavõrt suur, et temasse võib pugeda hädapärast inimene. Siin torkab silma ka see, et ühe ja sama ku-

rise suund võib muutuda võrdlemisi väikesel ulatusel: kurislõhe pinnad ei ole tasapindsed, vaid lainjad. Sellega on ka öeldud, et mitte alati ei saa kurise suuna täpsalt ära määrata, vaid peab arvestama kuni 10—15° kõikumisega ühe ja sama kurise juures.

Kuriste ja Uhaku maa-aluse jõe seos seisab selles, et kurised, eriti kurislõhed on olnud esimesteks teenäitajateks voolu suunale, on olnud üldse maa-aluse voolu esimeseks eelduseks. Piki kurislõhesid pääsis vesi maa alla ning piki neid voolas ta algul. Nende suunas algas siis vesi oma uuristavat ja õõnestavat tööd ja siit selgub ka, miks langatuslehtrite suund kokku langeb kurissuunadega: kuriste kohal tekkisid sedavõrt suured õõned, et lagi raskuse mõjul sisse langes ning langatuslehtri moodustas. Rohkete langatuslehtrite juures võib kindlaks teha kurise või kurislõhe olelu, pahatihti on aga lehtrite veerud ja põhi sedavõrt kinnivarisenud ning kinnikasvanud, et kurise olelu võib oletada teatud tõenäolikkusega langatuslehtri pikitelje suuna põhjal.

Ei ole juhus ka see, et langatusvormide sügavus on suurem Kõrgekalda ümbruses, kuna lähinedes Ärra asundusele sügavus väheneb: kergesti murenevate kihtide tüsedus idas on suurem, lääne poole aga väheneb. Uuristus lakkab, kui uuristustase on jõudnud tiheda, kõva ehitus-lubjakivi tasemeni.

Kuid arvestada tuleb ka maa-aluse uuristustaseme ja pinnal voolava vee uuristustaseme suhet: viimase süvenemine põhjustab ka esimese süvenemist. On põhjust arvata, et nimetatud vahekord püsib senikaua, kui maaalune uuristustase jõuab ehitus-lubjakivi ülemise piirini. See ongi aset leidnud suuremas osas Uhaku maaaluse jõe alal. Ainult Kõrgekalda lähemas ümbruses on maa all voolava vee uuristustase kõrgemal ehituslubjakivi ülemist piiri ning siin tuleks praegugi arvestada mõlema teguriga, kuna muus osas sellega tuli arvestada minevikus.

Seega on antud need algelemendid, mis võimaldasid Uhaku maaaluse jõe tekkimise: vesi, aluspõhja kivimuline ehitus, kihtide langus ja kurised.

Esitatust selgub, et Uhaku kujutab enesest tüübilist karstiala: esineb maaalune vool, langatusnähtused jne.

Ei ole liigne püüda iseloomustada siinsete karstnähtuste juures esineva vee tegevust: kas on siin vee mekaaniline uuristus esikohal või aga mõjub vesi peamiselt keemiliselt lahustades. Üles-

seatud küsimusele võib kergesti vastata, et peamiseks õõnestavaks teguriks on vee mekaaniline uuristus, sest veevoolu määrajaks on kurised ning kergesti murenev aluspõhi. Kõrgekaldal leidub väike koobas, millesse suure vaevaga sisse võib pugeda ning millest suurveega uhtallikas välja voolab. Koobas suureneb laest allalangevate lubjakivi kihtide arvel, mis vesi aegamööda purustab ning ära kannab. Siin on üks konkreetseid näiteid, missuguse vee mõjuga tuleb arvestada Uhaku karstnähtuste juures. Ka ei ole tähtsuseta asjaolu, et maaaluse jõe peamiseks vooluajaks on suurveed kevadel lumelagunemise ajal ja sügiseste sadudega. Pikal talvel ja suvel on vee voolamine väga tagasihoidlik. Suurveega tõuseb vee mekaaniline jõud ning vaatamata lühikesele mõjutusajale võib toime panna tugeva uuristuse. Kuigi vee keemiline lahustamine tagaplaanile surutakse, siiski tuleb ka sellega teatud määrani arvestada.

Uhaku jõgi jatkub joast (kaart, 9) kuni suubumiseni Purtse jõkke maapealse jõena ning siin puuduvad karstnähtused. Kuna aga selle osa olemasolu oleneb tüübilisest karstialast, siis tuleb ka teda käsitada: ajal, kui maaalune Uhaku ei suuda neelata kõike vett, voolab liigne osa mööda veevaesel ajal kuiva orgu Purtse jõkke.

Kui liikuda Uhaku suubumiskohast üles poole, siis esineb algul looklev org, milles voolav vesi uurdeperved järsuks on söönud, kuna vastasveerud lamedalt laskuvad — siin on tegemist iseloomulise oruga, nagu ta esineb teistelgi Põhja-Eesti jõgedel, enne kui nad jõuavad panga puhandusalale (kaart, 7., VI. tabel, 12. joonis).

Viimased 200 meetrit kuni joani on Uhaku org mõlema järsu veeruga ning peaaegu sirge, kerge kumerusega põhjasse (kaart, 8). Kallaste kõrgus tõuseb 2 meetrini. Paistab silma terav vahe mõlema oruosa vahel: alumine looklev ning vahelduv-kõrgusega ja -kallakusega veerudega, ülemine aga sirge, ühtlase kõrgusega, järsult välja kujunenud veerudega — tüübiline lamedapõhjane kanjon, olgugi väiksete mõõdetega.

Huvitava koha moodustab Uhaku jõel juga olles ülemvoolu ja alamvoolu piiriks (kaart, 9). Juga on vaevalt 1,00 m kõrgune. Ta siirdumine kanjoni sünnib kaudu kärestikku. Juga esineb kaheharusena, kusjuures kummagi haru vahele väike saar jääb (V. tabel, 10. joonis). Suurema, parempoolse haru laius on 5 meetrit, kuna vasakpoolse laius 2 meetrit. Need laiuse kohta antud suurused maksavad veehulga puhul, mille langemine joast sünnib sirgel murd-

joonel. Suure veehulga juures on langeva veevoolu laius suurem ning veevoolu murd-joon moodustab voolule vastupidiselt kumerdunud kaare. Siin on tüübiline näide Eestis esinevatest jugadest, mis aeglaselt uuristades ning taganedes vastu voolu moodustanud on Uhaku oru suudmeni.

Uhaku ajaloolisest arengust.

Põhja-Eesti pinnavormide väljakujundamisest on osa võtnud esijoones eeljääaegsel ajal aset leidnud välisdünaamilised tegurid, mille tulemuseks oli lavatasandik ja jõgede süsteem. Viimane on aluseks olnud ka praegustele jõesängidele. Järgneval glatsiaalsel ajal ei suutnud hävida varem kujunenud pinnareljeef. Küll aga mahendas mannerjää künne kohati intensiivsemalt, kohati nõrgemalt eeljääaegset pinnamoodi, eriti just suuremate kõrgusvahedega iseloomustunud osi, nagu orud.

Peale jääaega oli Põhja-Eesti suuremal ulatusel kaetud algul Balti jäämerega, mis hiljem *Ancylus*- ja *Litorina*-transgressioonide kaudu omas praegused mere piirjooned.

Uhaku orgu tuleb lugeda tema algelementidelt eeljääaegseks. Sellel ajal kujunenud org oli süvenenud kaljusesse aluspõhja. Puudusid veel karstinähtused, kuna selleks ei olnud soodsaid arenemisvõimalusi. Uhaku esines tervel ulatusel hariliku, tasandikul voolava jõena ning ei oleks põhjust olnud siis tarvitadagi seda nimetust, vaid piirduda oleks tulnud ainult Koljala nimetusega, millise jõe alamvooluna ta ju esineb. Sinna aega kuulub ka Uhaku oru järskkaldase lookleva osa kujunemine. Muidugi on selle osa kuju hiljem tunduvalt muutunud: juga asus siis praegusest kohast enam suudme poole ning liikudes aeglaselt üles voolu jättis enese järele kanjoni. Jääaja algul jäi ta peatuma 200 m all pool praegust joa asukohta (kaart, 7). Joast uuristatud kanjon kannatas tugevasti mannerjää künne all.

Jääajal puudus Uhakus loomulik voolava vee tegevus. Selle ajaga tuleb vist siduda kuriste tekkimise.

Pärast jääaja lõppu osutus Uhaku ümbrus, mille praegune absoluutne kõrgus keskmiselt 38 m, merega kaetuks. Kuid juba varsti, Balti jäämere valitsemise ajal — umbes 9000 aastat tagasi — vabanes Uhaku ümbrus veekattest ning voolav vesi võis otsida omale uue sängi. Kuna Uhaku jõe eeljääaegne org sugemetes alal hoidnud oli, siis ei ole veevoolul raske leida uut sängi. Endine

org oli aga oma kuju tugevasti muutnud, eriti joast alla poole jääv kanjon, mis lamedaveeruliseks oli muutunud. Siia uuristas vesi varsti kohati esinevaid järskkaldaid ning lookeid (VI. tabel, 12. joonis).

Kuid enam ei toiminud vee voolamine nii lihtsalt. Olid tekkinud kurised, mis küll kitsad, lõhelised neist põhimoreeniga täitunud, aga siiski sellased, et läbi lasta vett. Nii võis vesi valguda maa alla ning algada karstinähtuste kujunemine. Algul olid siin toimuvad nähtused väikesed, kuna jõesängide tase oli praegusest tunduvalt kõrgem. Aset leidnud meretaseme alanemine soodustas erosiooni ning jõesängide süvenemist, ka Uhaku maa-aluse jõe laskumist suuremasse sügavusse. On tõenäolik, et Uhaku algul mitte kõike Koljalast voolavat vett ära ei neelanud vaid samal ajal ka maapealse jõena voolas. See on seda rohkem põhjendatud, et varemate jõgede veehulk ajuti oli suurem praegusest. Nii oli Uhaku maalune jõgi algul tagaplaanil, kuna maapealne peaosa mängis. Siis oli joagi tegevus suurem ning ajalt pidevam ja selle tagajärjel tema nihkumine üles voolu kiirem praegusest.

Ajaga süvenes jõesängide uuristus-tase, süvenesid karstinähtused. Tekkisid maaalused koopad maapealse sängi all, nende sisselangemine oli paratamatu. Tekkisid looked langatuslehtrite pikitelgede, resp. kuriste suunatusel (IV. tabel, 8. joonis). Vähenes maapealse voolu tähtsus, suurenes maaaluse oma ning lõpuks saabus moment, kus maapealne säng leidis kasutamist veel ainult suurveega, muu osa ajast aga kuivana seisis. Sel ajal algas ka sängi kinnikasvamine taimestikuga. Maapealse voolu ajutiseks muutumisega tõmbus tagasi ka joa tegevus. Raske on aga näha selle pöördepunkti aega, kuna selleks puuduvad küllalt usaldatavad andmed.

Kui vaadelda langatus-, resp. karstinähtusi, siis torkab silma tekkinud vormide säilimine, mis kõneleb kindlasti nende pärastjääaegse tekkimise poolt. Ainult Ärra asunduse ja joa vahelises osas on langatuslehtrite kuju muudetud kohati tugevasti maapealsest voolust.

Nagu juba nimetatud, võib Uhaku jõe uuesti elustumist peale jääaega arvata 9000 aastat tagasi. Selle aja jooksul on juga tõenäolikult 200 m üles voolu rändanud. Neist andmeist võib joa aastast taganemiskiirust arvata keskmiselt 2 cm peale. Kuna voolava vee hulk maapealses sängis vahelduv oli, siis ei saa nimetatud suurust võtta võrdselt kõige taganemisaja kohta.

Nii on aegade vältel välja kujunenud Uhaku maaaluse jõe omapärane iseloom.

Uhaku eluavaldusi aastaaegade vältel.

K e s k s u v e l, kui tagasi on tõmbunud suurveed, on Uhaku jõesäng alates Ärra asundusest peale kuiv. Veerud on kinni kasvanud tiheda taimestikuga — kari sööb siin rahulikult kõrvetava päikese käes. Osa orgu ning langatuslehtreid on muudetud heinamaadeks, mille lopsakas rohi varsti peale Jaanipäeva langeb vikati all kaartesse: nii orus ülal pool juga, Pikkhauas, Kõrgekalda ümbruses. Kanjonis aga kuhjavad kohalikud elanikud kokku voolavast veest lahti kistud savisegast lubjaklibu, et sellega silutada lähidasi teid, mis selletagi küllalt savised, kuivaga võimatuseni tolmused, vihmaga aga lõpmata porised. Siis murtakse ka oru veerudesse tekkinud murrus kivi järgmise aasta ehitustarbe rahuldamiseks.

Sellel ajal ei saa arugi, et siin tegemist on maaaluse jõega. Ainult suurimate langatuslehtrite põhjas vilgub väike veeloiguke. Kuid sedagi mitte kõigil suvedel. Üksikud, otse Lümatu talu külje all olevad uhtallikad keedavad vaikselt ja rahulikult vett ülesse, kuna teistes suvepuhkus valitseb. Ka Ärra asunduse kohal, kus vesi maa alla kaob, on vaikne: vee hulk on nirisev ning vaevaliselt tunnistab neeluallikate olemasolu.

Lühikeseajalised suvisesed sajud ei mõju tunduvalt veehulga suurenemisele ning nende tulemuseks on ainult nõrk veetaseme tõus langatuslehtrites ning üksikute uhtallikate nõrk elustumine. Lõpeb sadu ning mõni päev hiljem saabub jälle Uhaku varjusurm.

Nii kestab s ü g i s e n i, millal algavad suuremad sajud. Päevast päeva langeb alla pilvi, maa imbub läbi veest ning äravool suureneb aiva. Siis neelavad neelud aplalt, kugistavad võimatuseni. Langatuslehtrites — Suurhaual, Pikkhaual ja sellest kagusse kerkib vesi tugevasti, hoogsalt keevad uhtallikad. Nüüd alles näeb, kui rikas on siinne uhtallikate pere. Tervel Kõrgekalda ulatusel leidub neid küll suuri, küll päris väikseid. Suuremad on Lümatu talust läände, samuti ka Kõrgekalda langatusala lääne osas.

Vaatamata oma ahnusele ei suuda neelud lõpuks, kui sademed ikka jatkuvad, kõike juurevoolavat vett oma kurgust läbi juhtida, vaid peavad paratamatult pealt vaatama, kudas edasitungi vajav vesi neid üle ujutades kuude jooksul jõude seisnud oru täidab. Lühikese ajaga kohendub Uhaku maapealne jõgi suvisest uinakust, täidab ääretasa oru ja langatuslehtrid, elustab joa ja käresitkurikka kanjoni.

Siis on näha, kuis vesi voolab Pikkhauda suure kiiruga, nagu kartes kuhugi hiljuda, kuis Suur- ja Pikkhaua üksikutes lehtrites vesi keerleb aeglaselt — ka siin toimub neelumine. On tõenäolik, et haudadest alates Kõrgekalda suunas maaaluse vee läbivoolu võimalus suureneb — kuis muidu seletada, et Arra neelude juba ummistunud olles ja veed juhtinud maapealsesse sängi, maaaluse jõe alumine osa siiski suudab veel vastu võtta suure annuse vett. Oletus leiab ka tõenduse selles, et nii pea, kui hauad ääreni täis valatud, siis muutub uhtallikate tegevus tunduvalt hoogsamaks.

Kuid sügiseti on Uhaku kurb. Küll mühab juga ja ruttavad vood, kuid kõiges selle tundub jumalagajättu suvise ümbrusega, loobumist lokkavast elust. Madalad pilved piserdavad vahetpidamatult vihma kõrres põldudele, millede vahel lookleb udusse mähitud Uhaku . . .

Siis tuleb k ü l m , mis tagasi tõmbab vee, lumesajud matavad ümbruse ning sellesse jahukasti lastakse lahti põhja ja ida tuuli. Siin nad siis möllavad ja tuuselduvad lumehelbeid, kuni täis kuhjuvad kõik madalamad kohad, kannavad tarade taha suured hanged, lagedad paigad aga paljaks puhuvad. Ikka edasi nii, kuni jatkub jaksu!

Kui ei tunneks Uhaku ümbrust suvisel ajal, siis hilistalvel suuskadel läbistades päikeses kiirgavat valget lagendikku ei aimakski, et viibid sügavate langatuslehtrite kohal, ristled vast hiljuti veel veerikast jõesängi — nii täis on kuhjunud nad lumega, et vaevalt eralduvad ümbritsevast tasandikust. Nii juhtub see muidugi lumerohketel talvedel.

Aga kaua ei kesta seegi olukord. Ikka kõrgemale ronib päike, sulatab lumepinna sõmeraks, sagedasemaks muutub sulailma toovate edelatuulte esinemine ning ühel heal päeval tundub murdunud olevat talve võim. Siis ärkab Uhakugi talveunest, mis enesega kaasa toob huvitavaid ja kütkestavaid hetki ta elust. Ent mitte alati ei õnnestu tabada seda aega, millal toime tulevad allkirjeldatavad nähtused: nad ilmuvad ootamatult, püsivad lühemad aega ning kaovad jälle, et korduda järgmisel kevadel. Ja sedagi ainult sel juhul, kui on olnud küllaldaselt lund.

E s i m e s t e k e v a d i s t e s u l a d e g a , kui need paaritatud on päikesepaistega ning temperatuuri alanemisega öö saabudes alla 0^0, toimub päeval kiire sulamine ja tekkivad veerikkad voolud, mis aga ööseks tarduvad. Sarnase voolu ilmumine veidi peale keskpäeva ja kadumine pimenemisega leiab aset ka Uhaku orus, mis ääreni kuhjunud lumega. Kuna veele on takistatud pääs tõelise orupõh-

jani, valib ta omale voolupinnaks oru kohal kergelt nõgus oleva lumepinna. Aga mitte vaikselt ja rahulikult ei sünni lumesängi vallutamine sulavete poolt. Sulavete kogumisalana esineb Koljala jõgi, kust vesi siis suure hooga tungib Uhaku lumiorgu, moodustades enesest veevalli, mille laius ulatab kuni 20 meetrini, sügavus aga 0,5 meetrini. See kiire käigu nobedusega edasiruttav veevall purustab enese ees eelmisel päeval päikesest ja veest sõmerdunud lund, öösise külmaga tekkinud õhukest jääkatet ning ajab seda enese ees tekitades omapärase muusika. Need on esimesi kevadvete eluavaldusi, mis kütkestavad ning vaatlemisele sunnivad. Kaua võib peatuda siis Uhaku ääres ja vaadelda päikesekülluses hoogsalt ja julgelt pääletungivat voogu lähinemas, kuis ta rutates möödub ning püüab jõuda jõesuuni enne, kui õhtu saabumine suluks vee juurevoolu. Ning läheb enne päevi, kui lumel voolav vesi muutub püsivaks ning jõuab suudmeni.

Veevool saabudes pikki lund suubumiskohani Purtse jõel sööb enese suubumiskohal õige ruttu loomuliku oru põhjani. Kuna üles poole lumi püsima on jäänud, tekib lumejäraskust laskuv juga, mis pidevalt liigub ülespoole jättes enese järele lumiste järskkallastega kanjoni — Uhaku elab kevadeti taas üle oma pikki aegu kestnud aeglase arengu. See sünnib aga õige kiiresti, sest aines, mille vesi peab välja uuristama, on lõpmatu kergesti hävitatav — see on ju lumi.

Sellal, kui lumest põhjustatud juga üles voolu liigub, on voolav vesi kohati lumekatte läbistanud ning üles otsinud neelukohad — elustub ka maaalune vool, mida sellest tuleb järeldada, et uhtallikad tegevust algavad. Aeglaselt täitub Pikkhaudki veega, algab siingi vee neelumine, samuti ka Suurhauas. Neelumine tuleb nähtavale veepinnal ringlevate jäätükkide ja prügi näol (VI. tabel, 11. joonis).

Oru tühjenemine lumest jatkub, juga liigub ikka üles poole. Samal ajal on tõeline juga veel pea täielikult lumme mattunud ja väga nõrgalt jälgitav. Siin on siiski vee süvendus arenenud — vesi on tunginud lume alla tekitades seal voolu. Tekib karstinähtusi, mille tulemuseks mitte küll lume sisselangemine, küll aga põhjustab veevool lume alla sattudes kohati oru vabanemise pikemal ulatusel sel teel, et alt tugevasti õõnestatud lumekate vee survel liikuma hakkab ning alla voolu kaob. See nähtus lihtsustab ja kiirustab jõe puhastamist ummistavast lumest. Sarnase tegevuse tulemusena on ka need suured lumepangased, mille liikumist võib jäl-

gida jõel ning mis nii meeleldi madala vee tõttu igale poole peatama jäävad (IV. tabel, 8. joonis).

Paari päeva jooksul vabaneb org. Kaovad lumest olenevad voolu omapärasused, Uhaku omab oma loomuliku voolutee. Algab jälle harilik uuristav ja uhav tegevus, mis nihutab aeglaselt aga pidevalt juga üles voolu, suurendab maaaluseid koopaid ja pugemeid.

Kuid kauaks ei jatku vett, mis elustaks Uhakut — möödub aprill, sellele veel mai ja juba juunis kaob maapealne jõgi, väheneb tunduvalt maaaluse voolu tegevus ning lõpuks soikub seegi pea täielikult.

Nii elab Uhaku aasta kestes kord aeglasemalt, magab talveund, siis aga nagu püüab tagasi võita tardumises möödunud aega mässavate voogudega. Kord voolab ta salajana maaalustes urgastes, ajuti aga armastab päikest ja tuuli, toob enese välja niisketest pimedatest sügavustest. Ning siis tuletab ta meelde möödunuid päivi — olnud olukorrad kerkivad hetkeks silmade ette, et järgmisel viivul jälle kaduda.

Ja tänulik on ta, kui tuntakse huvi tema mitmekesisest minevikust ja vahelduvatest eluavaldustest praegu, millest ta on valmis kõnelema igale kuulajale. See aga tasub enese — peatuda heteks tema juures ning jälgida neid esitatavaid kirjurealisi elamusi.

Deutsches Referat:

Der Uhaku.

Zur Stratigraphie und Geomorphologie des NO-estnischen Karstgebietes.

1. Einleitung.

Der zweitgrösste Fluss NO-Eestis ist der Purtse, der zusammen mit seinen Nebenflüssen — Oandu, Ojamaa, Roodu, Rakukäbi, Koljala — das überschüssige Wasser eines 927 km² grossen Gebiets in den Finnischen Meerbusen trägt (Fig. 1). In seinem Unterlauf, wo er den Kliff durchschneidet, hat er ein grosses Gefälle und ein kañonartiges Bett. Im Mittellauf wird das Bett bei ihm, wie auch bei seinen Nebenflüssen flacher und hat nur stellenweise steile Ufer (Taf. 1, Abb. 1). Der Unterlauf eines

Nebenflusses — des Koljala — hat auf einer Strecke von 2,5 km den Charakter eines unterirdischen Stromes, und dieser Teil wird Uhaku[1]) genannt. Der Uhaku zusammen mit dem Unterlauf des Purtse bieten eine Reihe zahlreicher geologischer Beobachtungsmöglichkeiten, wodurch dieses Gebiet für geologische Wanderungen besonders günstig ist.

2. Stratigraphischer Teil.

Am Purtse- und Uhaku-Fluss sind die Kalksteine des Unterordoviziums gut aufgeschlossen, während die älteren Gebilde mehr oder weniger verdeckt sind. Das älteste Glied dieser Kalksteine ist hier der

Megalaspis-Kalkstein,

der gegenüber der Napa-Mühle am rechten Ufer des Purtse aufgeschlossen ist (Karte, 1 und Fig. 2). Die Gesamtmächtigkeit des Kalksteines ist hier 3,04 m. Die untere Grenze ist scharf, da das Liegende von dem nach dem Gestein und den Versteinerungen stark abweichenden Glaukonitsand gebildet wird. Die obere Grenze wird durch eine mit Eisenoxyd bedeckte Korrosionsfläche angedeutet. Die von Lamansky[2]) durchgeführte Einteilung des *Megalaspis*-Kalksteines, die auf dem Material vom Volhov (Russland) basiert, ist auch hier mit einigen wenigen Ausnahmen gültig:

$B\Pi_\gamma$ — 0,60 m (Fig. 2, Schicht 1.—3.) glaukonitreicher dichter feinkörniger Kalkstein.

$B\Pi_\beta$ — 0,50 m (Fig. 2, Schicht 4.) — glaukonitarmer grauer Kalkstein mit Mergelzwischenschichten.

$B\Pi_\alpha$ — 1,84 m — die untersten 0,55 m (Fig. 2, Schicht 11.—13.) sind glaukonitreicher mürber Kalkstein, die obersten 1,29 m (Fig. 2, Schicht 5.—10.) sind dickbankiger Kalkstein mit grossen Glaukonitkörnern.

Der *Vaginatum*-Kalkstein

(Fig. 3) ist am linken Ufer des Purtse, angefangen von der Napa-Mühle bis zum südlichen Ende des Dorfes Lüganuse

1) Spr. Uhhaku.

2) W. Lamansky — Die ältesten silurischen Schichten Russlands (Etage B) Mémoires du Comité Géologique. Nouvelle Série. Livr. 20, 1905, St-Petersbourg.

aufgeschlossen (Karte, 1, 2, 3). Die Mächtigkeit des Kalksteins ist 7,50 m. Die unterste wie auch die oberste Grenze wird durch deutliche Korrosionsflächen charakterisiert (Taf. 2, Abb. 4). Der Kalkstein lässt sich folgendermassen einteilen (Fig. 3).

~~~~~~~~ Korrosionsfläche.

1.—4. Schicht — 3,20 m — oberster Oolithenkalkstein (Taf. 1, Abb. 2, Taf. 2, Abb. 3). Es seien folgende Versteinerungen genannt; *Endoceras vaginatum* Schloth., *Lycophoria nucella* Dalm., *Amphion fischeri* Eichw., *Asaphus pachyophthalmus* Schm. *var. minor* Schm. und *Megalaspis centaurus* Dalm. *var. rudis* Ang.

5.—6. Schicht — 1,88 m — Eisenoxydkalkstein.

7. Schicht — 2,00 m — Glaukonitkalkstein mit massenhaft auftretenden *Endoceras vaginatum* Schloth.

8.—13. Schicht — 0,31 m — unterer Oolithenkalkstein.

~~~~~~~~ Korrosionsfläche.

Der Echinosphaerites-Kalkstein

(Fig. 4) ist am rechten, wie auch am linken Ufer des Purtse nördlich vom Dorf Lüganuse aufgeschlossen (Karte, 3, 4.). Die Mächtigkeit des Kalksteines ist hier 2,25 + m. Der Kalkstein wird im allgemeinen durch die Oolithen und durch *Echinosphaerites aurantium* Gyll. *mut. infra* Hecker charakterisiert. Er wird in folgender Weise eingeteilt (Fig. 4).

1. Schicht — 0,20 + m — *Endoceras*-Kalkstein mit reichlichen Oolithen.

2—3. Schicht — 1,00 m — dünnschichtiger oolithenarmer *Echinosphaerites*-Kalkstein.

4. Schicht — 1,05 m — oolithenhaltiger dickbankiger *Asaphus*-Kalkstein.

~~~~~~~~ Korrosionsfläche.

Der Baukalkstein

ist im Steinbruch von Lüganuse (Karte, 5) und im Cañon von Uhaku (Karte, 6, 7) aufgeschlossen. Er erreicht eine Mächtigkeit von 8 m und erscheint als feinkristalliner dickbankiger, für Bauzwecke verwendbarer Kalkstein (Taf. 3, Fig. 5) für dessen verwitterte Schichten das Auftreten von Eisenoxydadern charakteristisch ist. In den unverwitterten tiefer gelegenen Schichten unterscheiden
~~~~~~~~

sich die Adern vom hellen Gestein durch ihre dunklere, durch Eisenpyrit bedingte Färbung. Da der Baukalkstein im Gestein und in den Versteinerungen einen ruhigen Übergang zum Liegenden zeigt, letzteres ebenfalls bautechnisch verwendbar ist, kann man die beiden Schichtenkomplexe zu einer grösseren stratigraphischen Einheit — dem Baukalkstein im weiteren Sinne — zusammenfassen (siehe stratigraphische Tabelle auf d. S. 214).

Der Caryocystites-Kalkstein

(Fig. 5) ist im Cañon vom Uhaku (Karte, 7, 8, auch 14) und an den Ufern des Purtse-Flusses zwischen Kõrgekallas und Pärtlioru (Karte, 13) aufgeschlossen. Hinsichtlich der oberen Grenze sind von Interesse noch Aufschlüsse am Koljala- und Uuemõisa-Fluss. Das sind auch die einzigen Stellen, wo man in NO-Eesti den genannten Kalkstein kennen lernen kann. Die Gesamtmächtigkeit des Kalksteines ist 4,48 m. Vom Liegenden unterscheidet er sich durch seinen grossen, im oberen Teil besonders reichen Tongehalt und durch seine Versteinerungen. Es erscheinen von neuem die im Baukalkstein fehlenden Cystiden, und zwar auf einem niedrigeren Niveau, als ich es früher angegeben habe und es beginnt die *Chasmops*-Fauna (Schmidt, 1858). Die Grenze zum Hangenden zeigt keine so scharfe Abweichung. Der petrographische Charakter ist aus der Abbildung 6, Taf. 3, ersichtlich.

Der *Caryocyctites*-Kalkstein, der bisher zum Unterordovizium gerechnet wurde, muss ins Mittelordovizium übergeführt werden, wozu die Angaben über Gestein und Versteinerungen (siehe stratigraphische Tabelle auf d. S. 214) berechtigen.

3. Geomorphologischer Teil.

Die Beschreibung der Oberflächenformen des unterirdischen Flusses Uhaku und ihre Entstehungsursachen.

Der unterirdische Fluss Uhaku zerfällt in drei Teile:

1. Das Aufsaugungsgebiet östlich von der Siedelung Ärra (Karte, 14), der unterirdische Abfluss bis zum Wasserfall (Karte, 9) und von dort bis Kõrgekallas (Karte, 13).

2. Die Ausstrudelungsquellen bei Kõrgekallas (Karte, 13).

3. Der Cañon von Uhaku, vom Wasserfall (Karte, 9) bis zur Mündung in den Purtse-Fluss.

Auf dem ersten Gebiet treten Einsturztrichter einzeln, paarweise (Karte, 12; Taf. 4, Abb. 7) oder in Reihen auf (Pikkhaud, Karte, 11; Taf. 6, Abb. 11, Suurhaud, Karte, 10; auch zwischen 10 und 14). Sie haben eine längliche Gestalt, einen Durchmesser von 10—15 m und eine Tiefe von 4—6 m. Die Längsachse hat vorwiegend eine NW-SO-liche, seltener eine SW-NO-liche Richtung.

Auf dem zweiten Gebiet herrschen die Einsturztrichter vor, zwischen denen sich nur einzelne Erhebungen erhalten haben. (Taf. 5, Abb. 9.)

Beide Gebiete besitzen unterirdische Strömungen und die auf diese zurückzuführenden Oberflächenformen werden durch den petrographischen Charakter des Untergrundes — des mergelreichen *Caryocystites*-Kalksteines — bedingt. Die Mächtigkeit des Kalksteines ist für die Tiefe des Karstes massgebend, wobei aber dessen Erosionsniveau von demjenigen des Purtse-Flusses abhängig ist. Ausser dem Gestein ist auch das Fallen der Schichten, das hier 15' beträgt und die Abflussrichtung bestimmt, Ursache der Karsterscheinungen. Eine wesentliche Bedeutung haben aber hier die von NW nach SO und von SW nach NO gerichteten Diaklase, die dem Wasser das Eindringen unter die Erde ermöglichen und den ursprünglichen Abflussweg darstellen. Den Einfluss der Diaklase sieht man deutlich in der Lage und Gestalt der Einsturztrichter. Diaklase kann man im Cañon des Uhaku etwas unterhalb des Wasserfalles (Karte, 8) und an dem SO-Ende des Pikkhaud (Karte, 11) kennen lernen, wo sie die Gestalt einer bis 0,50 m breiten Spalte besitzen. Das Aufsaugungs-, Strom- und Ausstrudelungsgebiet des unterirdischen Flusses Uhaku stellt ein typisches Karstgebiet dar, wobei hauptsächlich die mechanische Tätigkeit des Wassers als erodierender Faktor in Betracht kommt, während die chemische Tätigkeit in den Hintergrund tritt.

Der dritte Teil ist nicht mehr ein typisches Karstgebiet, steht aber in engem Zusammenhang mit dem letzteren: führt doch der Cañon des Uhaku bei Hochwasser den Teil des Wassers, für den im Bett des unterirdischen Flusses kein Raum mehr vorhanden ist, in den Purtse-Fluss ab. Der untere Teil des Cañon hat einen geschlängelten Verlauf und Ufer von wechselnder Ge-

stalt (Karte, 6; Taf. 6, Abb. 12), während der obere Teil geraden Verlauf und beiderseits steile Ufer (Karte, 7—8—9) besitzt. Der Cañon begint mit einem Wasserfall — einem kleinen Niagara (Karte, 9), der zwei Arme und ungefähr eine Höhe von 1,0 m besitzt (Taf. 5, Abb. 10).

Über die geschichtliche Entwickelung des Uhaku.

Das Alter des Uhaku reicht in die präglaziale Zeit zurück, wo er in seinem ganzen Verlauf einen oberirdischen Fluss darstellte. Der Wasserfall trat langsam zurück und hinterliess den Cañon. Das Inlandeis erreichte den Wasserfall bei 7 (Karte) und indem es diesen mitsamt dem Tal bedeckte, ebnete es letzteres ein, ohne es aber vollständig zu vernichten. Mit dem Zurückschreiten des Eises setzte das Wasser seine unterbrochene Tätigkeit fort, zugleich aber begann auch die unterirdische Tätigkeit des Wassers unter den für diese günstigen Vorbedingungen. Die unterirdische Tätigkeit drang mit der Zeit immer mehr in die Tiefe vor, nahm zu und übernahm schliesslich vollständig die Funktion des oberirdischen Flusses. Nur zur Zeit des Hochwassers kehrt Leben in den oberirdischen Strom zurück. Der Beginn der Karsterscheinungen reicht 9000 Jahre zurück, in welcher Zeit der Wasserfall vom Punkt 7 bis Punkt 9 (Karte) zurückgeschritten ist.

Die Lebensäusserungen des Uhaku während der verschiedenen Jahreszeiten.

Im Sommer, wenn das Hochwasser des Frühlings sich verzogen hat und die Niederschlagsmengen gering sind, liegt der Uhaku vollständig trocken da. Fliessendes Wasser sieht man nirgends. Erst mit den anhaltenden Niederschlägen des Herbstes belebt er sich, die Einsturztrichter füllen sich mit Wasser und der überflüssige Teil desselben fliesst längs dem Cañon ab. Mit dem Eintritt des Winters erlischt wieder die Tätigkeit des Uhaku, die Einsturztrichter und der Cañon füllen sich bis an den Rand mit Schnee und wer das Gebiet zum ersten mal im Winter betritt, dem verrät nichts von dem so intensiven Leben, das hier zur Zeit des Hochwassers im Frühling herrscht. Im Frühling befinden sich die Aufsaugequellen im O von der Siedelung Arra (Karte, 14), im Suurhaud (Karte, 10) und im Pikkhaud (Karte, 11), die zahlreichen Ausstrudelungsquellen bei Kõrge-

kallas (Karte, 13) in lebhafter Tätigkeit. Das Einsturztal des Uhaku oberhalb (Taf. 4, Fig. 8) wie auch unterhalb (Taf. 6, Fig. 12) des Wasserfalles wird zu einem unüberschreitbaren Fluss, der Wasserfall aber strotzt in seiner Wasserfülle (Taf. 5, Abb. 10). So dauert es einige Wochen, und dann beginnt wieder der allmähliche Übergang zur sommerlichen Ruhe.

Im Vorfrühling, wo die Nachtfröste das bei Tage stattfindende Schmelzen unterbrechen und der Uhaku noch mit Schnee erfüllt ist, kann man tagsüber das Fliessen des Wassers längs dem Schneebett verfolgen, während der Vorgang nachts wegen dem Versiegen des Wassers stehen bleibt. Und das auf dem Schnee dahinfliessende Wasser zeigt die gleiche erodierende Tätigkeit, wie sie bei der langsamen Entwicklung des unterirdischen Flusses Uhaku stattfand und die man auch jetzt noch beobachten kann: das Fliessen des Wassers unter dem Schnee, die Erosion eines Wasserfalls und eines Cañon in den Untergrund aus Schnee etc.

Erklärung der Textfiguren.

Fig. 1. Das Gebiet des Purtse-Flusses.

Fig. 2. Das Profil des *Megalaspis*-Kalksteines gegenüber der Napa-Mühle am rechten Ufer des Purtse-Flusses.

Fig. 3. Das Profil des *Vaginatum*-Kalksteines am linken Ufer des Purtse-Flusses zwischen der Napa-Mühle und dem Dorfe Lüganuse.

Fig. 4. Das Profil des *Echinosphaerites*-Kalksteines am linken Ufer des Purtse-Flusses nördlich vom Dorfe Lüganuse.

Fig. 5. Das Profil des *Caryocystites*-Kalksteines im Cañon von Uhaku (die Schichten 13—19) und am Kõrgekallas (die Schichten 1—12).

Erklärung der Tafeln.

Taf. I, Abb. 1. Der Purtse-Fluss bei Kõrgekallas.

„ „ „ 2. Der Aufschluss des oberen Oolithen-Kalksteines des *Vaginatum*-Kalksteines am linken Ufer des Purtse-Flusses nördlich vom Dorfe Lüganuse.

Taf. II, Abb. 3. Die Fe_2O_3-Oolithen aus dem unteren Oolithen-Kalkstein des *Vaginatum*-Kalksteines (Schicht 10). Das linke Ufer des Purtse-Flusses gegenüber der Napa-Mühle. × 3,5.

Taf. II, Abb. 4. Die Korrosionsfläche zwischen dem *Vaginatum*- und dem *Echinosphaerites*-Kalkstein. Der Steinbruch beim Dorfe Väike-Kõrgküla. : 3.

Taf. III, Abb. 5. Der Kalkstein des Baukalksteines aus dem Lüganus'schen Steinbruch.

„ „ „ 6. Der Aufschluss der obersten Schichten des *Caryocystites*-Kalksteines bei Purtse-Kõrgekallas.

Taf. IV, Abb. 7. Die Einsturztrichter in dem Karstgebiete von Uhaku, südöstlich von Pikkhaud.

„ „ „ 8. Der Uhaku-Fluss bei Hochwasser zwischen Ärra und dem Wasserfalle.

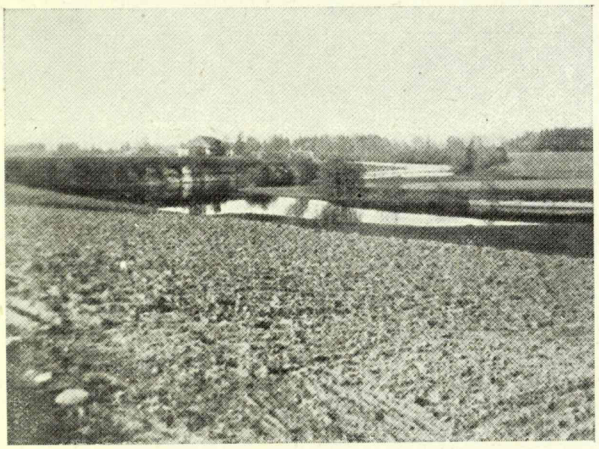
Taf. V, Abb. 9. Das Gebiet der Ausstrudelungsquellen bei Purtse-Kõrgekallas im Frühling.

„ „ „ 10. Der Wasserfall Uhaku.

Taf. VI, Abb. 11. Das Einsturztal Pikkhaud im Frühling.

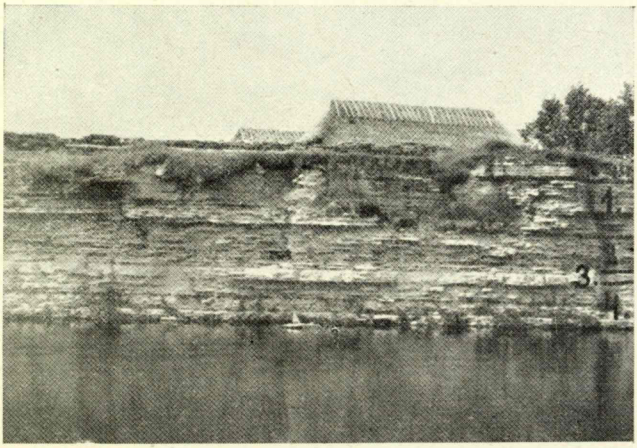
„ „ „ 12. Der untere Teil des Uhaku-Cañons.

Taf. VII. Geologische Karte der Umgegend des Uhaku.



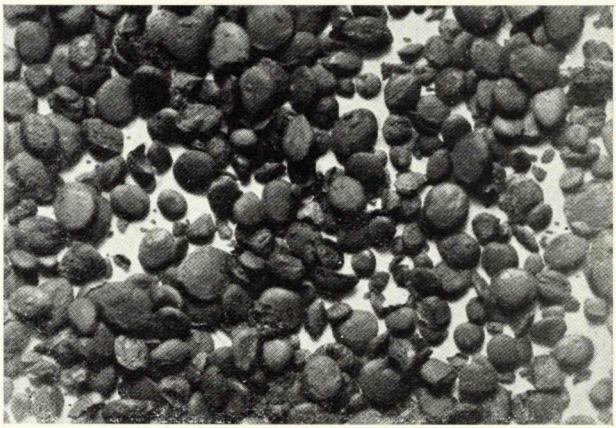
1. joonis. Purtse jõgi K õ r g e k a l d a kohal. Looklev jõesäng järsu uurdepervega ja lameda vastaskaldaga.

Foto A. Öpik.



2. joonis. *Vaginatum*-lubjakivi ü l e m i s e o o l i i t-l u b j a k i v i paljand Purtse jõe vasakul kaldal põhja pool Lüganuse küla. Selgesti eraldatav keskmine tüsekihine osa servmiste ahtakihiste vahel. Kihtide murenemine intensiivne. Taseme pind — *Vaginatum*- ja *Echinosphaerites*-lubjakivi piir. Numbrid vastavad tekstis toodud profiili (3. joonis) numbritele.

Foto K. Orviku.



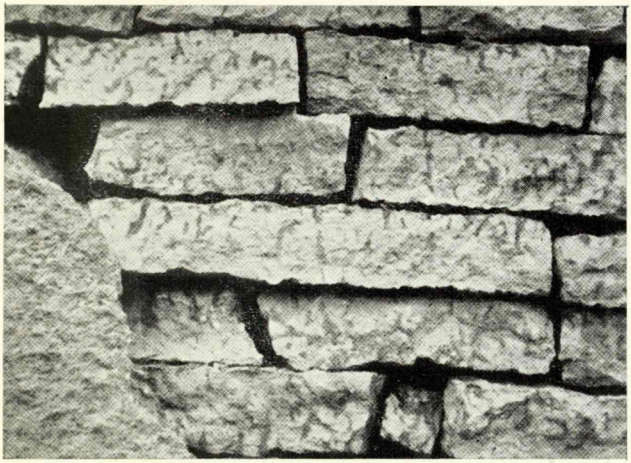
3. joonis. Suured ja korrapärase kujuga rauaoksüüd-ooliidid *Vaginatum*-lubjakivi alumisest ooliit-lubjakivist (10. kihist). Purtse jõe vasak kallas Napa veski vastas. × 3,5.

Foto K. Orviku.

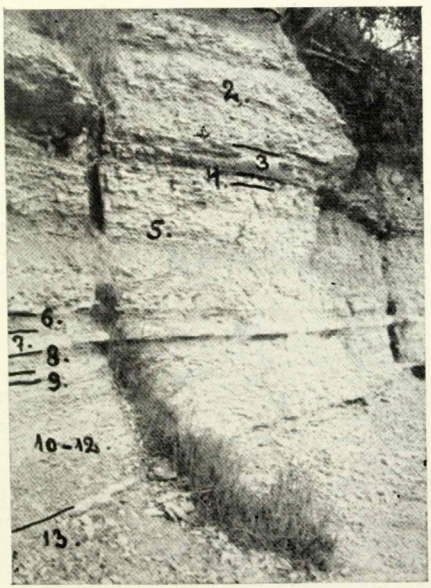


4. joonis. *Vaginatum*- ja *Echinosphaerites*-lubjakivi vaheline korrosioonipind Väike-Kõrgküla (väljas pool kaarti) kohal olevast väikesest astangmurrust. : 3.

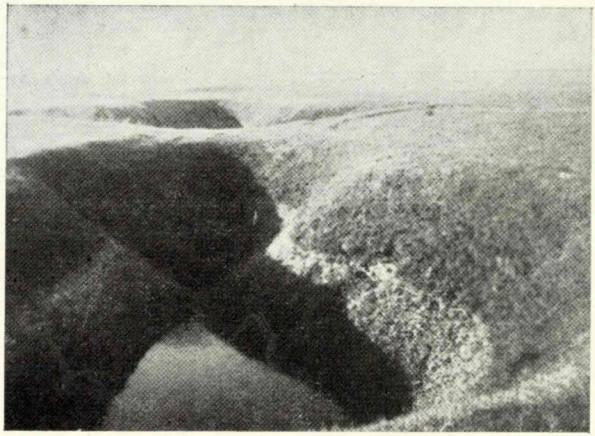
Foto K. Orviku.



5. joonis. Ehitus-lubjakivi kivimuline ilme värskelt murtud plaatidel: vasakus nurgas all plaadi konarline pind, muu osa — sülda laotud kivid vertikaalsete murdpindadega. Lüganuse küla murd.
Foto K. Orviku.

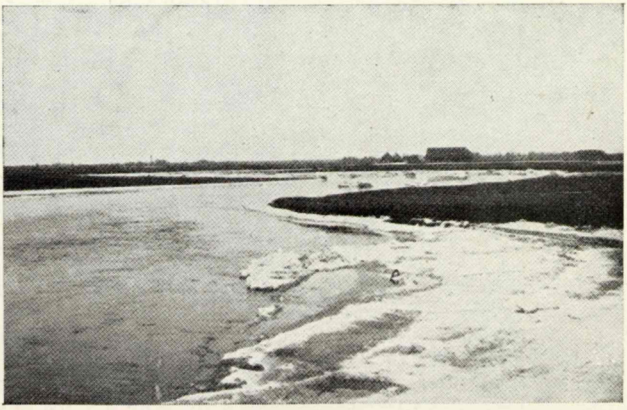


6. joonis. Purtse-Kõrgekallas. *Caryocystites*-lubjakivi ülemine osa. Numbrid vastavad tekstis toodud profiili (5. joon.) numbritele. Vasakus osas kinnivarisenud ja taimestunud kurislõhe.
Foto K. Orviku.



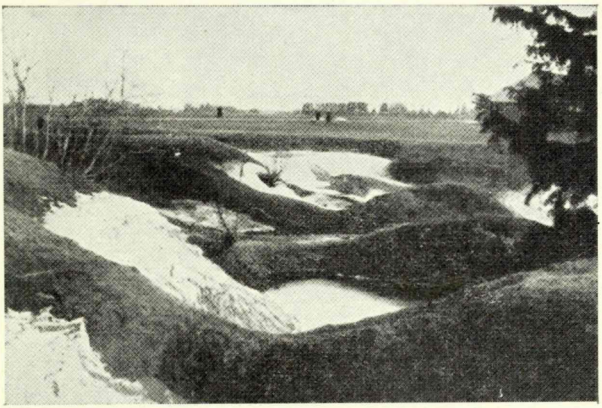
7. joonis. Lõuna-põhja suunas esinevaid piklikke langatuslehtreid Pikkhauast kagusse. Esiplaanil kaks liitunud lehtert. Ülesvõte tehtud varsti pääle suurvee alanemist (juuni, 1927), mille kõrgeimast seisust kõneleb lehtri veerudel leiduv piirjoon.

Foto A. Öpik.

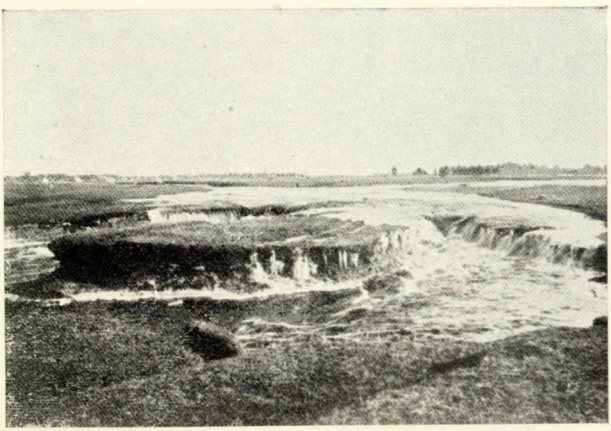


8. joonis. Uhaku maapealne säng langatusorg Ärra asunduse ja joa vahel suurveega. Näha lookeid, mille tiibade suund kokku langeb kuriste suunaga.

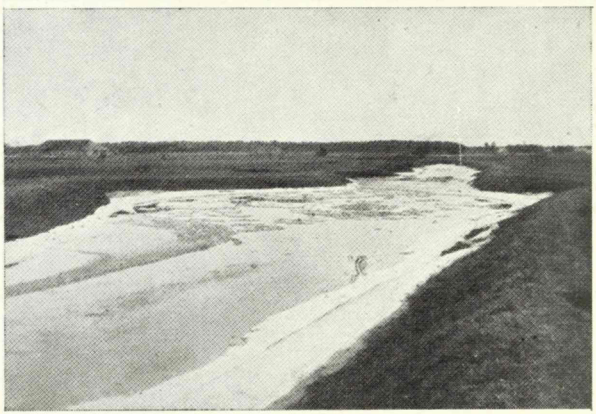
Foto K. Orviku. 9. IV. 28.



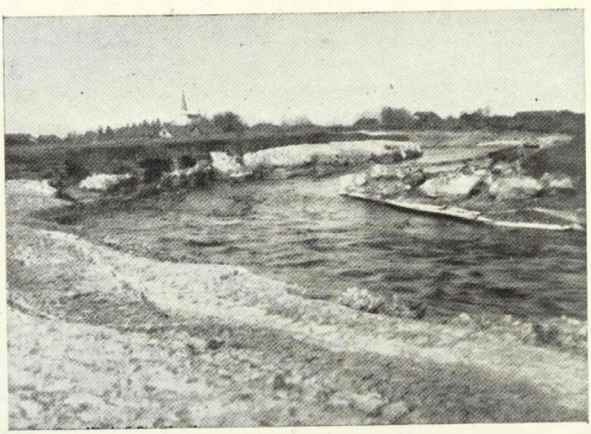
9. joonis. Uhaku uhtallikate ala Purtse-Kõrgekalda juures. Vaade läänest idasse. Näha rida langatuslehtreid ning nende vahele jäänuid kõrgendikke. Lehtrite veerudel leidub veel lund, põhjas aga sulavesi.
Foto K. Orviku. 7. IV. 28.



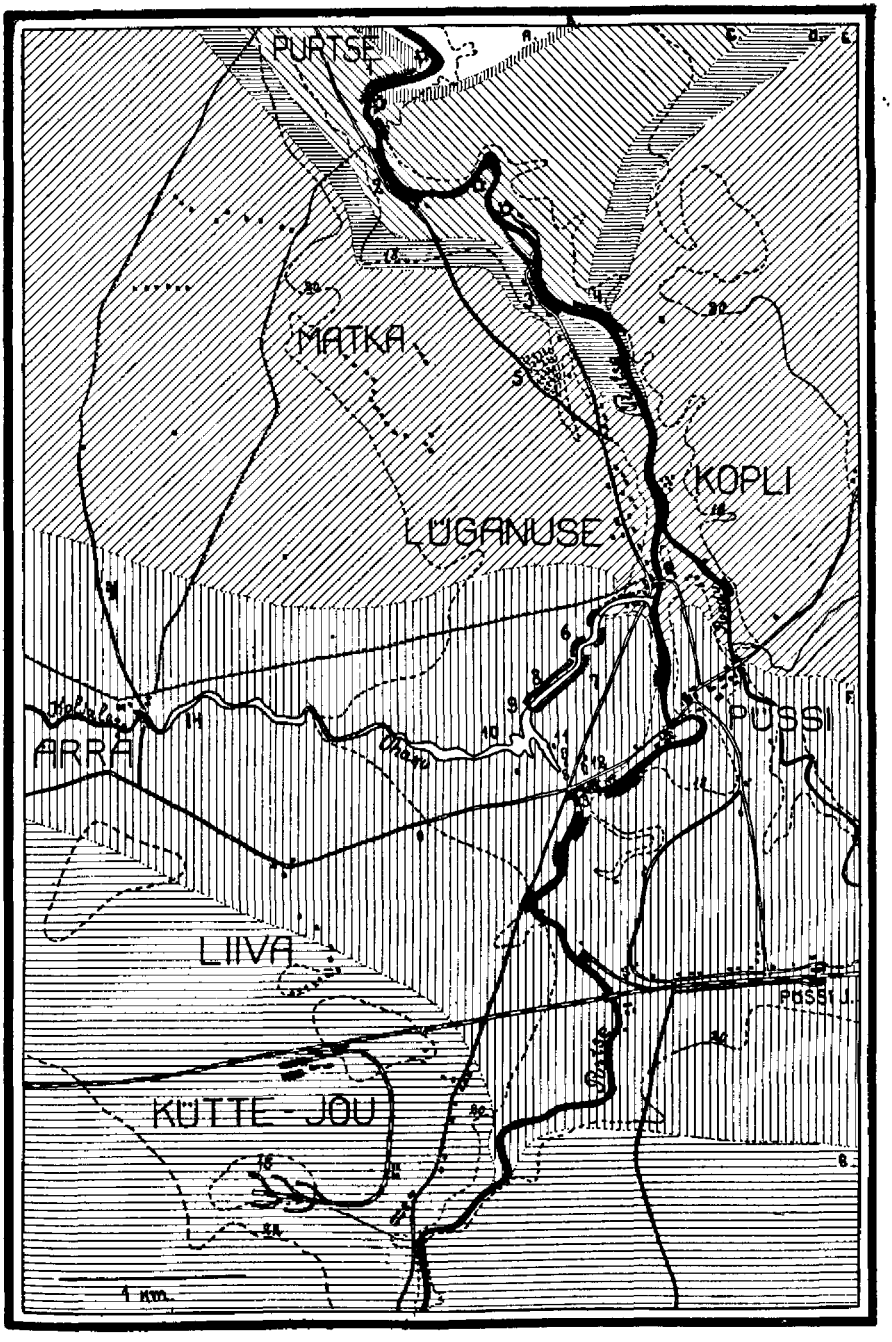
10. joonis. Vaade Uhaku joale vasakult kaldalt. Näha mõlemad joa harud ning nende vahele jääv saar. Kaugemal eeljoane org ning sellest hargnev Pikkhaud.
Foto K. Orviku. 12. IV. 28.



11. joonis. Püssi asunduse välje läbistav P i k k h a u d kevadise suurveega. Pea ääreni veega täitunud langatusorg. Näha terve rida liitunud langatuslehtreid.
Foto K. Orviku. 7. 4. 28.



12. joonis. Uhaku a l u m i s e i m a o s a looklev säng järsu uhtpervega ja lameda vastaspervega Müüri talu kohalt vasakult kaldalt vaadatuna. Kallastel sulamata lumi ning oru lumega täitunud olles selle pääl voolanud veest kohale kantud suured lumepangased.
Foto K. Orviku. 12. 4. 28.



Uhaku ümbruse geoloogiline kaart.

Joonisel märgitud viltused numbrid tähendavad kõrguseid, suuremad püstised numbrid aga geoloogilisi leiukohti. Viirutatud ribad — lubjakivide avamused: A — vanemad setted; B — *Megalaspis*-lubjakivi; C — *Vaginatum*-lubjakivi; D — *Echinosphaerites*-lubjakivi; E — Ehitus-lubjakivi; F — *Caryocystites*-lubjakivi; G — Kukruse lade.

Trohhoidkõveratest.

Karl Veinmann.

Punkt võtku osa korraga kahest, samas tasapinnas kulgevast liikumisest. Esimeseks osaliikumiseks olgu ühtlane liikumine ringjoonel raadiusega 1, kus ajaga 2π tehakse 1 täistiir (kaar 2π). Teiseks osaliikumiseks olgu ühtlane liikumine ringjoonel raadiusega r, kus ajaga 2π tehakse $|c|$ täistiiru endises, või vastassihis, selle järele, kas on $c>0$, või $c<0$. Arv c näitab, mitu täistiiru tehakse teises osaliikumises selle ajaga, mil esimeses osaliikumises tehakse 1 täistiir.

Uurime kuidas muutub teekõvera kuju suuruste r ja c muutumisega. Eriti leiame, missuguste r ja c väärtuste korral teekõveral on olemas käänupunktid.

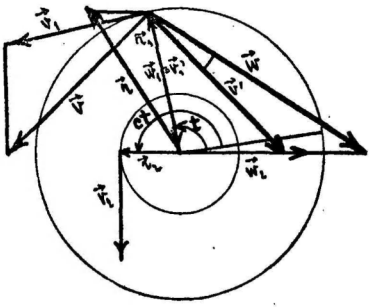
Teatavasti on esimese ja teise osaliikumise kiirusvektorite $\vec{v}_1$ ja $\vec{v}_2$ pikkused vastavalt 1 ja $|rc|$ ning kiirendusvektorite $\vec{w}_1$ ja $\vec{w}_2$ pikkused vastavalt 1 ja rc^2. Olenedes suuruste r ja c väärtustest on rc ja rc^2 väärtused mitmesugused. Selle järele, missuguste rajade vahele on suletud rc ja rc^2 väärtused, kui r ja c väärtused on suletud teatud rajade vahele, teeme vahet mitmesuguste juhtude vahel. Need juhud on võetud kokku järgnevas tabelis 35 numbri all.

Juhul $c=1$ on teekõveraks ring ümber alguse. Ringi raadiuse pikkus oleneb sellest, kui suur on polaarnurk teises osaliikumises sel hetkel, mil polaarnurk esimeses osaliikumises on null (ajalugemise algul). Eriti selle teekõveraks oleva ringi raadius on null — vaadeldav punkt seisab alguspunktis paigal —, kui on $r=1$ ja kui aja algul polaarnurk teises osaliikumises on π (vektorite liitmise reegli järele).

Juhul $c \neq 1$ teekõver lookleb kahe, ümber alguspunkti tõmmatud, ringi vahel, milledest suuremal on raadiuse pikkus $1+r$, vähemal $|1-r|$. Siin vaadeldava kõvera kuju ei olene sellest, missugune on ajalugemise algul polaarnurk teises osaliikumises, sellepärast võime anda tale väärtuse null, nii nagu seda edaspidi ikka

	$c<-1$	$c=-1$	$-1<c<0$	$c=0$	$0<c<1$	$c=1$	$c>1$
$r<1$	1. $rc>-1$ $rc^2<1$ 2. $rc>-1$ $rc^2=1$ 3. $rc>-1$ $rc^2>1$ 4. $rc=-1$ $rc^2>1$ 5. $rc<-1$ $rc^2>1$	8. $rc>-1$ $rc^2<1$	11. $rc>-1$ $rc^2<1$		19. $rc<1$ $rc^2<1$	26. $rc=rc^2<1$	29. $rc<1$ $rc^2<1$ 30. $rc<1$ $rc^2=1$ 31. $rc<1$ $rc^2>1$ 32. $rc=1$ $rc^2>1$ 33. $rc>1$ $rc^2>1$
$r=1$	6. $rc<-1$ $rc^2>1$	9. $rc=-1$ $rc^2=1$	12. $rc>-1$ $rc^2<1$	18. $rc=rc^2=0$	20. $rc<1$ $rc^2<1$	27. $rc=rc^2=1$	34. $rc>1$ $rc^2>1$
$r>1$	7. $rc<-1$ $rc^2>1$	10. $rc<-1$ $rc^2>1$	13. $rc>-1$ $rc^2<1$ 14. $rc=-1$ $rc^2<1$ 15. $rc<-1$ $rc^2<1$ 16. $rc<-1$ $rc^2=1$ 17. $rc<-1$ $rc^2>1$		21. $rc<1$ $rc^2<1$ 22. $rc=1$ $rc^2<1$ 23. $rc>1$ $rc^2<1$ 24. $rc>1$ $rc^2=1$ 25. $rc>1$ $rc^2>1$	28. $rc=rc^2>1$	35. $rc>1$ $rc^2>1$

ühtluse jaoks teeme. Siis ajal t on 1) juhul $c > o$ (joonisel 1 on võetud $r = 0{,}4$; $c = 1{,}8$) $\overset{\wedge}{\vec{v}_1\vec{v}_2} = (c-1)t$ ja $\overset{\wedge}{\vec{w}_1\vec{w}_2} = (c-1)t$ ning 2) juhul $c < o$ $\overset{\wedge}{\vec{v}_1\vec{v}_2} = (c-1)t + \pi$ ja $\overset{\wedge}{\vec{w}_1\vec{w}_2} = (c-1)t$. Teekõver saab sümmeetriline nende sirgete suhtes, milles teataval hetkel asuvad mõlema osaliikumise raadiusvektorid $\vec{r}_1$ ja $\vec{r}_2$ (nimelt asuvad sel ajal $\vec{r}_1$ ja $\vec{r}_2$ samas sirges, mil $(c-1)t$ on täisarv π-sid — siis on liikuva punkti kaugus alguspunktist maksimaalne või minimaalne, vastavalt sellele, kas $(c-1)t$ on paaris- või paaritu arv π-sid), sest kui mõlemal osaliikumisel ümber pöörata liikumissuunad, liiguks punkt mööda tuldud teed tagasi ning, sääl kus raadiusvektorid asuvad samas sirges (mis läheb läbi alguspunkti), on see pöördud liikumine edasiliikumisele vaadeldava sirge suhtes sümmeetriline. Kui punkt, jõudes sirgele, liigub edasi mööda teed, mis selle sirge suhtes on tulekuteele sümmeetriline, siis ei ole selle teekõvera vaadeldaval osal selle sümmeetria telje pääl käänupunkti (on kas nurk, või teekõver lõikab seda oma sümmeetria telge sääl täisnurga all); selle tõttu hetketel, mil $(c-1)t$ on täisarv π-sid, teekõveral käänupunkte ei ole.



№ 1.

Vaadeldava liikumise raadius-, kiirus- ja kiirendusvektor $\vec{r}$, $\vec{v}$ ja $\vec{w}$ on teatavasti osaliikumiste raadius-, kiirus- ja kiirendusvektorite summad ($\vec{r} = \vec{r}_1 + \vec{r}_2$, $\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$ ja $\vec{w} = \vec{w}_1 + \vec{w}_2$ — joon. 1.). Siis ja ainult siis, kui mõlema osaliikumise raadiusvektorid $\vec{r}_1$ ja $\vec{r}_2$ asuvad ühes sirges, asuvad ka mõlemad kiirendusvektorid $\vec{w}_1$ ja $\vec{w}_2$ ühes sirges (mis läheb läbi alguspunkti) ning siis ja ainult siis asuvad ka kiirusvektorid $\vec{v}_1$ ja $\vec{v}_2$ ühes sirges (see sirge on risti eelmisega).

Et vektorid $\vec{v}_1$, $\vec{v}_2$, $\vec{w}_1$ ja $\vec{w}_2$ muudavad oma sihti pidevalt (pikkused neil vektoritel ei muutu), siis vektorid $\vec{v}$ ja $\vec{w}$ muudavad oma suurust ning sihti pidevalt; ainult hetkel, mil $\vec{v}$ või $\vec{w}$ saab nulliks ($\vec{v}$ võib saada nulliks ainult siis, kui on $rc = 1$ või $rc = -1$; $\vec{w}$ võib saada nulliks ainult siis, kui on $rc^2 = 1$), muudab ta oma sihi järsku vastupidiseks (sääl, kus $\vec{v}$ oma sihi järsku vastupidiseks muudab, on teekõveral terav tipp).

Et $\vec{v}$ ja $\vec{w}$ muudavad üldiselt oma sihti ja suurust pidevalt, siis selgub tuntud seosest $w_n = k v^2$ (kus w_n on kiirenduse päänormaali sihiline komponent, k — teekõvera kõverus ja v — kiirusvektori pikkus), et üldiselt teekõvera kõverus muutub ajaga pidevalt (pidevus võib kaduda ainult siis, kui v saab nulliks). Sellest seosest järgneb ka, et hetkel, mil $\vec{w}$ pikkus on null ja $v \neq o$ on teekõvera kõverus null.

Edasi käsitame üksikasjalisemalt neid juhtusid kus vektoritest $\vec{v}$ ja $\vec{w}$ üks või mõlemad saavad nulliks.

1) Juhul $c = 1$ on $rc = 1$, samuti $rc^2 = 1$, siis ja ainult siis, kui $r = 1$ ning sel korral kiirusvektor, samuti kiirendusvektor, saab nulliks ainult siis, kui osaliikumiste raadiusvektorid on aja algul vastassihilised (sest juhul $c = 1$ nurk raadiusvektorite vahel ei muutu). Niisugusel korral on kiirus- ja kiirendusvektor mõlemad kogu aeg nullid.

2) Juhul $c = -1$ on $rc = -1$, samuti $rc^2 = 1$ ainult siis, kui $r = 1$ ($c = -1$ $r = 1$ esitab triviaalse juhu, kus punkt liigub läbi alguspunkti mineval lõigul edasi tagasi). Et siin on $c < o$, siis on $\overset{\wedge}{\vec{v}_1\vec{v}_2} = \overset{\wedge}{\vec{w}_1\vec{w}_2} + \pi$. Kiirusvektor $\vec{v}$ saab nulliks sel hetkel, mil osaliikumiste kiirusvektorite vaheline nurk $\overset{\wedge}{\vec{v}_1\vec{v}_2}$ on paaritu arv π-sid, see on hetkel, mil kiirendusvektorite ning ühes sellega raadiusvektorite vaheline nurk on paarisarv π-sid, seega sääl, kus punkti kaugus alguspunktist on maksimaalne (ka kiirendusvektori pikkus on sääl maksimaalne — juhul $c = -1$ $r = 1$ viib kiirendus-

vektor igal hetkel liikuva punkti asukohast alguspunkti). Samuti selgub, et siis, kui kiirendusvektor saab nulliks, asub punkt alguspunktis ja ta kiirus on maksimaalne.

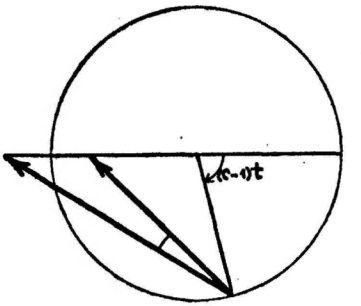
3) Juhul, kus $c \neq 1$ ja $c \neq -1$ kiirusvektor $\vec{v}$ saab nulliks ainult siis, kui $rc = 1$ või $rc = -1$ (et siin $c \neq 1$ ja $c \neq -1$, siis $rc^2 \neq 1$, seega käesoleval juhul $\vec{w}$ ei saa muutuda nulliks) ning nurk $\overset{\wedge}{\vec{v}_1\vec{v}_2}$ on paaritu arv π-sid. Varem leidsime, et sel korral teekõveral käänupunkte ei saa olla. Sel korral juhul $c > 0$ on nurk $\overset{\wedge}{\vec{w}_1\vec{w}_2}$ ja ühes sellega raadiusvektorite vaheline nurk paaritu arv π-sid, juhul $c < 0$ — paarisarv π-sid (sest oli ju juhul $c > 0$ $\overset{\wedge}{\vec{v}_1\vec{v}_2} = (c-1)t = \overset{\wedge}{\vec{w}_1\vec{w}_2}$ ning juhul $c < 0$ $\overset{\wedge}{\vec{v}_1\vec{v}_2} = (c-1)t + \pi = \overset{\wedge}{\vec{w}_1\vec{w}_2} + \pi$). Seega teravas tipus, mis, nagu nägime, tekib kiirusvektori $\vec{v}$ nulliks saamisel, on punkti kaugus alguspunktist ja kiirendusvektori $\vec{w}$ pikkus juhul $c > 0$ minimaalne, juhul $c < 0$ maksimaalne. Kiirendusvektor $\vec{w}$, mis asub siis tipus teekõverale tõmmatud puutujal on sihitud juhul $c < 0$ alguspunkti poole, sest sel juhul olid $\vec{w}_1$ ja $\vec{w}_2$ sinna sihitud (oli ju siis $\overset{\wedge}{\vec{w}_1\vec{w}_2}$ paarisarv π-sid); juhul $c > 0$ teravas tipus $\vec{w}$ on sihitud alguspunkti poolt eemale, selle tõttu, et siis on $rc = 1$, seega pikemale raadiusvektorile vastab lühem kiirendusvektor (kui on $r > 1$, siis $rc^2 < 1$, kui $r < 1$, siis $rc^2 > 1$), ning et osaliikumiste kiirendusvektorid on sihitud vastavate raadiusvektorite vastassihtides, siis pikem kiirendusvektor on sihitud pikema raadiusvektori sihis.

Kiirendusvektor $\vec{w}$ saab nulliks ainult siis, kui $rc^2 = 1$ (et siin $c \neq 1$ ja $c \neq -1$, siis siin $rc \neq 1$ ja $rc \neq -1$ — seega siin $\vec{v}$ ei saa muutuda nulliks) ning kui $\overset{\wedge}{\vec{w}_1\vec{w}_2}$ on paaritu arv π-sid. Neil hetketel, nagu selgus, teekõveral käänupunkte ei

ole. Et sääl $\vec{w}$ on null ja $\vec{v}$ ei ole null, siis, nagu eelpool selgus, sääl teekõvera kõverus on null. Et hetkel, mil $\overset{\wedge}{\vec{w}_1\vec{w}_2}$ on paaritu arv π-sid, ka $\overset{\wedge}{\vec{r}_1\vec{r}_2}$ on paaritu arv π-sid, siis neil hetketel on liikuva punkti kaugus alguspunktist minimaalne.

Edasi käsitame üldist juhust, kus ei $\vec{v}$ ega $\vec{w}$ pole nullid. Käänupunktid on teekõveral teatavasti sääl, kus kiirendusvektor käändub kiirusvektori sihi ühelt poolelt teisele. Selle asemel, et uurida, kuidas muutub ajaga nurk $\overset{\wedge}{\vec{w}\vec{v}}$, on kohasem uurida, kuidas muutub nurk $\overset{\wedge}{\vec{w}\vec{v}'}$, kus $\vec{v}'$ on vektor, mille saame pöörates vektori $\vec{v}$ nurga $\frac{\pi}{2}$ võrra esimese osaliikumise tiirlemissihis (Joon. 1), nii, et $\overset{\wedge}{\vec{w}\vec{v}'} = \overset{\wedge}{\vec{w}\vec{v}} + \frac{\pi}{2}$. Vektori $\vec{v}'$ saame liites vektorid $\vec{v}'_1$ ja $\vec{v}'_2$, mis oleme saanud vektorite $\vec{v}_1$ ja $\vec{v}_2$ pööramisel samuti nurga $\frac{\pi}{2}$ võrra. Käänupunkt on teekõveral sel ja ainult sel hetkel, mil nurk vektorite $\vec{w}$ ja $\vec{v}'$ vahel muutub teravnurgast tömpnurgaks või tömpnurgast teravnurgaks. Vektor $\vec{v}'_1$ langeb ühte vektoriga $\vec{w}_1$; vektor $\vec{v}_2'$ asub samal sirgel vektoriga $\vec{w}_2$ (vektorid $\vec{v}_2$ ja $\vec{w}_2$ asusid ristsirgetel). Ja nimelt on vektorid $\vec{v}'_2$ ja $\vec{w}_2$ juhul $c>0$ samasihilised, juhul $c<0$ vastassihilised. Vektori $\vec{v}'_2$ liitmiseks vektoriga $\vec{v}'_1$ ning vektori $\vec{w}_2$ liitmiseks vektoriga $\vec{w}_1$ rakendame vektorid $\vec{v}'_2$ ja $\vec{w}_2$ vektorite $\vec{v}'_1$ ja $\vec{w}_1$ ühisest lõpust (alguspunktist). Nurgaks vektorite $\vec{w}$ ja $\vec{v}'$ vahel on siis nurk, mille all paistab vektorite $\vec{w}_1$ ja $\vec{v}'_1$ ühisest algusest vektorite $\vec{w}_2$ ja $\vec{v}'_2$ lõppude vaheline joonetükk, seega nurk, mille all paistab

teatavast punktist ringjoonel teatav lõik selle ringi diameetril. Aja jooksul see punkt liigub mööda ringjoont ning lõigu otsad pöörduvad ühes diameetriga ümber alguspunkti. Ajal t asub ringil liikuv punkt kaare t lõpus (Joon. 1.); diameeter, millel asub vaadeldav lõik, on ajal t pöördunud nurga c t võrra (ringil liikuvast punktist on ta seega eemaldunud nurga $(c-1)\,t$ võrra). Et meid huvitab ainult see asi, millal muutub nurk, mille all paistab vaadeldav lõik teravnurgast tömpnurgaks või tömpnurgast teravnurgaks, siis võime diameetri, millel see lõik asub, näiteks ta algseisus, kinnistada (Joon. 2.). (Sel korral ringil liikuv punkt asub ajal t raadiuse otsal, mis kinnistatud diameetriga moodustab nurga $-(c-1)\,t$). Joonisel 2 kujutatud juhul muutub käsitatav nurk teataval hetkel tõesti teravnurgast tömpnurgaks, seega sääl võetud r ja c väärtuste ($r = 0{,}4$; $c = 1{,}8$) korral teekõveral tõesti on olemas käänupunktid. Nii kõiki võimalikke juhuseid läbi vaadates selgub, et teekõveral on olemas käänupunktid siis ja ainult siis, kui $rc^2 < 1$ ja $|rc| > 1$, või kui $rc^2 > 1$ ja $|rc| < 1$. Seega käänupunktid on teekõveratel ainult neil juhtudel, mis lhk 234 toodud tabelis on varustatud numbritega 3,15, 23 ja 31.



№ 2.

Et käänupunktide korral see nurk, mille all paistis ringjoonelt diameetri lõik, sai täisnurkseks, siis üleskirjutades, et teda moodustavate vektorite vastavate ristkomponentide korrutiste summa on null (ristseisu tunnus), saame seose:

$[\cos(c-1)\,t_0 + rc]\,[\cos(c-1)\,t_0 + rc^2] + \sin(c-1)\,t_0 \cdot \sin(c-1)\,t_0 = 0$

(kus t_0 on hetk, mil teekõveral võiks olla käänupunkt). Saadud võrrandist leiame:

$$\cos(c-1)\,t_0 = -\frac{1 + rc \cdot rc^2}{rc + rc^2}$$

Sellest seosest võime määrata t väärtused, millede korral teekõveral võiks olla käänupunktid. Et siit määratud t väärtustel teekõveral on tõepoolest alati käänupunktid (väljaarvatud juhud, kus $rc = 1$, $c = -1$, või $rc^2 = 1$) selgub sellest, et neil juhustel, kus üldse vektorid $\vec{w}$ ja $\vec{v'}$ mõnel hetkel seisavad risti, muutub nurk $\overset{\wedge}{\vec{w}\,\vec{v'}}$ ajaga

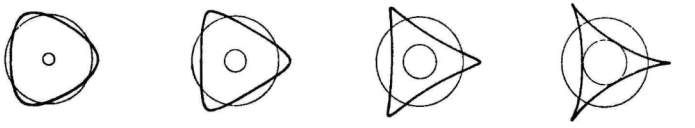
monotoonselt (nagu see selgub kõiki juhuseid läbi vaadates) ja siis, nagu nägime, teekõveral on tõepoolest käänupunkt.

Lastes muutuda r ja c pidevalt, muutub pidevalt ka vektor, mis määrab liikuva punkti asukoha ajal t, sest ta üks komponent (mille annab esimene osaliikumine) jääb endiseks kuna teine muutub r ja c muutumisega pidevalt, ka ajaga t muutub punkti asukohta määrav vektor pidevalt. Siit selgub, et kui suurused r,c ja t kõik korraga muutuvad pidevalt, siis muutub ka nendega määratud punkti asukoht pidevalt. Kui laseme r-il ja c-l muutuda pidevalt nii, et kogu aeg on $\left|\frac{1+rc\,.\,rc^2}{rc+rc^2}\right|<1$ ja et rc^2 läheneks 1-le, siis avalduse $-\frac{1+rc\,.\,rc^2}{rc+rc^2}$ seega ka $\cos(c-1)\,t_0$ väärtus läheneb pidevalt väärtusele -1 ning seega t_0 väärtused lähenevad pidevalt väärtustele, mille puhul $(c-1)\,t$ on paaritu arv π-sid. Et juhul $rc^2=1$ hetketel, mil $(c-1)\,t$ on paaritu arv π-sid, on, nagu eelpool nägime, teekõvera kõverus null, siis r ja c vaadeldava muutumisega teekõvera käänupunktid sulavad paari kaupa kokku sirgeteks kohtadeks teekõveral. Analoogiliselt juhtudel, kus $rc\to 1$ või $rc\to -1$, teekõvera käänupunktid sulavad paari kaupa kokku teekõvera tippudeks.

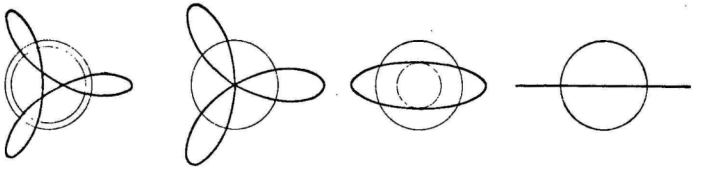
Lhk. 234 toodud tabelis esitatud juhustest kõigile ei vasta erisugused kõverad. Kui liidame nimelt liikumise komponendid ümberpöördud järjes, siis igal hetkel t on punkti asukoht sama, mis tal oli varem sel hetkel. Kui nüüd pikkusmõõduks võtame r kordse endise mõõdu (endise teise osaliikumise teeringi raadiuse) ning ajamõõduks võtame $|c|$ kordse endise mõõdu, siis uues mõõdustikus endine teine osaliikumine (mille nüüd loeme esimeseks) on ühtlane liikumine ringjoonel raadiusega 1, kus ajaga 2π tehakse 1 täistiir ning endine esimene (uus teine) osaliikumine on ühtlane liikumine ringil raadiusega $\frac{1}{r}$, kus ajaga 2π tehakse $\frac{1}{c}$ täistiiru samas või vastassihis uue esimese osaliikumisega, selle järele kas on $\frac{1}{c}>0$ või $\frac{1}{c}<0$. Nii siis sama kõver, mis varem sai iseloomustatud arvudega r ja c, saab nüüd iseloomustatud arvudega $\frac{1}{r}$ ja $\frac{1}{c}$. Selle asjaolu tõttu võiksime piirduda ka ainuüksi nende juhtude vaatlemisega, kus $r\leqq 1$ (või jälle ainult nendega, kus $|c|\leqq 1$). Tehtud joonistel (Joon. 3) esimeste osaliikumiste ringjooned on ülemiste r ja c väärtuste jaoks joonistatud kõik ühepikkuste raadiustega, kuna vaa-

deldes mingit joonist alumiste r ja c väärtustele vastavana, tuleb üksusringina vaadelda vähemat ringi. Joonistatud on igast tüübist üks kõver (joonistamata on jäetud ainult kõverad, mis vastavad trivi-

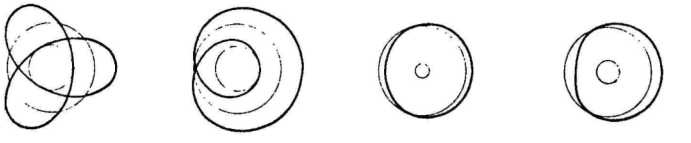
1. $r=\frac{1}{8}$; $c=-2$ 2. $r=\frac{1}{4}$; $c=-2$ 3. $r=\frac{3}{8}$; $c=-2$ 4. $r=\frac{1}{2}$; $c=-2$
17. $r=8$; $c=-\frac{1}{2}$ 16. $r=4$; $c=-\frac{1}{2}$ 15. $r=\frac{8}{3}$; $c=-\frac{1}{2}$ 14. $r=2$; $c=-\frac{1}{2}$



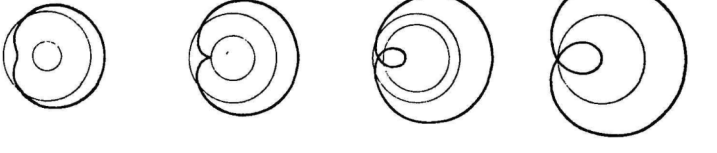
5. $r=\frac{7}{8}$; $c=-2$ 6. $r=1$; $c=2$ 8. $r=\frac{1}{2}$; $c=-1$ 9. $r=1$; $c=-1$
13. $r=\frac{8}{7}$; $c=-\frac{1}{2}$ 12. $r=1$; $c=-\frac{1}{2}$ 10. $r=2$; $c=-1$



11. $r=\frac{1}{2}$; $c=-\frac{1}{2}$ 19. $r=\frac{1}{2}$; $c=\frac{1}{2}$ 29. $r=\frac{1}{6}$; $c=2$ 30. $r=\frac{1}{4}$; $c=2$
7. $r=2$; $c=-2$ 35. $r=2$; $c=2$ 25. $r=6$; $c=\frac{1}{2}$ 24. $r=4$; $c=\frac{1}{2}$



31. $r=\frac{1}{3}$; $c=2$ 32. $r=\frac{1}{2}$; $c=2$ 33. $r=\frac{3}{4}$; $c=2$ 34. $r=1$; $c=2$
23. $r=3$; $c=\frac{1}{2}$ 22. $r=2$; $c=\frac{1}{2}$ 21. $r=\frac{4}{3}$; $c=\frac{1}{2}$ 20. $r=1$; $c=\frac{1}{2}$



№ 3.

aalsetele juhtudele 1) $c=0$ ja 2) $c=1$). Joonistamiseks on valitud igast tüübist võimalikult lihtne kõver. Eriti on igal pool c valitud ratsionaalne, nii, et teatava arvu tiirude järel hakkab punkt endist rada käima (see sünnib siis, kui paarisarv π-liste t väärtuste korral $(c-1)t$ saab paarisarv π-sid).

Vaadeldava liikumise $\vec{r}(t) = \vec{r}_1(t) + \vec{r}_2(t)$ teekõverate joonistamisel peame silmas, et vektori $\vec{r}_1(t)$ pikkus on 1 ning ajal t moodustab ta lähtesihiga nurga t ja vektori $\vec{r}_2(t)$ pikkus on r ning ajal t moodustab ta lähtesihiga nurga ct. Et kõverat paremini määrata, võime leida ka selle kõvera puutujad konstruitud punktides. Puutujateks on kiirusvektorid, $\vec{v}(t) = \vec{v}_1(t) + \vec{v}_2(t)$, kus $\vec{v}_1$ ja $\vec{v}_2$ on endiselt osaliikumiste kiirusvektorid (igal hetkel nii suuruse kui sihi poolest tuntud — konstruitavad). Võib määrata ka kõverusraadiused konstruitud punktides. Selleks tuleb konstruida veel kiirendusvektor (analoogiliselt sellele, kui kiirusvektorgi) ning leida siis tema kiirusvektoriga ristiseisva komponendi pikkus w_n. Siis leiame ka juba allpool kasutatud avaldusest $w_n = kv^2$, võttes sääl $k = \frac{1}{\varrho}$ (kus ϱ on kõverusraadiuse pikkus), et $\varrho = \frac{v^2}{w_n}$. Eriti kergesti leiame kõverusraadiuse pikkused sääl, kus kiirendusvektori komponendid (millede pikkused on 1 ja rc^2) asuvad ühel sirgel, sest siis ka kiirusvektori komponendid asuvad ühel sirgel, mis risti eelmisega, seega on siis kiirus- ja kiirendusvektorid risti ning selle tõttu on siis w_n nimelt vektori $\vec{w}$ pikkus.

Edasi vaatleme kus võime leida kirjeldatud liikumisi.

Küllalt suures lähenduses säärane on paljude planeetide kaaslaste liikumine ümber Päikese, sest planeetide liikumisi ümber Päikese võime küllalt suures lähenduses lugeda ühtlasteks ringjoonseteks ning paljude kaaslaste liikumisi võime lugeda ühtlasteks ringjoonseteks liikumisteks vastavate planeetide Päikese ümber tiirlemise tasapindades (mõne kaaslase puhul on säärane tõsiolude idealiseerimine lubamatu, sest mõne kaaslase planeedi ümber liikumise tasapind on peaaegu risti planeedi liikumise tasapinnaga ümber Päikese). Maa kaaslase Kuu puhul on ligikaudu $r = \frac{1}{400}$ ja $c = 14$ seega on ta puhul nii rc kui rc^2 vähemad kui 1 — Kuu teel seega käänupunkte ei ole; ei ole ka aasu, vaid ta on kumer kõver. Teiste planeetide kaaslastest mõni kirjeldab käänupunktidega tee, mõni isegi aasadega. Teekuju oleneb planeedi kaugusest päikesest, kaaslase kaugusest planeedist ja eriti ka planeedi massist.

Liikumisteks mööda vaadeldud laadi kõveraid on ka teiste

planeetide näiv liikumine ümber Maa (üldse ühele ühtlaselt ümber seisva punkti liikujale teised ühtlaselt ümber sama punkti liikujad näivad liikuvat mööda säärast laadi kõveraid), sest Päike näib tiirlevat ühtlaselt ringjoont mööda ümber Maa ja teised planeedid liiguvad ümber Päikese peaaegu ühtlaselt ja ringjoonselt. Kõverate loomu lähemaks määramiseks rakendame Keppler'i kolmandat seadust $\frac{k^3}{T^2} = \text{const}$ (kus k on planeedi kaugus Päikesest, T — planeedi tiirlemisperiood). Võttes kauguse mõõduks Maa kauguse Päikesest, ning aja mõõdu nii, et Maa teeb täie tiiru ümber Päikese ajaga 2π (siis Maa puhul on $\frac{T}{2\pi} = 1$), saab Keppleri kolmas seadus kuju $\frac{k^3}{\left(\frac{T}{2\pi}\right)^2} = 1$ või $k^3\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = 1$. Et siin on $k = r$ ja $\frac{2\pi}{T} = c$ (nurk, mi tehakse ajaühikus), siis saadud valem omandab kuju $r^3c^2 = 1$. Siit on näha, et kui on $r < 1$, siis on $rc > 1$ ja $rc^2 > 1$. Seega kõveral, mida mööda näib liikuvat sisemine planeet (planeet on sisemine, kui on $r < 1$), on aasad Kui on $r > 1$, siis võttes lähtekohaks selle välise planeedi, selgub endiselt, et tema suhtes sisemine planeet Maa näib liikuvat mööda aasadega kõverat. Vektori, mis Maa päält vaatlejale määrab planeedi asukoha, saame selle vektori ümberpööramisel, mis sellelt planeedilt vaatlejale määrab Maa asukoha (Planeedilt vaatlejale on Maa näiva liikumise komponendid 1) Päikese näiv liikumine ümber selle planeedi 2) Maa liikumine ümber Päikese; Maa päält vaatlejale on selle planeedi näiva liikumise komponendid 1) Päikese näiv liikumine ümber Maa 2) Planeedi liikumine ümber Päikese. Need viimased komponendid 1) ja 2) on eelmised 2) ja 1) pööratud kujul). Et Maa väliselt planeedilt vaatlejale näis tegevat aasu, siis ka see väline planeet Maalt vaadelduna näib tegevat aasu (see selgub otsekohe ka sellest, et kui on $r > 1$ siis selle tõttu, et $r^3c^2 = 1$ on $rc < 1$ ja $rc^2 < 1$ ja need kõverad on, nagu selgub, sama laadi kõveratega, kus $r < 1$, $rc > 1$ ja $rc^2 > 1$). Kui on $r_0{}^3c_0{}^2 = 1$ siis on ka $\frac{1}{r_0{}^3\, c_0{}^2} = 1$ või $\left(\frac{1}{r_0}\right)^3 \cdot \left(\frac{1}{c_0}\right)^2 = 1$. Sellest viimasest on näha, et r-i väärtusele $r_1 = \frac{1}{r_0}$ on vastavaks c väärtuseks $c_1 = \frac{1}{c_0}$. Et kõver, mis on iseloomustatud arvudega $\frac{1}{r_0}$ ja $\frac{1}{c_0}$ on sarnane selle kõveraga, mis on iseloomustatud arvudega r_0 ja c_0 — on kujutatud ainult r_0 korda vähendatud mõõdus, siis kaugusel $\frac{1}{r_0}$ Päikesest lii-

kuv planeet Maalt vaatajale näib liikuvat mööda r_0-kordselt vähendatud selle planeedi näivat teed, mis liigub kaugusel r_0 Päikesest. Planeetide näivate liikumiste puhul oleks muidugi mõeldav, et mõne planeedi puhul on $c < o$ (planeet tiirleb teises sihis).

Kõveraid, mida kogu aeg oleme vaadelnud, kirjeldaks ka teise õla lõpp, kui esimese õla algus on kinnitatud mingis punktis ning on pandud kella mehanismi abil pöörlema ümber kinnituspunkti, kuna teise õla algus on kinnitatud esimese õla lõppu ning on pandud teise kella mehanismi abil pöörlema. Esimeseks ja teiseks osaliikumiseks on siin esimese ja teise õla lõpu tiirlemine ümber õla alguse (et osaliikumiste nurkkiiruste suhe saaks endiselt c, peaks teine mehanism töötama $c - 1$ korda kiiremini, kui esimene). Kui kella mehanismid ei töötaks ühtlaselt, kuid kui ikka mõlema osaliikumise nurkkiiruste suhe jääks endiseks $\omega_2(t) = c\omega_1(t)$, siis mehanismide käigu ebaühtlus kõvera kuju ei mõjuta, sest siis igal hetkel avaldub polaarnurk

$$\varphi_2(t) = \int_0^t \frac{d\varphi_2(t)}{d} dt = \int_0^t \omega_2(t)\, dt = c \int_0^t \omega_1(t)\, dt = c \int_0^t \frac{d\varphi_1(t)}{dt} dt = c\, \varphi_1(t)$$

seega φ_1-e iga väärtuse puhul asub liikuv punkt samas kohas, kus ta oleks asunud φ_1-e selle väärtuse puhul ühtlase pöörlemise korral. Seega kõvera kuju oleneb ainult sellest, kui suur on r ja kui suur on see, igal hetkel sama, osaliikumiste nurkkiiruste suhe c. Kõvera kuju ei olene eriti siis ka sellest, kui pikk aeg on võetud aja mõõduks.

Vaadeldud kõveraid kirjeldab ka teise ratta serva iga punkt, kui ta veereb ühtlaselt esimesel rattal, mis omakorda pöörleb ühtlaselt ümber oma paigalseisva sentri. Sellel veeremisel võivad rattad asuda üks ühel- teine teiselpool ühist puutujat, või jälle mõlemad samalpool. Mõlemal juhul võib olla veerejaks (teiseks) kas vähem või suurem ratas. Esimese ratta oma sentri ümber pöörlemise asemel võime ta paigal hoida ja teisel rattal veeremise kõrval veel lasta libiseda ühtlaselt esimesel rattal. Olgu rataste raadiused esimesel r_1, teisel r_2. Vaadeldes esimese osaliikumisena teise ratta sentri liikumist ümber esimese ratta sentri ja teise osaliikumisena teise ratta serva punkti tiirlemist ümber teise ratta sentri, esineb suurusena r siin suhe $\frac{r_2}{r_1+r_2}$ või suhe $\frac{r_2}{|r_1-r_2|}$, vastavalt sellele, kas veeremisel rattad asuvad teine teiselpool nende ühist puutujat või on nad mõlemad

ühelpool. Nihkugu puutepunkt esimesel rattal teise ratta libisemise tõttu nurkkiirusega ω', teise ratta veeremise tõttu nurkkiirusega ω''. Siis on teise ratta sentril esimese ratta sentri ümber liikumise nurkkiirus (nurkkiirus esimeses osaliikumises) $\omega' + \omega''$. Selle tõttu, et teine ratas libiseb esimesel, tiirleb ta serva punkt ümber ratta sentri nurkkiirusega ω' (ükskõik kas rattad on teine teiselpool või ühelpool nende ühist puutujat). Teise ratta veeremise tõttu nihkub puutepunkt esimesel rattal ajaühikus pikkuse $\omega'' r_1$ võrra edasi. Kui teine ratas ajaühikus mööda puutujat selle pikkuse võrra edasi liiguks, siis oleks tal selle veeremise tõttu nurkkiirus $\frac{\omega'' r_1}{r_2}$, või $-\frac{\omega'' r_1}{r_2}$, vastavalt sellele kas rattad on teine teiselpool nende ühist puutujat või ühelpool. Ringil veeredes on see nurkkiirus veel ω'' võrra suurem. Seega üldse libisemise ja veeremise tõttu tiirleb teise ratta serva iga punkt ümber teise ratta sentri nurkkiirusega $\omega' + \omega'' + \frac{\omega'' r_1}{r_2}$ või $\omega' + \omega'' - \frac{\omega'' r_1}{r_2}$, vastavalt sellele, kas rattad on teine teiselpool nende ühist puutujat või ühelpool. Et see on nurkkiirus vaadeldavas teises osaliikumises, siis siin saame c jaoks (mis oli teise ja esimese osaliikumise nurkkiiruste suhe) avalduse $c = \frac{\omega' + \omega'' + \frac{\omega'' r_1}{r_2}}{\omega' + \omega''}$ või $lc = \frac{\omega' + \omega'' - \frac{\omega'' r_1}{r_2}}{\omega' + \omega''}$, vastavalt sellele, kas rattad on teine teiselpool nende ühist puutujat või ühelpool.

Nimetuse trohhoidkõverad on need kõverad saanud just selle tõttu, et neid kujutab ratta serva punkt teisel rattal veeredes ja libisedes (greeka keeles on trochos — ratas).

Vaadeldud kõverad moodustavad alaliigi kõveratest, mida mööda iigub teise kera pinna punkt, kui see teine kera üht oma suurringi mööda veereb ja libiseb ühtlaselt esimesel keral mööda selle mingit suurringi ja kui selle juures see esimene kera pöörleb ümber mingi telje.

Zusammenfassung.

In der vorliegenden Arbeit werden Kurven behandelt auf denen sich ein Punkt bewegt, wenn seine Bewegung sich aus zwei Komponenten in der gleichen Ebene zusammensetzt, von denen die erste eine gleichmässige Bewegung auf dem Einheitskreise mit der Winkelgeschwindigkeit 1, die zweite eine gleichmässige Bewegung auf einem Kreise vom Radius r mit der Winkelgeschwindigkeit c ist Es wird gezeigt, dass die behandelten Kurven dann und nur dann Wendepunkte aufwiesen, wenn entweder $|rc|<1$ und $rc^2>1$ oder $|rc|>1$ und $rc^2<1$ ist. Hierbei bildet den Ausgangspunkt die Tatsache, dass die Bahnkurve des Punktes dort einen Wendepunkt aufweist, wo der Beschleunigungsvektor der Bewegung bei seiner Drehung den Geschwindigkeitsvektor überschreitet. Die Frage, bei welchen Werten von r und c dieses eintritt, wird auf die Frage zurückgeführt, wann eine Strecke auf dem Durchmesser eines Kreises' von einem Punkt desselben aus gesehen, unter einem rechten Winke erscheinen kann. Des weiteren wird gezeigt, dass, falls die betrachteten Teilbewegung nicht gleichmässig sind, wenn aber das Verhältnis der Winkelgeschwindigkeiten sich nicht ändert, die Bahnkurve dieselbe bleibt. Es wird dargelegt, wie diese Kurven bequem gezeichnet werden können (das Bild einiger von ihnen ist wiedergegeben), und zum Schluss wird betrachtet, wo sich in der Natur Kurven dieser Art finden.

Quelques données sur l'Anthropologie des Sôrviens.

par Juhan Klein.

Table des Matières.

I. Introduction. II. Matières et Méthode. III. Données anthropographiques. *1. Taille.* 2. *Tête.* Longueur maxima de la tête. Largeur maxima de la tête. Indice céphalique. *3. Face.* Hauteur de la face. Diamètre bizygomatique. Indice facial morphologique. *4. Nez.* Hauteur du nez. Largeur du nez. Indice nasal. *5. Caractères de la coloration.* Coloration des cheveux. Coloration des yeux (de l'iris). IV. Question de la place anthropologique des Sõrviens. — Littérature.

Supplément: fig. anthropo-ethnographiques et cartes anthropologiques.

I. Introduction.

Au point de vue régional-anthropologique, la Sõrve pourrait être l'une des plus intéressantes contrées chez nous, en Estonie. Sa situation géographique en est la cause.

Formant le S. O. de l'île d'Oesel elle s'étend en peninsule, d'abord comme langue de terre étroite, puis devenant perceptiblement plus large, entre la mer Baltique et le golfe de Livonie (Riga). Elle constitue de la sorte un ensemble géographique, en grande partie isolé (fig. 1) Il faut considerer comme sa limite septentrionale la Salme, petite rivière de deux km de longueur. Elle sépare la Sõrve du reste de l'île d'Oesel.

Etant l'extrémité la plus S. O. de l'expansion des peuplades finnoises vers l'O., elle est en même temps la limite la plus avancée dans la mer, des peuples de l'O. Probablement, déjà aux temps les plus reculés, la Sõrve était la scène où se rencontraient les intérêts mercantiles et militaires de deux races différentes. Comme pays limitrophe ethnographique-anthropologique, elle vaudrait, par conséquent, bien la peine de l'attention anthropologique.

Par cette étude, je voudrais présenter, dans l'ésprit analytique de races, les plus essentielles données sur l'anthropographie des habitants de la Sõrve en y ajoutant quelques remarques analytiques

concernant les races. Une grande partie des données anthropologiques, dont je dispose, sur les Sõrviens, la détermination de leur type etc. devront rester à être publiées plus tard.

Pour orientation, je me permettrai d'abord de donner quelques remarques générales de la Sõrve elle-même et de ses habitants.

La Sõrve occupe une surface de 182 kilomètres carrés. Geographiquement, elle est divisée en deux parties: la Sõrve

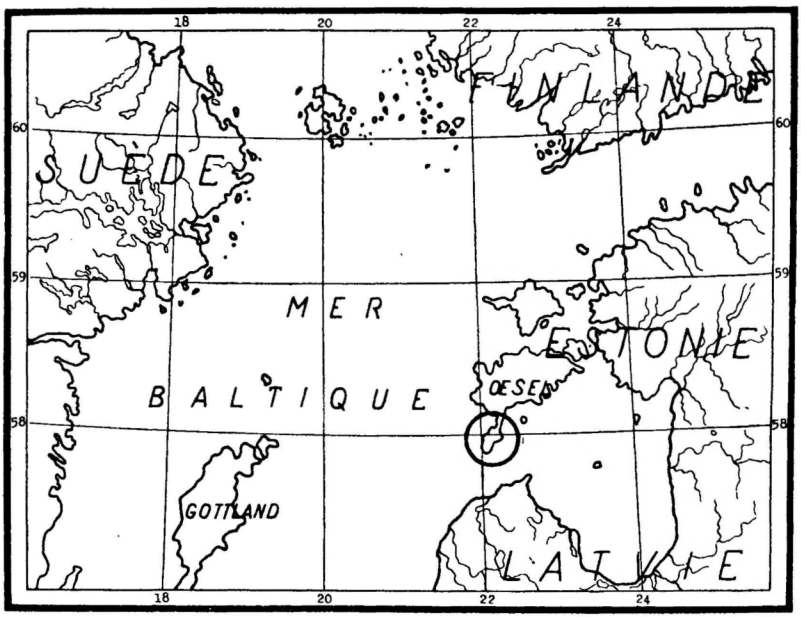


Fig. 1. Place de la Sõrve au milieu des pays voisins. La Sõrve est indiquée par un cercle qui l'entoure.

septentrionale et la Sõrve méridionale. La Sõrve septentrionale ou „le Cou de la Sõrve" est monotone. Elle a une largeur de 2—3 km et une longueur de 10 km. Elle sert de passage entre l'île d'Oesel et la Sõrve méridionale ou „la Sõrve proprement dite". Celle-ci, au point de vue de la forme de sa surface et celui de sa biosphère, est plus variée et plus originale. Sa longueur va jusqu'à 20 km et sa largeur en a dix. La longueur de toute la Sõrve serait donc de 30 km ce qui est un assez grand espace de terre. Cette circonstance pouvait bien contribuer à isoler, anthropologiquement, la Sõrve du N. et celle du S. aux temps passés

quand les paysans étaient fixés à leurs glèbes et que les moyens de transport étaient primitifs.

Au point de vue administratif, la Sõrve méridionale fait partie de la commune de Torgu tandis que le Cou de la Sõrve dépend de celle d'Abroka. La Sõrve méridionale forme une paroisse à elle, celle de Jamaja, tandis que la partie septentrionale de la Sõrve appartient à la paroisse d'Anseküla. La Sõrve méridionale, c'est-à-dire la commune de Torgu, se divise en 24 villages, la Sõrve septentrionale se compose de 8 villages. Les limites des villages, leurs noms et leur situation, sont représentés sur la carte ci-jointe, (fig. 2.).

En ce qui concerne la qualité du sol, la Sõrve n'est pas uniforme. En général, la différence entre la rive d'O. et celle de l'E. est assez frappante. Sur la rive occidentale le sous-sol de pierres calcaires se découvre presque partout, la couche de terre est mince, de plus, du temps de la période glaciale, abondamment entresemée de pierres granitiques apportées ici. De grandes surfaces de terre sont simplement impropres à l'agriculture et on les a abandonnées pour en faire des pâturages. Sur la rive orientale, au contraire, la couche de terre est de beaucoup plus épaisse; on ne voit nulle part le sol entremêlé de pierres calcaires et des belles prairies en fleurs entresemées de buissons alternent avec des champs fertiles. Au centre de la Sõrve se trouve encore, sur une surface basse en partie marécageuse, une forêt vierge qui, par endroits, n'est qu'à peine praticable. Cette forêt, située dans la Sõrve centrale, forme un obstacle pour les rapports réciproques des habitants de la rive orientale et la rive occidentale. Il se peut bien que cette forêt ait joué un certain rôle en les rendant, anthropologiquement, différents.

Le caractère du sol a influencé les occupations de la population et particulièrement leur état de fortune.

Il faut, en général, considérer les Sõrviens comme un peuple agriculteur et éleveur de bestiaux. Mais ces ressources sont peu profitables sur la rive occidentale. La petitesse des terres met ici obstacle au développement de l'agriculture. Les villages y ont le caractère des villages de pêcheurs étant des conglomérations de beaucoup de petites maisons. Mais c'est sur la rive orientale que l'agriculture est de beaucoup plus avantageuse. Voilà pourquoi on y trouve les villages les plus riches de la Sõrve, comme, par exemple, Läbara, Henga, Mäepe, Kaavi, Kaimri etc.

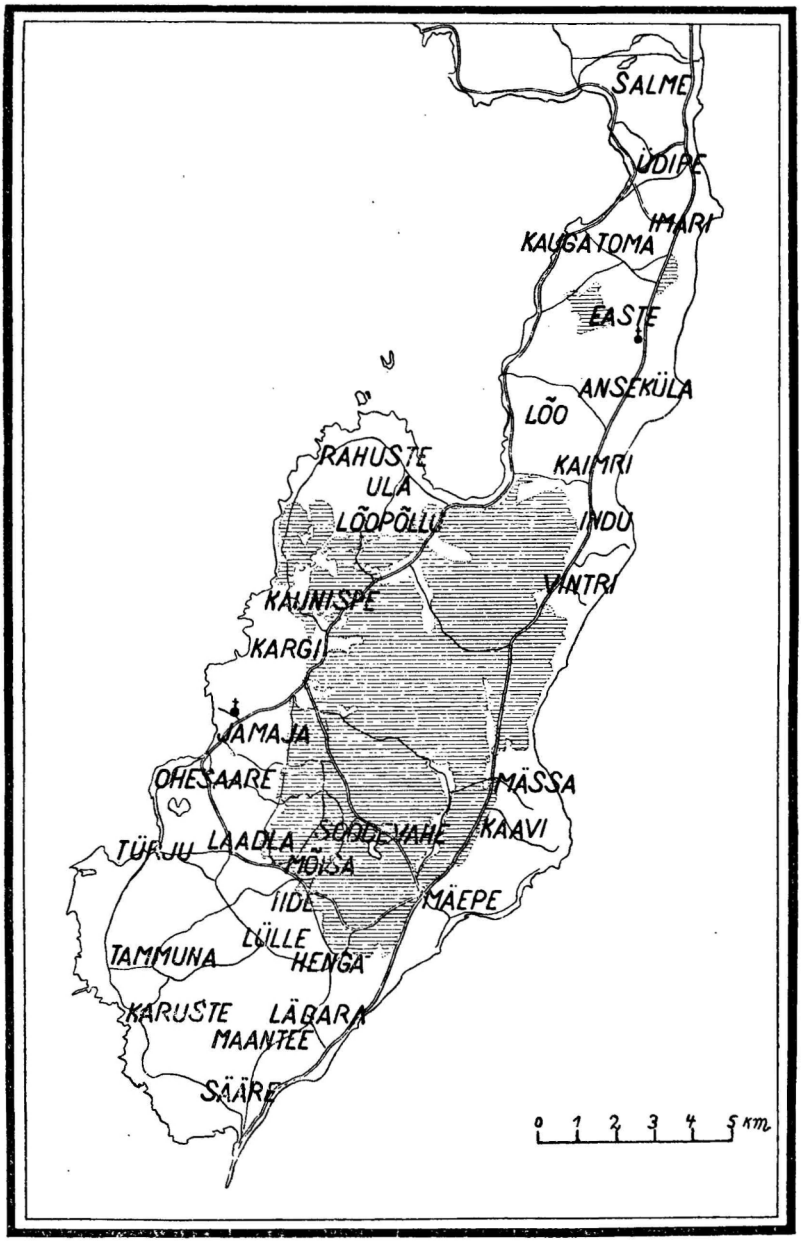


Fig. 2. Carte des villages de la Sõrve. Au centre de la Sõrve se trouve une forêt (région linéaire !).

C'est la pêche qui forme une autre ressource principale des Sõrviens. Dans la mer d'O. la pêche n'est possible qu'au printemps et en automne, dans le golfe de Livonie elle est praticable pendant tout l'été. Cette circonstance contribue plus au moins à la richesse des habitants de la rive orientale de la Sõrve. Les habitants du village de Sääre, qui est situé dans la partie la plus méridionale de la Sõrve, gagnent leurs vies principalement par la pêche. Un autre plus grand district qui vit de la pêche se trouve au nord de la Sõrve; c'est principalement Salme. A Salme travaille même une fabrique de conserves de poissons. — Il n'y a pas longtemps, avant la guerre mondiale, les Sõrviens jouaient un grand rôle comme marins à la flotte marchande des Russes. Maintenant, bien sûr, cette ressource n'existe plus.

Au printemps un grand nombre de Sõrviens quitte leur pays pour chercher du travail „au grand pays". Ce sont presque exclusivement des hommes qui y vont, puisque ce sont les femmes qui ont à s'occuper, comme c'est le cas général à l'île d'Oesel, de l'agriculture et de l'élevage des bestiaux. Avant la guerre mondiale, ces hommes avaient coutume d'aller principalement en Latvie, maintenant on va aux districts de Pernau et de l'Ouest. En Sõrve s'est fait remarquer aussi, en grand nombre, depuis longtemps déjà, l'émigration au sens propre du mot, — l'émigration en Amérique. A présent presque chaque famille a des parents en Amérique qui aident souvent leur „proches" par des envois d'argent.

L'alimentation en Sõrve est, en général, assez mauvaise. A cause des ressources inconsidérables et de la richesse des familles en enfants, il n'en peut pas être autrement. La nourriture principale se compose de pain noir, de pommes de terre et de poissons. Mais cette manière d'alimentation ne semble avoir aucun mauvais effet sur le développement physique des enfants.

Il est difficile d'avoir de l'assistance médicale. Le médecin le plus proche et la pharmacie la plus proche se trouvent à Kuresaar (Arensbourg), le chef-lieu de l'île d'Oesel, à une distance de 50 km de la Sõrve méridionale. Le chirurgien militaire est le seul à assister sur les lieux. Auparavant il n'y avait pas même de cette assistance. A cause de l'assistance médicale imparfaite et des conditions hygiéniques défectives, la mortalité des enfants y a été toujours assez grande; elle l'est encore aujourd'hui. Le Sõrvien le trouve tout à fait naturel si 2—3 de ses enfants meurent. Mais cette perte est compensée par le grand nombre de

naissances qui a pour effet que la Sõrve est une des contrées les plus peuplées en Estonie (v. ci-dessous).

Mais l'isolement géographique, l'éloignement des centres de la culture, la lutte permanente avec le sol peu fertile et avec la mer ont, probablement, contribué à la sélection positive chez les Sõrviens et ont fait d'eux un type physiquement sain, fort et vigoureux.

II. Matières et Méthode.

Je recueillis les données elles-mêmes en 1927 et en 1928, pendant l'été. Pour avoir une idée somatologique plus juste du Sõrvien et être en garde des hasards je m'efforçais d'entrer dans toutes les maisons ou „fumées." Pour m'orienter mieux, j'avais toujours sur moi des cartes de l'état-major russe où les fermes étaient indiquées. Mais je ne visitais pas quelques petites maisons situées à l'écart dont on savait, qu'en ce qui regardait les adultes, elles n'étaient habitées que par une famille formée d'un seul membre. J'exécutais cette „recherche des hommes" d'une manière moins satisfaisante qu'ailleurs à Kargi, à Sääre, à Mõisaküla, à Easte. Mon intérêt principal était dirigé sur les individus de l'âge moyen, donc je ne mesurais pas toujours les plus jeunes et les vieux. Le chiffre total des personnes mesurées est 1145 dont 472 étaient des hommes ou „pères", au langage des Sõrviens, et 673, des femmes ou „mères". Dans ce nombre il y avait 267 personnes en bas âge (12—19 a.), 760 d'âge moyen (20—50 a.) et 118 personnes âgées (51—60 a.) Une table (table I) donne le tableau synoptique détaillé des personnes mesurées, selon leur âge et sexe.

Table I.

Le nombre des individus mesurés d'après l'âge et le sexe.

	Âge.	12—15 ans.	16—19 a.	20—23 a.	24—27 a.	28—31 a.	32—35 a.	36—39 a.	40—43 a.	44—47 a.	48—51 a.	52—55 a.	56—60 a.	11—60 a.
Nombre des individus mesurés	♂	55	77	35	41	43	30	36	38	28	50	27	12	472
	♀	51	84	82	61	68	48	53	73	48	52	29	24	673
	Au total	106	161	117	102	111	78	89	111	76	102	56	36	1145

Il est difficile de répondre à la question quel % de la population totale ces personnes mesurées constituent. D'après les don-

nées du recensement en 1922 (1), aux districts dont il est question vivent à peu près 5280 personnes, 2230 étant des hommes et 3050, des femmes. Il n'y a pas beaucoup de sens de chercher le % des personnes mesurées de ce chiffre. Si nous en excluons seulement les adultes âgés de 20—50 ans, ceux dont la mensuration j'exécutai avec le plus grand soin (quoique, effectivement j'aie la plus riche documentation sur les personnes agées de 17, de 18 et de 19 ans), nous aurons la somme totale de 1810 personnes, 660 hommes et 1150 femmes. Les chiffres correspondants des personnes mesurées sont 760, 285 et 475. En général, le % des personnes de moyen âge mesurées serait donc 42 du chiffre total des personnes de moyen âge, — chez les hommes 43,3 et chez les femmes 41,4. Mais quand on prend en considération que le recensement se faisait en décembre, quand tous ceux qui, de coutume, passent l'été hors de la Sõrve étaient chez eux, il faudrait dire que le % des individus mesurés des habitants qui pendant la mensuration étaient en Sõrve devrait être plus grand. D'après mon impression il pourrait être a peu près de 50. J'avais l'intention de mesurer même un plus grand % des habitants; les difficultés qui m'empêchèrent de le faire étaient de différente nature. C'était surtout la circonstance qu'au temps de la mensuration on travaillait partout assidûment hors des maisons. Bien sûr, le % des personnes mesurées par moi est assez grand pour garantir la correspondance de la documentation avec le caractère anthropologique de tous les Sõrviens.

J'inscrivais, sur des cartes blanches, imprimées à cet effet, les données métriques et les renseignements d'un caractère descriptif, les notant séparément pour chaque individu.

Les mesures mentionnées dans cette étude, ont été toutes prises conformément aux indications de R. Martin (18). Je me servais, pour les mensurations des instruments à voyage de Martin, — d'un anthropomètre (ens. avec un compas à verges), d'un compas glissière et d'un compas d'épaisseur.

Pour déterminer la coloration des cheveux je disposais d'une collection de cheveux qui correspondait à l'échelle de la coloration des cheveux par E. Fischer. Mais je n'indiquais jamais la coloration des cheveux par les numéros de la scala de Fischer trouvant qu'il n'y avait pas de sens de la faire au cas donné: nous avons des nuances à la coloration des cheveux qu'on ne saurait mettre sous aucun des numéros indiqués à la scala de Fischer.

De plus on sait que l'intensité de la coloration des cheveux, leur lueur etc., chez la même personne, dépendent de la propreté des cheveux, de leur exposition à la lumière, de l'âge du bout de cheveu qu'on examine etc., donc il y a un oscillement de 1—2 numéros, quelquefois même un plus grand oscillement encore. Pour indiquer la coloration des cheveux j'ai employé les noms (rouge — les numéros 1—3 à l'échelle de Fischer, blond — Nr. 13—22, blond-foncé — Nr. 9—12, brun-clair — Nr. 7—8, brun — Nr 6, brun-foncé — Nr. 5, brun-noirâtre — Nr. 4).

Je ne disposais d'aucun parallèle dont j'aurais pu me servir pour noter la coloration des yeux (de l'iris). Je divisai les données sur la coloration des yeux en deux grands groupes: personnes aux yeux clairs (p. aux yeux bleus) et personnes aux yeux foncés (p. aux yeux bruns). Celles qui avaient les yeux d'une coloration intermédiaire j'ai noté comme ayant les yeux d'une coloration mêlée. En ce qui concerne les yeux à l'iris clair j'ai déterminé ces nuances: foncée, claire, grisâtre, jaunâtre, verdâtre.

Pour l'élaboration statistique des données métriques comme par exemple l'évaluation des indices, la détermination des quantités statistiques etc. je me suis servi de l'arithmomètre et des „Abgekürzte Multiplikations-Rechentafeln“ par J. Ernst.

III. Données anthropographiques.

1. Taille.

La mensuration de la taille a été faite, en somme totale, chez 1059 personnes dont 442 sont des hommes et 617 des femmes. L'âge des personnes mesurées est entre 12—54 années. La table II représente un résumé synoptique de la taille des Sõrviens d'après l'âge et le sexe.

Cette table nous donne d'abord la possibilité de déterminer à partir de quel âge il faudrait, à peu près, considérer les Sõrviens comme adultes. D'après R. Martin (18) la croissance des Européens finit, chez les hommes, à l'âge de 20—25 et, chez les femmes, à l'âge de 18—20 ans. Nos données démontrent qu'il est réellement impossible de dire que les hommes de 20 ans aient pris toute leur croissance. Mais il serait possible de l'admettre pour ceux de 21 ans. Du moins, la moyenne arithmétique de leur taille est-elle si grande (176,5 cm), qu'il ne serait pas de raison de ne pas le notifier à l'élaboration statistique des données sur la taille des

Table II.

Taille des Sõrviens d'après l'âge et le sexe.

Âge	Hommes		Femmes		Âge	Hommes		Femmes	
	Nombre des mesurés	Taille moyenne	Nombre des mesurés	Taille moyenne		Nombre des mesurés	Taille moyenne	Nombre des mesurés	Taille moyenne
12 ans	6	144,1	9	142,1	29—30 a.	21	172,0	36	161,6
13 „	11	145,0	6	146,9	31—32 „	19	173,1	28	160,8
14 „	26	152,0	19	154,6	33—34 „	13	173,1	17	162,8
15 „	12	161,5	15	154,5	35—36 „	19	172,6	29	162,1
16 „	21	163,7	18	158,2	37—38 „	17	169,5	25	160,2
17 „	28	167,8	16	160,6	39—40 „	23	172,5	32	158,2
18 „	14	169,6	25	158,5	41—42 „	16	174,0	33	159,1
19 „	15	166,4	23	160,0	43—44 „	14	170,6	30	159,2
20 „	14	170,3	19	160,2	45—46 „	18	171,2	24	160,0
21—22 „	11	176,9	44	161,4	47—48 „	19	169,5	27	159,2
23—24 „	24	176,0	39	160,5	49—50 „	18	171,5	24	158,9
25—26 „	22	173,2	31	161,3	51—52 „	22	173,0	15	161,3
27—28 „	13	173,4	31	161,0	53—54 „	6	174,0		

adultes. On peut dire que les femmes sõrviennes ont pris leur croissance à partir de leur 19-ième année. En ce qui concerne la décroissance de la taille dans un âge plus avancé, nous ne pouvons pas la constater chez les hommes que nous avons examinés. Chez les femmes une petite décroissance de la taille se fait observer dès leur 40-ième année.

Nous pourrions à peine, en vertu de nos données empiriques, dire quelque chose de définitif du cours de la croissance de la taille: la taille de ceux qui n'ont pas encore atteint l'âge adulte se fait trop par sauts, d'une manière „déréglée“ ce qu'il faut imputer sur le compte du petit nombre et du hasard des mensurations.

Mais il n'est guère dépourvu d'intérêt, d'après la méthode des quotients d'accroissement, de tâcher de voir clair combien le cours constaté de la taille diffère de celui qui est possible, réel, ou en d'autres termes, de quelle taille „devraient“ être les jeunes garçons et les jeunes filles de la Sõrve n'importe à quel âge de leur croissance. Il faut entendre par qnotient d'accroissement, la taille atteinte à un certain âge divisé par celle de l'année précédente. G. Backmann (3) additionna les données d'à-peu-près 60 séries de mensurations de jeunes garçons et d'à-peu-près 50 séries de mensurations de jeunes filles en Europe et, d'après

cette documentation, il détermina les quotients d'accroissements à l'égard de chaque âge. En me servant de sa „série standardisée de quotients d'accroissement" et supposant que les hommes, en Sõrve, ont pris leur croissance à l'âge de 23 ans et les femmes à l'âge de 20 ans, et prenant pour base, chez les hommes développés, la taille moyenne de 172,58 cm et, chez les femmes, celle de 160,34 cm, nous recevons, à force de calculs correspondants la table (table III) qui donnera la réponse à la question posée ci-dessus.

Table III.

Comparaison de taille des non-adultes avec les chiffres standardisés.

Âge	Garçons			Filles		
	Quotients d'accroissements d'après Backmann	Taille		Quotients d'accroissement d'après Backmann	Taille	
		Série observée	Série standardisée.		Série observée	Série standardisée
12 ans	1,0324	144,1	140,24	1,0400	142,1	142,26
13 „	1,0343	145,0	145,05	1,0374	146,9	147,58
14 „	1,0340	152,0	149,99	1,0335	154,6	152,53
15 „	1,0386	161,5	155,78	1,0234	154,5	156,10
16 „	1,0380	167,7	161,70	1,0123	158,2	158,02
17 „	1,0287	167,8	166,44	1,0080	160,6	159,29
18 „	1,0170	169,6	169,27	1,0039	158,5	159,91
19 „	1,0085	166,4	170,71	1,0022	160,0	160,26
20 „	1,0063	170,3	171,79	1,0005	160,2	**160,34**
21 „	1,0020	176,5	172,14			
22 „	1,0015	177,2	172,40			
23 „	1,0010	174,6	**172,58**			

D'après ce qu'on peut voir à cette table, les données de taille, chez les jeunes filles, correspondent assez bien aux données théoriques. Mais ce n'est pas de même pour les jeunes garçons. Ceux de 12 ans, en Sõrve, ont effectivement la taille plus haute qu'ils ne devraient l'avoir, ceux de 14—17 ans dépassent aussi la norme, ceux de 19 ans ont la taille considérablement plus courte, mais ceux de 21—22 ans l'ont de nouveau plus haute.

En ce qui concerne la différence de la taille chez les jeunes garçons et les jeunes filles à l'âge de la puberté, d'après la standard-série, la croissance des jeunes filles, dépassant celle des jeunes garçons finit dès l'âge de 15 ans. La circonstance que, dans la série observée la croissance de jeunes garçons de 15 ans surpasse

celle des fillettes du même âge devrait, certainement, être attribuée au compte du hasard à l'ègard des personnes examinées.

Je traiterai maintenant la question de la taille des adultes.

La moyenne arithmétique (M) de la taille des hommes développés, en Sõrve est 172,58 ± 0,24 cm, elle est pour les femmes, 160,34 ± 0,15 cm. La taille moyenne peut, en effet, être plus grande ou plus petite de son erreur probable triplée étant de la sorte, pour les hommes, entre 173,30 cm et 171,86 cm et, pour les femmes, entre 160,79 cm et 1598,9 cm. Le maximum de taille, pour les hommes, est de 192 cm et, pour les femmes, de 177 cm, le minimum, pour les hommes, 156 cm et, pour les femmes, 146 cm. La déviation moyenne (σ) à la taille des hommes = 6,20 ± 0,17 et le coefficient de variation (v) = 3,59. Pour les femmes σ = 5,19 ± 0,11 et v = 3,23:

	n	M ± E (M)	σ ± E (σ)	v	Min.	Max.
♂	295	172,58 ± 0,24	6,20 ± 0,17	3,59	156	192
♀	509	160,34 ± 0,15	5,19 ± 0,11	3,23	146	177

Le % de la taille des femmes de celle des hommes ou l'indice sexuel est 92,9. D'après W. Scheidt (20) il est, en moyenne 93, pour les peuples d'Europe. La différence sexuelle des Sõrviens à l'égard de la taille, coïncide donc tout à fait avec les données de W. Scheidt. Mais s'il faut en croire les évaluations de R. Martin (18), selon lesquelles le % de la taille des femmes de la taille des hommes est 92, il faudrait, en Sõrve, compter les femmes trop grandes en comparaison avec les hommes ou les hommes trop petits en proportion des femmes. Je suis enclin à croire qu'en Sõrve la taille moyenne des hommes pourrait, en effet, être un peu plus grande que ma documentation ne l'indique. On sait que la taille moyenne des habitants des îles d'après les données de R. Villems (27,13) — Villems n'examina que les hommes, — est 173,7 cm. D'après les données de N. Köstner (15) publiées plus tard, la taille moyenne des habitants des îles est également plus grande que je ne l'ai trouvée pour les Sõrviens, c'est-à-dire 173,13 ± 0,17 cm. En été, quand je rassemblais mes données en Sõrve, beaucoup d'hommes s'étaient absentés de chez eux et ceux-là pouvaient, peut-être, en effet être physiquement plus vigoureux et de plus haute taille.

Dans l'ensemble, les Sõrviens sont donc une peuplade de haute taille chez nous. D'après les données de Köstner, outre qu'aux îles, nous aurions encore des peuplades de haute taille seulement dans la contrée de l'O (taille moyenne de 173,29 cm) dans la contrée de Pernau (172,32 cm) et à Tallinn (173,24 cm). Nous pouvons considérer les Talliniens d'être de haute taille aussi à cause de l'étude de H. Reimann (19) laquelle vient d'être publiée. Selon lui, la taille moyenne des écoliers de 20 ans y est de 174,7 cm et celle des écolières du même âge de 161,0 cm. La taille moyenne des hommes de l'île de Runo est de 174,1 cm (K. Hildén, 9). Mais partout ailleurs, conformément aux recherches de N. Köstner, notre peuple est de taille plus petite; il trouve, pour toute l'Estonie la taille moyenne de 171,25 ± 0,04 cm.

En comparant les Sõrviens, sous le rapport de la taille, avec nos peuples voisins, nous trouvons aussi qu'ils sont d'assez haute taille:

		♂	♀
Sõrviens	Données de l'auteur	172,58 ± 0,24	160,34 ± 0,15
Lives	Vilde (26)	174,18	161,22
Lettons	Backmann (2)	171,30	—
„ du district de Võnnu	Jerums-Vitols (11)	169,9±0,6	158,5±0,5
Lithuaniens	Brennsohn (4)	166,20	—
Polonais	Danilovsky (d'après 11)	167,9	—
Danois	Westergaard (d'après 17)	169,32	—
Suédois	Lundborg (17)	172,22 ± 0,03	—
„ de Gottland	„	173,64 ± 0,22	—
Suédois de Finlande	Wilskman (d'après 12)	172,96	—
Finlandais	„	170,91	—
„	Westerlund (25)	166,78	—

Du nombre des peuples voisins ce ne sont que les Lives et les Suédois de l'île de Gottland qui surpassent la taille des Sõrviens. La plupart des voisins le cèdent considérablement aux Sõrviens en ce qui regarde la grandeur de la taille.

Pour avoir une idée plus nette de la variabilité de la taille, je voudrais classifier ma documentation sur la grandeur de la taille. Je prendrai pour base de la division le schème de classification par E. Schmidt (22).

	Hommes	Femmes
1. Nains	x—159 cm	x—148 cm
2. Petites tailles	160—163 „	149—152 „
3. Tailles moyennes	164—169 „	153—158 „
4. Hautes tailles	170—179 „	159—167 „
5. Très hautes tailles	180—x „	168—x „

Nous n'avons pas tenu compte ici de la taille moyenne et avons donc entièrement partagé l'opinion de W. Scheidt (21) selon laquelle il ne faudrait pas exécuter, pour chaque peuple et race, une classification spéciale de la taille puisque la comparaison des divers peuples et races d'Europe entre eux en serait rendu très difficile.

D'après la classification ci-dessus, il y aurait en Sõrve 10 % de très hautes tailles, 55,5 % de hautes tailles, 28,2 % de tailles moyennes, et 6,3 % de petites tailles. Il n'y a guère de nains. Pour les hommes le % des très hautes tailles (12,5 %) est plus grand que pour les femmes (8,4 %), mais le % des hautes tailles et celui des tailles moyennes est plus petit. Le % des petites tailles est représenté de la même manière. D'après la documentation de R. Villems (27) il y a, dans toute l'Estonie 11,4 % de très hautes tailles, 58,2 % de hautes tailles et 1,5 % de nains. H. Lundborg (17) donne en % la documentation d'une classification de la taille pour la Suède, conformément à laquelle il y a là 9,7 % de très hautes tailles, 79,4 % de tailles moyennes (165—180 cm) et 10,9 % de petites tailles.

Pour se faire une idée de la distribution territoriale de la taille, nous voudrions diviser les villages de la Sõrve en groupes. Nous tenons à le faire justement avec les plus petits qu'il est difficile de différencier puisqu'ils sont sans caractère spécial. Nous laisserons à part les grands villages.

I. Rahuste et Ula
II. Lõopõllu
III. Kaunispe et Kargi
IV. Jamaja, Ohesaare
V. Türju et Laadla
VI. Tammuna et Karuste
VII. Läbara, Sääre, Maantee
VIII. Henga
IX. Lülle, Iide, Mõisa, Soodevahe
X. Mäepe
XI. Kaavi et Mässa
XII. Vintri et Indu
XIII. Kaimri
XIV. Anseküla et Lõo
XV. Easte, Kaugatoma, Üdipe, Imari
XVI. Salme.

Je me servirai de cette division aussi plus tard en traitant la question de la distribution des autres caractères de races.

Table IV.

Distribution en % de la taille aux villages resp. groupes de villages en Sõrve.

Villages resp. groupes de villages	Nombre des mesurés	%				Villages resp. groupes de villages	Nombre des mesurés	%			
		Petites	Moyennes	Hautes	Très hautes			Petites	Moyennes	Hautes	Très hautes
I	70	10,0	38,6	45,7	5,7	IX	63	6,3	19,0	57,2	17,5
II	34	8,8	35,3	52,9	2,0	X	61	6,6	31,1	55,7	6,6
III	38	18,4	36,8	44,8	—	XI	48	2,1	22.9	62,5	12,5
IV	56	7,1	32,2	57,2	3,5	XII	42	7,2	45,2	47,6	—
V	59	6,8	38,0	50,8	3,4	XIII	37	—	16,2	64,9	8,9
VI	57	3,5	38,6	54,4	3,5	XIV	52	3,8	15,4	57,7	23,1
VII	55	5,6	8,2	58,2	20,0	XV	75	6,7	25,3	58,7	9,3
VIII	19	15,8	21,2	63,2	—	XVI	38	—	7,9	63,2	28,9

La table IV représente par villages ou groupes de villages les données de la distribution en % des individus appartenant aux distinctes classes de la taille. D'après ce qu'on en voit la rive occidentale de la Sõrve avec les villages de Kaunispe (III), Jamaja (IV), Tammuna-Karuste (VI) etc. a une tendance vers la petite taille. La rive orientale et l'isthme de la Sõrve, au contraire, ont une population des haute taille. Il n'en faut exclure que quelques villages, le village de Henga au sud et celui d'Indu au nord. Au village de Henga (VIII) il n'y a guère de très hautes tailles; il y a relativement beaucoup de petites tailles et de hautes tailles. A Vintri-Indu (XII) il n'y a non plus de très hautes tailles, même le % des hautes tailles y est petit pour la rive orientale de la Sõrve.

La table V qui représente, par villages, la distribution de la moyenne arithmétique de la taille, aide de beaucoup à compléter l'impression reçue. On voit de nouveau, tout de suite, que la taille moyenne se trouve davantage à l'E. de la Sõrve. Elle est surtout frappante aux villages suivantes: Läbara (VII), Lülle-Iide-Mõisa (IX), Kaimri-Anseküla (XIII—XIV) et Salme (XVI). Les Sõrviens eux-mêmes semblent être tout à fait consciencieux des endroits habités par de hautes tailles. En ce qui concerne le village

Table V.

Distribution des moyennes de la taille d'après les villages ou groupes de villages de la Sõrve.

Villages resp. groupes de villages	Hommes		Femmes		Indice sexuel	Villages resp. groupes de villages.	Hommes		Femmes		Indice sexuel
	Nombre des mesurés	M	Nombre des mesurés	M			Nombre des mesurés	M	Nombre des mesurés	N	
I	24	170,3	47	158,6	93,1	IX	20	177,4	44	160,3	90,4
II	12	170,2	23	159,6	93,7	X	20	172,1	41	159,8	92,8
III	18	169,5	22	157,8	93,1	XI	17	174,7	31	160,9	92,1
IV	22	172,1	34	159,0	92,4	XII	15	169,8	26	159,0	93,6
V	23	168,5	36	160,3	95,1	XIII	14	174,3	23	162,6	93,3
VI	19	172,8	38	158,8	91,1	XIV	19	174,9	31	163,8	93,6
VII	20	176,9	36	161,8	91,5	XV	31	171,9	44	161,6	94,0
VIII	9	170,2	10	159,2	93,5	XVI	17	177,1	22	163,8	92,5

de Läbara ils ont même créé cette phrase anthropologique: Il faut qu'un homme pauvre prenne femme de Läbara; — alors il n'aura pas besoin d'un cheval.

Quant à la distribution de la taille moyenne, les hommes représentent une beaucoup plus grande variation que les femmes. Les données de la différence de la taille sexuelle — l'indice sexuel — nous permettraient de faire ici une certaine correction (table V). Nous laisserons de côté les villages où l'indice sexuel est normal (ca 93) et ne mentionnerons que ceux qui ne répondent pas aux „canons européens". Il en est ainsi surtout avec le groupe de villages de Türju-Laadla (V). Les hommes y sont trop petits par rapport aux femmes. Il est intéressant d'observer que les Sõrviens quand il se plaignent qu'au temps actuel il n'y ait plus d'hommes d'aussi haute taille qu'autrefois, font allusion justement au village de Türju! Il est difficile de dire quelle est la cause de cette décroissance des hommes. Il se peut qu'elle soit la consequence de l'émigration des hommes de haute taille. Les hommes sont de trop h a u t e taille en comparaison avec celle des femmes aux villages de Tammuna-Karuste (VI), Läbara-Sääre (VII) et Lülle-Iide-Mõisa (IX). En effet, la taille des hommes y p o u r r a i t être un peu moins haute et celle des femmes, plus haute. A Kaimri (XIII), à Anseküla (XIV) et Salme (XVI) où la moyenne de la taille des hommes est aussi assez grande la relation sexuelle

est, quand même, plus ou moins normale, les femmes y étant aussi grandes. Ce sont donc, en effet, les habitants de ces villages-ci, particulièrement ceux de Salme qu'il faudrait nommer grands. Au XV groupe de villages, les hommes sont de nouveau plus petits par rapport aux femmes. Ici nous avons, en grande partie, affaire à des colonistes dont la composition anthropologique est très variée. J'ai l'impression que la différence sexuelle constatée est ici, quand même, réelle.

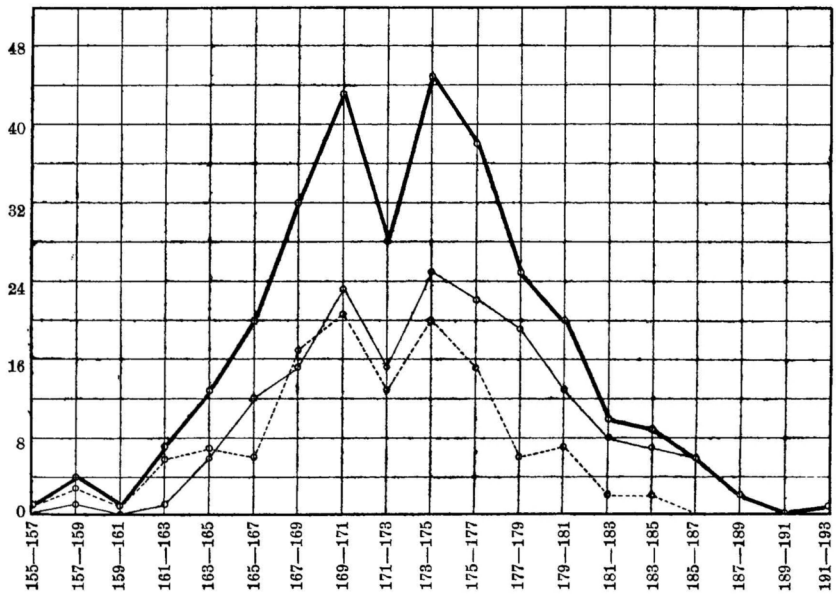


Fig. 3. Distribution de la taille des hommes par classes spéciales. —— au total, —— Sõrviens orientaux, ... Sõrviens occidentaux. Les classes de la taille sont marquées sur l'abscisse, le nombre des individus mesurés — sur l'ordonnée.

Pour répondre à la question de quoi dépend la différence anthropologique de la taille entre les habitants de l'E. et de l'O. de la Sõrve, il faudrait peut-être, mentionner principalement le facteur de race. On ne peut nier que les conditions alimentaires et hygiéniques n'exercent aussi leur influence sur la croissance — et nous savons qu'à cet égard une certaine différence existe entre l'E et l'O. — mais ces conditions ne sont pas assez grandes ici pour influencer, à un tel degré, la distribution de la

taille que nos données le démontrent. De plus, si nous considérons la Sõrve orientale toute seule, nous remarquerons ici, à la distribution de la taille, de tels faits particuliers qu'on ne saurait du tout expliquer par l'influence des facteurs extérieurs: pourquoi, par exemple, y a-t-il une différence plus que frappante entre le village de Vintri-Indu et les villages de Kaimri et d'Anseküla qui en sont la continuation ininterrompue? Pourquoi au riche village de Henga les habitants sont-ils petits tandis qu'aux environs de ce village vivent des personnes de haute taille etc.?

Si nous construisons des courbes de la division des variantes de la taille, elles aussi trouveraient la meilleure interprétation au point de vue de la théorie des races.

La courbe des hommes est typiquement à 2 sommets (fig. 3). Un fréquence-maximum se place dans la classe de longueur de 167—170 cm, l'autre dans celle de 174—177 cm. Nous sommes, probablement, le plus près de la vérité si nous supposons que l'un des fréquences-maximums de la courbe correspond à une composante de race et le deuxième à l'autre composante. Si les fréquences-maximums de notre courbe étaient le produit de l'influence des facteurs extérieurs, la courbe de taille des Sõrviens orientaux mâles ne devrait avoir qu'un sommet, et se trouver avec le fréquence-maximum dans la classe des petites tailles, la courbe des Sõrviens occidentaux devrait également avoir un sommet mais être ensemble avec le fréquence-maximum à la classe des hautes tailles. Mais la courbe des Sõrviens orientaux aussi bien que celle des Sõrviens occidentaux sont aussi à 2 sommets, leurs fréquence-maximums coïncident exactement avec ceux de la courbe générale.

La courbe des femmes n'a pas deux sommets (fig. 4). Au point de vue de la race elle devrait les avoir quand même. Mais quand on prend en considération que la taille des femmes ne représente pas de si grande variabilité ni tendance vers les extrêmes que celle des hommes, si donc, par conséquent, les fréquences-maximums, dans la courbe des femmes, sont plus approchés l'un de l'autre que dans celle de la courbe des hommes, elle doit infailliblement, à cause de la transgression des deux composantes de race, devenir une courbe à un sommet. Si l'on dessine, séparément, la courbe de croissance des Sõrviennes orientales et celle des Sõrviennes occidentales, nous verrons que la courbe des Sõrviennes orientales a tout de même 2 sommets (fig. 4).

2. Tête.

Dans cette étude je voudrais seulement traiter les dimensions de la tête des adultes. Je nomme, en ce cas, adultes les hommes à partir de leur 20-ième année et les femmes à partir de leur 19-ième année.

Longueur maxima de la tête.

La longueur maxima de la tête a été mesurée chez 338 hommes adultes et chez 562 femmes adultes.

Son minimum a éte, pour les hommes, 179 mm, son maximum, 210 mm, la moyenne arithmétique, 193,49 $\pm$ 0,21 mm. En

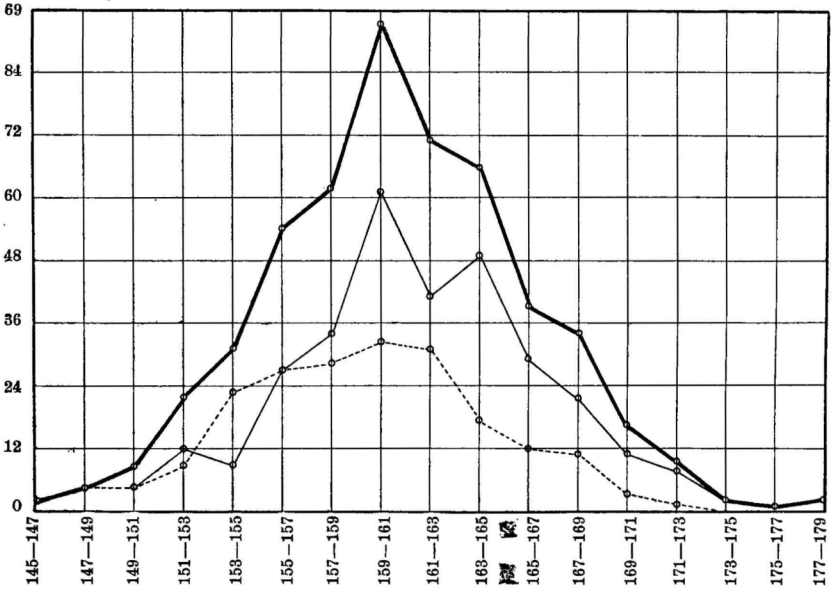


Fig. 4. Distribution de la taille des femmes par classes spéciales. —— au total, —— Sõrviennes orientales, ... Sõrviennes occidentales. Les classes de la taille sont marquées sur l'abscisse, le nombre des individus mesurés — sur l'ordonnée.

vertu de l'erreur moyenne probable on peut dire que la moyenne „typique" de la longueur de la tête des hommes se place entre 192,86 mm et 194,12 mm. La longueur moyenne de la tête des femmes est 185,17 $\pm$ 0,15 mm, avec la moyenne „typique" aux limites de 184,72 mm — 185,62 mm. Les valeurs-limites de la longueur de la tête sont ici 170 mm et 201 mm. La déviation moyenne (σ) est 5.86 $\pm$ 0,15, pour les hommes, et 5,38 $\pm$ 0,11, pour les

femmes, et le coefficient de la variation (v) = 3,03, pour les hommes et 2,90, pour les femmes:

	n	M ± E (M)	σ ± E (σ)	v	Min.	Max.
♂	338	193,49 ± 0,21	5,86 ± 0,15	3,03	179	210
♀	562	185,17 ± 0,15	5,38 ± 0,11	2,90	170	201

D'après R. Villems (27), chez nous, sur le continent, la longueur de la tête des hommes est en moyenne 192 mm, aux îles, 196 mm. Les Sõrviens, en ce qui concerne la longueur de la tête, occuperaient donc une place intermédiaire entre les „Insulaires" et les Estoniens du continent. La longueur moyenne de la tête des habitants de l'île de Runo, d'après K. Hildén (9), est 195,7 mm. La longueur moyenne de la tête des Lettons est 193 mm (Jerums-Vitols, 11), celle des Lives 193,2 mm (Vilde, 26), celle des Danois 193,6 mm (Hansen, d'après 17), celle des Suédois 193,84 mm (Lundborg, 17). Les Sõrviens ne diffèrent donc pas considérablement des peuples voisins en ce qui regarde la longueur de la tête. — D'après l'évaluation ordinaire il faudrait nommer la tête des Sõrviens longue.

En divisant les données sur la longueur de la tête en classes distinctes, nous recevrons une perception plus détaillée de la variabilité de la longueur de la tête. Nous prendrons pour base de la classification le schème de W. Scheidt (20):

		Hommes	Femmes
1.	Courtes	x—181 mm	x—173 mm
2.	Moyennes	182—189 „	174—181 „
3.	Longues	190—199 „	182—191 „
4.	Très longues	200—x „	192—x „

En vertu de cette classification il y aurait en Sõrve 2,7 % d'hommes et 1,6 % de femmes à la tête courte, 21,2 % d'hommes et 23,0 % de femmes à la tête de longueur moyenne, 59,0 % d'hommes et 62,8 % de femmes à la tête longue, 17,1 % d'hommes et 12,6 % de femmes à la tête très longue.

L'indice sexuel de la longueur de la tête est 95,85. Donc il se trouve être un peu plus grand que W. Scheidt et R. Martin l'ont constaté à l'égard des Européens. Il y est 95. Il se peut que la longueur réelle de la tête des Sõrviens mâles soit

un peu plus grande que celle qu'on a trouvée. Ce serait pour les mêmes causes que nous supposions en admettant que la taille des hommes pourrait être un peu plus haute. Alors l'indice sexuel serait un peu plus petit.

Largeur maxima de la tête.

La moyenne arithmétique de la largeur maxima de la tête est, pour les hommes mesurés, $155{,}18 \pm 0{,}20$ mm, oscillant de la sorte, entre 154,58 mm et 155,18 mm. Pour les femmes elle est $148{,}98 \pm 0{,}14$ mm, étant, effectivement, aux limites de 148,56 mm et 149,40 mm. Les valeurs-limites ont été 141 mm et 168 mm, pour les hommes, et 134 mm et 165 mm, pour les femmes. $\sigma = 5{,}28 \pm 0{,}13$ et $v = 3{,}40$, pour les hommes, et $4{,}88 \pm 0{,}10$ resp. 3,27, pour les femmes:

	n	M _ E (M)	$\sigma \pm$ E (σ)	v	Min.	Max.
♂	337	$155{,}18 \pm 0{,}20$	$5{,}28 \pm 0{,}13$	3,40	141	168
♀	561	$148{,}98 \pm 0{,}14$	$4{,}88 \pm 0{,}10$	3,27	134	165

En rapport aux autres habitants des îles — d'après les données de R. Willems la largeur moyenne de la tête des habitants des les est 158 mm. — La tête des Sõrviens est étroite, mais en comparaison avec celle des Estoniens habitant le continent — selon R. Willems 155 mm — la largeur moyenne de la tête est la même. En comparaison avec nos voisins méridionaux la tête des Sõrviens est assez étroite, la largeur moyenne de la tête des habitants de Runo étant, pour les hommes, 156,1 mm, (Hildén), celle des Lives 156 mm, (Vilde), celle des Lettons 157 mm, (Jerums-Vitols) et celle des Danois 156 mm, (Hansen). Mais en comparaison avec nos voisins occidentaux la tête de Sõrviens est large, la largeur moyenne de la tête étant pour les Suédois 150,4 mm (Lundborg), pour les Norvégiens de l'E. 148,4 mm (Bryn). En général, il faut tout de même considérer que la tête des Sõrviens est plutôt large qu'étroit.

Si l'on prend pour base la classification de W. Scheidt (20), il y aurait en Sõrve, parmi les hommes, 13,6 % à la tête étroite 139—149 mm), 59,8 % à la tête de moyenne largeur (150—158 mm) et 26,6 % à la tête large (159—x mm), mais parmi les iemmes, 12,8 % à la tête étroite (133—143 mm), 63,4 % à la

tête de moyenne largeur (144—152 mm) et 23,8 % à la tête large (153— x mm). Donc, les Sörviens, d'après ces données, auraient la tête d'une largeur moyenne avec une tendance vers la tête large.

L'indice sexuel de la largeur de la tête est 96,0, c'est-à-dire exactement le même qu'on a constaté pour les Européens.

Indice céphalique.

L'indice céphalique jouant relativement un grand rôle dans l'anthropologie, nous voudrions en parler d'une manière plus détaillée.

Quoique, dans cette étude, comme je l'ai indiqué ci-dessus, je ne me serve que des mesures prises sur la tête des adultes, je voudrais, tout de même, par exception, toucher la question s'il serait possible et, en quelle mesure, de se servir de l'indice céphalique des personnes qui n'ont pas atteint l'âge adulte, ensemble avec celui des adultes.

Selon E. Fischer (16), aux moyennes de l'indice céphalique ne se produisent plus guère, aux différentes périodes de l'âge, de changements notables à partir de la 4-ième année; mais on a, en général, trouvé et toujours retrouvé que la valeur de l'indice diminue pendant la période de la croissance ce qu'il faut attribuer au fait que la longueur de la tête croît plus progressivement que

Table VI.

Indice céphalique des Sörviens d'après l'âge et le sexe.

Âge	Hommes		Femmes		Âge	Hommes		Femmes.	
	n	M	n	M		n	M	n	M
12—14 ans	43	82,44	34	81,89	37—38 ans	17	80,11	25	80,88
15—16 „	34	81,46	32	82,01	39—40 „	23	79,26	33	80,34
17—18 „	43	82,45	42	82 03	41—42 „	16	79,95	33	80,02
19—20 „	27	81,33	42	81,00	43—44 „	14	79,84	30	81,01
21—22 „	11	80,92	45	81,03	45—46 „	19	79,60	24	79,26
23—24 „	24	80,93	40	80,30	47—48 „	18	78,46	28	79,03
25—26 „	23	81,34	31	80,81	49—50 „	19	79,30	24	80,58
27—28 „	15	81,08	31	80,11	51—52 „	23	79,26	17	80,38
29—30 „	20	80,54	37	80,71	53—54 „	16	79,53	15	81,05
31—32 „	19	81,34	28	80,51	55—56 „	9	78,29	14	79,34
33—34 „	13	82,51	17	81,60	57—58 „	8	80,90	16	80,30
35—36 „	19	80,41	29	79,75	59—60 „				

la largeur. Selon R. Martin (18) la différence de l'indice céphalique entre l'âge de 10 et 20 ans monte à l'unité de $1\,^1/_2$, en moyenne.

Les données, à cet égard sur la Sõrve ont été représentées à la table VI. Les chiffres en coïncident parfaitement avec les données de Martin et d'autres données: l'indice céphalique diminue avec l'âge. Je n'ai pas évalué combien l'indice céphalique des non-adultes est plus grand que celui des adultes, mais qu'il l'est est hors de doute. Il est intéressant de men-

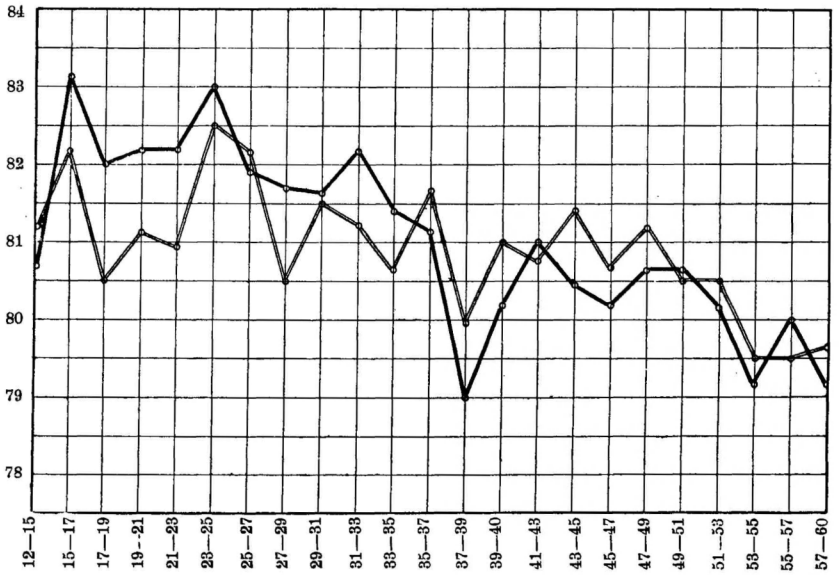


Fig. 5. Indice céphalique des Sõrviens d'après l'âge et le sexe. —— Hommes ═══ Femmes. Les âges sont marqués sur l'abscisse, les valeurs de l'indice — sur l'ordonnée.

tionner ici que la valeur de l'indice céphalique diminue même plus tard, surtout dès l'âge de 40 ans. Ce fait est bien démontré par le diagramme annexé à cet ouvrage (Fig. 5.), quoique, avec une grande sensibilité, il représente, en même temps, les oscillements de la moyenne de l'indice. Bien sûr on ne saurait guère expliquer la diminution de la quantité de l'indice céphalique avec la croissance du crâne; il y aurait ici plutôt affaire à une diminution de la graisse sous la peau qui est peut être plus considérable à la region des tempes qu'au front et à la region occipitale de la tête.

L'indice céphalique moyen des adultes est, pour les hommes, 80,24 ± 0,12 et pour les femmes, 80,47 ± 0,09. Prenant en considération l'erreur probable, nous pouvons dire que la moyenne „réelle" se trouve, pour les hommes, aux limites de 79,88 et 80,60 et, pour les femmes, à celles de 80,20 et 80,74. Les valeurs-limites sont, pour les hommes, 72,5 et 90,2 mm et, pour les femmes, 68,0 et 91,7. La latitude de la variabilité de l'indice céphalique est donc plus grande pour les hommes que pour les femmes. La variabilité, à en juger d'après le coefficient de la variation (v) et la déviation moyenne (σ), est quand même, plus petite pour les femmes que pour les hommes:

	n	M ± E (M)	σ ± E (σ)	v	Min.	Max.
♂	337	80,24 ± 0,12	3,17 ± 0,08	3,95	72,5	90,2
♀	560	80,47 ± 0,09	3,07 ± 0,06	3,81	68,0	91,7

L'indice sexuel est 100,3. Il est donc plus petit qu'il a été constaté ailleurs, — selon W. Scheidt il est en moyenne 101,5 pour les Européens.

Il est très intéressant d'établir un parallèle entre la moyenne arithmétique de l'indice céphalique des Sõrviens, celle des autres Estoniens et celle de nos voisins.

L'indice céphalique des Estoniens, habitant le continent, est 80,8, celui des habitants des îles est 80,9 (R. Villems). Les Sõrviens représentent donc une petite tendance vers la dolichocéphalie. Mais la différence entre les moyennes de l'indice n'est pas grande. Il n'y a non plus de différence frappante entre les moyennes arithmétiques de l'indice céphalique des Sõrviens et celles de leurs voisins méridionaux et orientaux. Le tableau synoptique ci-dessous le démontre (v. p. 270).

Les habitants de l'île de Runo représentent une petite exception. Mais on sait que dans cette île vivent, en grande partie, des Suédois. Mais tout à fait différents des Sõrviens sont leurs voisins occidentaux, les Suédois et les Norvégiens qui sont des dolichocéphales typiques.

Quelles „formes de tête" trouvons-nous en plus grand nombre en Sõrve, exprimé en %?

Nous voudrions, avant tout, en donner un tableau synoptique dont la base sera la classification usuelle de Martin. Nous comp-

		♂	♀
Sõrviens	Matériaux de l'auteur	80,2 ± 0,12	80,5 ± 0,09
Runiens	K. Hildén (9)	79,8 ± 0,30	81,1 ± 0,33
Lives	Vilde (26)	80,2 ± 0,33	81,9 ± 0,39
Lettons	Jerums-Vitols (11)	81,3	84,3
Lithuaniens	Deniker (d'après 18)	81,5	82,0
Polonais	Dzershinsky (d'après 18)	82,6	83,5
Hollandais	Bolk (d'après 17)	80,3	—
Danois	Hansen (d'après 17)	80,7	81,5
Suédois	Lundborg (17)	77,69 ± 0,01	—
„ de Gottland	„	78,30 ± 0,12	—
Norvégiens	Deniker (d'après 18)	78,5	—
Finlandais	Westerlund (25)	81,1	—
Suédois de Finlande	„	79,4	—

tons ensemble les hommes et les femmes tout en prenant en considération leur différence sexuelle.

	Hommes	Femmes
Dolichocéphales	x—75,9	x—76,9
Mésocéphales	76—80,9	77—81,9
Brachycéphales	81—85,4	82—86,4
Hyperbrachycéphales	85,5—x	86,5—x

Conformément à cette classification, il y aurait en Sõrve, 10,5 % de dolichocéphales, 56,8 % de mésocéphales, 28,8 % de brachycéphales et 3,9 % de hyperbrachycéphales. Le % des mésocéphales est donc le plus grand. Le % des brachycéphales est déjà considérablement plus petit. Le % des dolichocéphales n'est non plus tout à fait petit. D'après les données de R. Villems il y a aux îles en tout 8,7 % de dolichocéphales, mais au continent même 0,66 %. Nous en pouvons conclure (qu'il soit déjà dit maintenant) qu'il y a, chez nous, aux îles un plus grand élément scandinave qu'au continent, ce qui est tout à fait compréhensible à cause des conditions géographiques.

Un diagramme correspondant nous donne un aperçu plus précis de la distribution des variantes par classes distinctes de l'indice (fig. 6). On ne peut dire que ce diagramme soit parfaitement „pur". Mais il est, quand même assez exclusif: il rapelle la courbe de la taille en ce qu'il a deux sommets avec deux fréquences-maximums. L'un des fréquences-maximums es trouve dans la classe 78, l'autre dans la classe 80—81 pour les femmes et

dans la classe 82 pour les hommes. Les fréquences-maximums, aussi bien à la courbe des femmes qu'à celle des hommes, coïncident plus ou moins, ce qui permet de supposer que les deux sommets des courbes sont la conséquence de la séparation génotypique des personnes examinées en deux groupes ou, en d'autres termes, les Sõrviens, aussi sous le rapport de la forme de la tête, se trouvent être principalement composés de deux races.

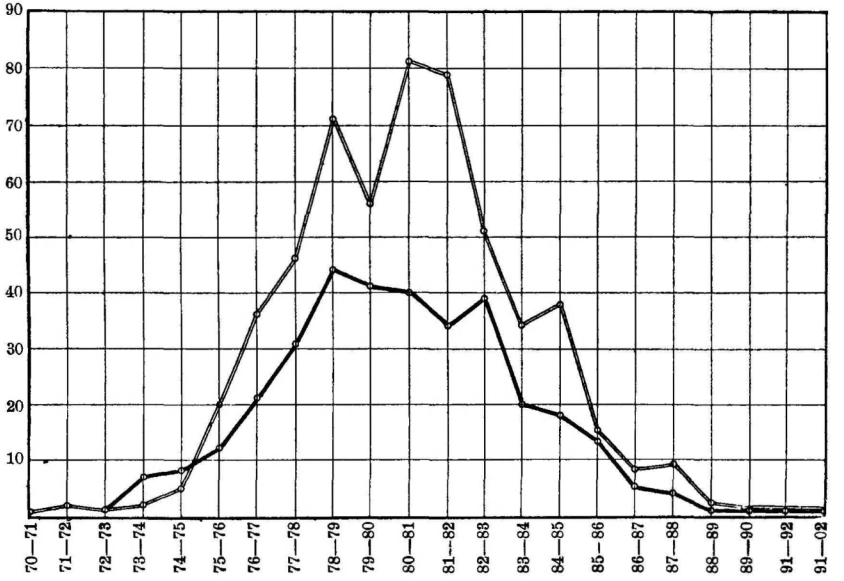


Fig. 6. Distribution des variantes par classes distinctes de l'indice céphalique. —— Hommes. ═══ Femmes. Les classes de l'indice sont marquées sur l'abscisse, le nombre des individus mesurés — sur l'ordonnée.

Je voudrais encore parler de la distribution territoriale de l'indice céphalique en Sõrve. La documentation en est résumée aux tables VII et VIII et représentée sur une carte speciale (v. supplément). Il semble que la rive occidentale de la Sõrve soit moins dolichocéphale que la rive orientale. Du moins, le % des dolichocéphales y est partout plus uniforme que dans la Sõrve orientale. Dans la Sõrve orientale le % des dolichocéphales se montre en grand degré, par sauts. Le village de Kaimri (XIII) y est bien original. Le % des dolichocéphales y est le plus grand dans toute la Sõrve. Le village de Henga (VIII) en forme le contraste. Les dolichocéphales y manquent complètement

Table VII.

Distribution en % de l'indice céphalique en Sõrve d'après les villages resp. les groupes de villages.

Villages resp. groupes de villages	n	%				Villages resp. groupes de villages	n	%			
		Dolichoc.	Mésoc.	Brach.	Hyper.			Dolichoc	Mésoc.	Brach.	Hyper.
I	80	10,2	65,8	21,5	2,5	IX	71	7,1	54,9	32,4	5,6
II	39	10,3	53,8	28,2	7,7	X	70	15,7	54,3	28,6	1,4
III	46	6,5	52,2	34,8	6,5	XI	54	5,5	59,3	27,8	7,4
IV	60	11,7	65,0	18,3	5,0	XII	44	6,8	72,7	18,2	2,3
V	70	17,1	47,1	32,9	2,9	XIII	41	21,9	56,1	19,5	2,5
VI	58	10,3	63,8	25,9	—	XIV	60	6,7	55,0	36,7	1,6
VII	62	9,7	54,8	27,4	7,1	XV	81	12,3	50,6	35,8	1,3
VIII	21	—	42,9	47,6	9,5	XVI	43	6,9	55,8	32,6	4,7

Table VIII.

Distribution de la moyenne de l'indice céphalique d'après les villages resp. groupes de villages.

Villages resp. groupes de villages	Hommes		Femmes		Indice sexuel	Villages resp. groupes de villages	Hommes		Femmes		Indice sexuel
	n	M	n	M			n	M	n	M	
I	30	79,4	40	78,4	98,7	IX	22	80,4	49	81,3	101,1
II	14	80,3	25	81,2	101,1	X	24	79,4	46	79,7	100,4
III	19	81,2	27	81,0	99,7	XI	19	81,1	35	80,4	99,1
IV	24	81,6	36	80,0	98,0	XII	18	79,9	26	79,9	100,0
V	28	79,6	42	80,2	100,7	XIII	16	79,1	25	79,2	100,1
VI	19	79,6	39	79,4	99,7	XIV	23	80,2	37	80,8	100,7
VII	23	80,5	38	80,6	100,1	XV	34	80,2	47	80,7	100,6
VIII	9	82,7	12	81,6	98,7	XVI	18	81,2	26	81,0	99,8

et le % des brachycéphales est très grand. Nous attirons l'attention sur la circonstance que le même contraste a existé entre ces deux villages aussi à l'égard de la taille (v. p. 260). L'indice moyen est le plus petit au village de Kaimri, il est le plus grand à celui de Henga. On ne peut pas signaler de différence frappante aux moyennes arithmétiques de l'indice entre la rive occidentale et la rive orientale. Mais l'indice sexuel, sur la rive orientale, est presque partout plus grand et „plus normal." Sur la rive occiden-

tale, l'indice céphalique des hommes, par rapport à celui des femmes, est trop grand. L'irrégularité à la distribution de l'indice céphalique et sa discordance partiale avec la distribution de la taille dénotent qu'en Sõrve les éléments de race sont considérablement mêlés.

3. Face.

Pour caractériser la face je communiquerai ici la hauteur de la face et le diamètre bizygomatique d'hommes (à partir de leur 20-ième année) et de femmes (à partir de leur 19-ième année) et les données de l'indice facial morphologique constatées à cette occasion.

Hauteur de la face.

La moyenne arithmétique de la hauteur de la face est, pour les hommes, 126,95±0,22 mm, oscillant de la sorte, effectivement, entre 126,29 mm et 127,61 mm. Pour les femmes elle est 117,03±0,16 mm pouvant être placée 0,48 mm plus haut ou plus bas étant donc ainsi aux limites de 116,55 mm et de 117,51 mm. Comme valeurs-limites ont été trouvées 111 mm et 145 mm, pour les hommes, et 103 mm et 136 mm, pour les femmes. Le coefficient de la variation est 4,93, pour les hommes, et 4,99, pour les femmes, étant donc assez grand.

	n	M±E (M)	σ±E (σ)	v	Min.	Max.
♂	354	126,95±0,22	6,26±0,16	4,93	111	145
♀	596	117,03±0,16	5,84±0,11	4,99	103	136

D'après ces données, la face des Sõrviens serait haute, plus haute qu'elle ne l'est, chez nous, d'après la documentation de R. Villems (aux îles 124 mm, au continent 123 mm), ou, d'après les données de Hildén, à l'île de Runo (133,1 mm), ou, de plus, pour nos voisins, les Lives (122,6 mm, selon Vilde), pour les Lettons (122,0 mm, d'après Jerums-Vitols) pour les Suédois (126,57 mm, selon Lundborg).

L'indice sexuel de la hauteur de la face est 92,2. Ce chiffre ne diffère pas sensiblement de celui de l'indice sexuel pour les peuples européens où d'après Scheidt il s'élève à 93.

Diamètre bizygomatique.

Le diamètre bizygomotique doit aussi être considéré comme grand pour les Sõrviens. Sa moyenne arithmétique est pour les hommes 144,05±0,19 mm, plus précisément, 143,48 mm jusqu'à 144,62 mm et, pour les femmes, 135,01±0,13 mm, plus précisément, 134,62 mm jnsqu'à 135,40 mm. R. Villems, dans son ouvrage (27), donne, comme moyenne du diamètre bizygomatique des Estoniens, 141 mm. Hildén trouva pour les habitants de l'île de Runo un diamètre bizygomatique de 143,3 mm. Le diamètre bizygomatique des Lives est 145,5 mm (Vilde), celui des Lettons est 137,0 mm (Jerums-Vitols). Le diamètre bizygomatique des Suédois est en tout 136,02 mm (Lundborg.)

Le minimum du diamètre bizygomatique est, pour les hommes, 131 mm et, pour les femmes, 120 mm et le maximum est 156 mm, pour les hommes, et 148 mm pour les femmes. Le coefficient de la variation est 3,63 pour les hommes et 3,49 pour les femmes. La variabilité n'est donc pas ici aussi grande que nous l'avons vu pour la hauteur de la face.

	n	M±E (M)	σ±E (σ)	v	Min.	Max.
♂	341	144,05±0,19	5,23±0,13	3,63	131	156
♀	558	135,01±0,13	4,71±0,09	3,49	120	148

L'indice sexul est 93,8. Ce chiffre, aussi, correspond à l'indice sexuel du diamètre bizygomatique ordinaire pour les Européens (d'après Scheidt ca 94).

L'indice facial morphologique.

En ce qui concerne les races, les rapports entre les dimensions absolues de la face, c'est-à-dire les données sur les indices de la face, sont, bien sûr, plus importantes que ces dimensions elles mêmes.

Je voudrais, d'abord, donner les moyennes de l'indice facial morphologique et les données sur la variabilité en forme de tableau synoptique :

	n	M±E (M)	σ±E (σ)	v	Min.	Max.
♂	338	88,05±0,16	4,53±0,09	5,15	75,7	101,2
♀	557	86,40±0,13	4,71±0,09	5,46	72,3	100,0

La moyenne de l'indice facial morphologique serait donc 88,05 pour les hommes pouvant effectivement être 0,48 plus grande ou plus petite. Pour les femmes elle est 86,40 et oscille effectivement de 86,01 jusqu'à 86,79.

Les habitants de la Sõrve sont donc relativement un peuple à la face étroite. R. Villems trouva, en tout, pour les Estoniens l'indice facial morphologique moyen de 85,8. Pour les habitants de l'île de Runo, il est 86,0 (Hildén). Pour les Lives, il est 84,2 (Vilde), pour les Lettons — 89,0 (Jerums-Vitols).

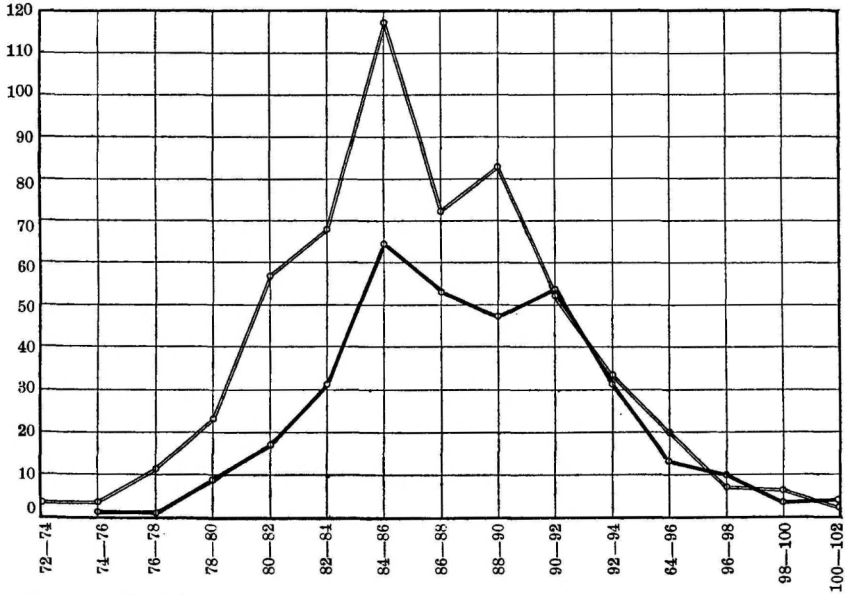


Fig. 7. Distribution des variantes par classes distinctes de l'indice facial morphologique. —— Hommes. ═══ Femmes. Les classes de l'indice sont marquées sur l'abscisse, le nombre des individus mesurés — sur lordonnée.

C'est, peut-être, l'indice facial des Suédois qui surpasse sensiblement celui des Sõrviens étant de 92,87 (Lundborg).

Le minimum de l'indice facial morphologique a été 75,7 pour les hommes et 72,3 pour les femmes et le maximum 101,2 pour les hommes et 100 pour les femmes. La variabilité et ici donc assez grande. Nous le voyons aussi au coefficient de la variation: pour les hommes il est 5,15, pour les femmes 5,46.

D'après l'indice sexuel qui est 98,1, mais, d'après Scheidt, en moyenne, 97 pour les Européens, la face des femmes en Sõrve

est plus large et plus ronde que celle des hommes, mais non pas à un tel degré qu'elle l'est en général.

En vertu de la classification usuelle en prenant aussi en considération la différence sexuelle à la grandeur de deux unités-indices, il y aurait, en Sõrve, 17,2% d'euryprosopes, 33,3% de mésoprosopes, 35,1% de leptoprosopes et 14,4% de hyperleptoprosopes. En Estonie il y a, en tout, 25,7% d'euryprosopes, 36,1% de mésoprosopes et 38,2% de lepto- et hyperleptoprosopes (Villems). Il faut attribuer au grand nombre de lepto- et hyperleptoprosopes que l'indice facial moyen des Sõrviens est supérieur à celui des autres Estoniens.

Nous trouverons une classification plus détaillée des variantes représentée à un diagramme correspondant (fig. 7.). La courbe de l'indice facial des hommes aussi bien que de celui des femmes a deux sommets. L'un des fréquences-maximums se trouve dans la classe 84—86, l'autre dans celle de 88—90. Il est à peine erroné de supposer qu'ici, de même, les deux sommets des courbes sont la conséquence de la division raciale du peuple en deux groupes principaux dont un serait leptoprosope, l'autre, la majorité du peuple, mésoprosope.

Table IX.

Distribution en % de l'indice facial morphologique en Sõrve d'après les villages resp. groupes de villages.

Villages resp. groupes de villages	n	% face large	face moyenne	face longue	face très longue	Villages resp. groupes de villages	n	% face large	face moyenne	face longue	face très longue
I	80	22,5	35,0	31,2	11,3	IX	68	23,5	30,9	32,3	13,3
II	39	12,8	25,6	48,8	12,8	X	70	11,5	31,4	40,0	17,1
III	47	12,8	31,9	42,5	12,8	XI	52	25,0	40,4	26,9	7,7
IV	59	22,1	28,8	33,9	15,2	XII	45	26,7	35,6	24,4	13,3
V	68	10,3	38,2	32,4	19,1	XIII	40	17,5	22,5	40,0	20,0
VI	57	14,0	42,1	29,8	14,1	XIV	60	10,0	30,0	28,3	21,7
VII	62	11,3	27,4	45,2	16,1	XV	84	14,3	41,4	29,7	14,3
VIII	22	40,9	27,3	27,3	4,5	XVI	42	16,7	31,0	42,8	9,5

Les tables IX et X représentent les données sur la répartition géographique de l'indice facial. Nous trouvons les faces les plus longues à Kaimri et à Anseküla (XIII—XIV). Le

Table X.

Distribution de la moyenne de l'indice facial morphologique d'après les villages resp. groupes de villages de la Sõrve.

Villages resp. groupes de villages	Hommes		Femmes		Villages resp. groupes de villages	Hommes		Femmes	
	n	M	n	M		n	M	n	M
I	30	86,8	50	85,5	IX	21	88,2	47	85,3
II	14	88,8	25	86,7	X	24	88,8	46	87,5
III	20	88,1	27	86,7	XI	19	87,0	33	85,0
IV	22	88,0	37	86,2	XII	17	87,5	28	84,5
V	28	87,9	40	87,8	XIII	16	89,6	24	86,8
IV	18	87,2	39	85,5	XIV	23	90,1	37	87,4
VII	23	87,6	39	87,6	XV	36	88,5	48	85,9
VIII	10	84,5	12	84,4	XVI	17	87,0	25	86,2

Sõrvien méridional lui-même, qui a beaucoup voyagé et aiguisé sa faculté d'observation dit de l'habitant d'Anseküla qu'il est facile de le reconnaître à sa longue face. L'élément à la face le plus large habite Henga (VIII). A Kaavi-Mässa-Indu nous trouvons également une population à la face relativement large. Mais il est difficile de deviner une tendance certaine vers la distribution d'indices de la face de même qu'une corrélation avec la distribution de la taille et de l'indice céphalique. Cela prouve de nouveau que les éléments des races, en Sõrve, sont très mêlés.

Nous laisserons ici ouverte la question quels caractères de races se représentent ici, tout de même, en corrélation plus fréquente, c'est-á-dire si quelque type spécial s'est déjà développé (v. les fig. dans le supplément!)

4. Nez.

Pour la caractérisation métrique du nez, j'en mesurai la hauteur et la largeur. Je vais de nouveau communiquer des données correspondantes, seulement, sur les adultes. Comme auparavant, je considère comme adultes les hommes à partir de leur 20-ième année et les femmes à partir de leur 19-ième, quoique les dimensions du nez et leur rapport soient à peine déjà définitivement développés.

Hauteur du nez.

Les Sõrviens ont le nez haut: la moyenne de la hauteur du nez est, pour les hommes, 59,21±16 mm, et, pour les femmes,

55,6±10 mm, effectivement oscillant de la sorte, pour les hommes, aux limites de 58,73 mm et 59,69 mm, pour les femmes à celles de 54,76 mm et 55,36 mm.

R. Villems trouva, pour les habitants des îles, comme hauteur moyenne du nez 55 mm et pour les Estoniens, habitant le continent, 54 mm. Des peuples voisins ce ne sont que les Suédois qui surpassent les Sõrviens à l'égard de la hauteur du nez (hauteur moyenne de 61,37 mm), tandis que la hauteur du nez des autres voisins est inférieure à celle des Sõrviens.

La hauteur minima du nez est, pour les hommes 48 mm et, pour les femmes, 47 mm, la hauteur maxima est, pour les hommes, 70 mm et, pour les femmes, 64 mm. La variabilité de la hauteur du nez est donc assez grande.

	n	M±E (M)	σ±E (σ)	v	Min.	Max.
♂	287	59,21±0.16	4,03±0,11	6,80	48	70
♀	475	55,06±0,10	3,19±0,07	5,79	47	64

L'indice sexuel de la hauteur du nez serait 92,9.

Largeur du nez.

La moyenne arithmétique de la largeur du nez est, pour les hommes, 37,38±0,10 mm, donc, effectivement, 37,08 mm — 37,68 mm et, pour les femmes, 34,04±0,08 mm, donc, effectivement, 33,80 mm — 34,28 mm.

Il faut constater que ces quantités sont assez grandes. R. Villems p. ex. trouva la hauteur du nez être, en moyenne, de 34 mm aussi bien aux îles qu'au continent. Pour les Suédois, Lundborg donne, en tout, le chiffre 30,18 mm. [1]).

Les minima de la largeur du nez sont, pour les hommes, 30 mm et, pour les femmes, 28 mm et les maxima, pour les hommes, 46 mm et, pour les femmes, 48 mm. La variabilité est assez grande surtout pour les femmes pour lesquelles v = 7,80!

1) Lundborg, dans son ouvrage (17), donne comme moyenne de la hauteur du nez 61,37 mm, comme moyenne de la largeur du nez 30,18 mm et comme indice du nez 62,70. Il me semble que ces données ne correspondent pas entre elles.

	n	M ± E (M)	σ ± E (σ)	v	Min.	Max.
♂	286	37,38 ± 0,10	2,61 ± 0,07	6,97	30	46
♀	474	34,04 ± 0,08	2,66 ± 0,06	7,80	28	48

L'indice sexuel de la largeur du nez = 91.

Indice nasal.

L'indice nasal moyen est de 63,01 ± 0,23 pour les hommes et oscille, quand on tient compte de l'erreur moyenne, entre 62,32 et 63,70. Pour les femmes, la moyenne arithmétique est 62,27 ± 0,18 donc, effectivement, oscillant aux limites de 61,73 et 62,81.

Quand on établit un parallèle de l'indice nasal moyen à celui de groupes de comparaison plus rapprochés, on voit qu'il n'y a pas de différence saillante. L'indice nasal, pour les Estoniens du continent, d'après R. Villems, est 62,7, pour celui des Estoniens habitant les îles 62,4. Pour les Lettons, on a trouvé l'indice nasal de 63,8 (O. Waeber, 24), pour les Suédois celui de 62,7 (Lundborg). Hildén le trouva être un peu plus grand pour les habitants de l'île de Runo, c'est-à-dire de 66,1.

La variabilité de l'indice nasal est très grande en Sõrve, plus grande que tout autre caractère discuté jusqu'ici. V, pour les hommes = 8,82, pour les femmes, il est même encore plus grand = 8,88. Ce sont les valeurs-limites qui démontrent, de leur côté, la grande variabilité de l'indice nasal: l'indice minimum est, pour les hommes, 48,5, le maximum 79,2, le minimum, pour les femmes est 47,0 et le maximum 81,1.

L'indice sexuel est de 98,8. D'après Martin, il serait, en moyenne, un peu supérieur à 100. Scheidt fixe l'indice sexuel à 101,5. Si, chez les examinés en Sõrve, l'indice sexuel diffère considérablement de „la norme" il n'y a rien de surprenant, puisque l'indice sexuel correspondant oscille considérablement étant aussi tantôt au-dessous tantôt au-dessus de 100.

	n	M ± E (M)	σ ± E (σ)	v	Min.	Max.
♂	283	63,01 ± 0,23	5.56 ± 0,16	8,82	48,5	79,2
♀	472	62,27 ± 0,18	5,53 ± 0,12	8,88	47,0	81,1

A cause de l'indice nasal moyen, il faut dire que les Sõrviens sont leptorhiniens. Quand on prend pour base la classification

usuelle, on constate qu'il n'y a guère de chamaerhiniens. Mais le signataire de cette étude tombe complètement d'accord avec l'opinion de W. Scheidt (21), conformément à laquelle la classification usuelle de l'indice nasal est bonne au parallèle des races de toute la terre, mais qu'elle n'a pas de valeur dès qu'on établit le parallèle relative des races d'Europe. Je me servirai donc des divisions de la classification de l'indice par Scheidt, mais je laisserai de côté la différenciation sexuelle.

Hyperleptorhiniens	x—54,9
Leptorhiniens	55,0—63,4
Mésorhiniens	63,5—71,9
Chamaerhiniens	72,0—x

D'après cette classification, il y aurait en Sõrve 7,3% de hyperleptorhiniens, 46,8% de leptorhiniens, 40,9% de mésorhiniens

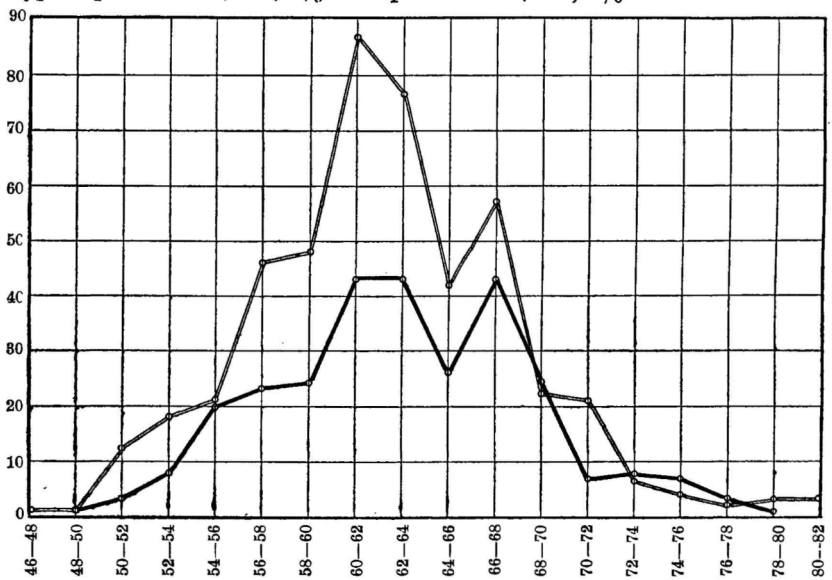


Fig. 8. Distribution des variantes par classes distinctes de l'indice nasal. —— Hommes. ═══ Femmes. Les classes de l'indice sont marquées sur l'abscisse, le nombre des individus mesurés — sur l'ordonnée.

et 5,0% de chamaerhiniens. Dans la famille des peuples d'Europe, les habitants de la Sõrve seraient donc des leptorhiniens, avec une tendance vers mésorhinie.

Chez les femmes, le % des leptorhiniens est plus grand que celui des hommes, aux dépens des mésorhiniens.

A l'aide de courbes je voudrais représenter graphiquement la distribution plus détaillée des variantes (fig. 8). Comme nous le voyons des courbes, nous avons ici de nouveau affaire à deux fréquences-maximums. Le premier d'elles se trouve à la classe 60—62, l'autre à la classe 66—67. Les fréquences-maximums pour les hommes et les femmes se confondent plus ou moins. La répartition des indices nasaux en deux groupes démontre à peine quelque chose autre que, sous le rapport de la race, le peuple de la Sõrve est composé de deux groupes principaux.

5. Caractères de la coloration.

Coloration des cheveux.

Comme je l'ai déjà indiqué plus haut (v. p. 254) j'ai divisé la coloration des cheveux en ces groupes:

1. Rouge (l'échelle d'E. Fischer № 1—3),
2. Blond (№ 13—22),
3. Blond-foncé (№ 9—12),
4. Brun-clair (№ 7—8),
5. Brun (№ 6),
6. Brun-foncé (№ 5),
7. Brun-noirâtre resp. noir (№ 4).

En élaborant les données, je contractai les trois premiers groupes en groupe de blonds, j'ai réuni aussi le sixième groupe et le septième groupe en un seul, celui des brun-noirâtre.

Dans cette étude, je communiquerai seulement les données numériques sur la coloration des cheveux des adultes. Je considère comme „adultes“ les hommes dès leur 20-ième année et les femmes dès leur 18-ième année.

Pour ceux qui n'ont pas atteint l'âge adulte, le % des blonds, en Sõrve, est considérablement supérieur à celui des adultes. Les enfants au-dessous de 10 ans sont particulièrement blonds. Quoique, à leurs cheveux, il y ait beaucoup plus de pigment foncé, brunâtre — en tout cas plus que je ne l'ai remarqué ailleurs chez nous — le rembrunissement des cheveux en Sõrve est un fait incontestable. Ce fait peut être regardé, sous un point de vue génétique, comme récessivité juvénile et il est connu qu' E. Fischer (6) met le fait du rembrunissement des cheveux dans le rapport de la cause à l'effet avec le croisement

en disant que „partout ou les cheveux deviennent foncés, à l'âge de la croissance de l'homme, on a affaire à un croisement de races". Et il n'y a pas de doute, bien sûr, que les habitants de la Sõrve, sous le rapport de la race, soit un peuple hétérogène.

Exprimé en %, sur les Sõrviens adultes dont il y a en tout 908 individus, il y aurait 22% de blonds, 23,6% de brun-clair, 37,9% de bruns et 16,5% de brun-noirâtre. Il est évident que les bruns prévalent. Chez les femmes, le % des personnes aux cheveux bruns est un peu supérieur à celui des hommes, au compte des cheveux blonds. On voit tout cela d'une manière plus détaillée au résumé tabellaire suivant:

	n	Blonds (1—3, 9—22)	Brun-clair (7—8)	Bruns (6)	Brun-noirâtre (4—5)
♂	334	26,3 %	23,4 %	33,5 %	16,8 %
♀	574	19,5 %	23,7 %	40,4 %	16,4 %
Au total	908	22,0 %	23,6 %	37,9 %	16,5 %

Quand nous mettons en parallèle ces données et celles de R. Villems, selon lesquelles nous avons 30,8% de blonds au continent, 32,7% aux îles, 37,2% de brun-clair au continent, 34,7% aux îles, 13,3% de bruns au continent, 21,3% aux îles, — il est évident que les habitants de la Sõrve sont, relativement, un peuple aux cheveux foncés. Si nous comptions parmi les blonds encore le groupe intermédiaire des brun-clair, nous aurions, en Sõrve, 54,4%, aux îles en tout 33,6% et au continent 32,0 de foncés.

Aussi par rapport aux peuples voisins, les Sõrviens sont relativement une tribu aux cheveux foncés.

La comparaison est ici, en effet, sensiblement difficile puisque chaque investigateur a pratiqué de sa manière la classification et la dénomination des nuances de la coloration des cheveux, quoique, dans les temps modernes, l'échelle de coloration par Fischer ait été employée. On peut établir un parallèle de toutes ces données seulement en peignant les traits généraux. Il faudrait différencer le groupe aux cheveux clairs et celui aux cheveux foncés. Alors les différentes sortes de cheveux blonds et les cheveux brun-clair feraient partie du premier groupe, les cheveux bruns et brun-noirâtre appartiendraient à l'autre groupe:

		Cheveux blonds	Cheveux foncés
Sõrviens	Matériaux de l'auteur	45,6 %	54,4 %
Runiens	Hildén (9)	78,9 „	21,1 „
Lives	Vilde (26)	77,0 „ (?)	23,0 „ (?)
Lettons	Backmann (2)	59,6 „	40,4 „
„ du district de Võnnu	Jerums-Vitols (11)	66,5 „	33,5 „
Suédois	Lundborg (17)	72,7 „	27,3 „
„ de Gottland	„	79,7 „	20,3 „
Finlandais	Westerlund (25)	57,0 „	43,0 „

Suivant la distribution de la coloration des cheveux, on voit que l'élément brun se trouve principalement au S.: à Laadla (V), à Läbara (VII), à Mäepe (X), à Kaavi (XI) (Table XI).

Table XI.

Distribution de la coloration des cheveux d'après les villages resp. groupes de villages.

Villages resp. groupes de villages	Nombre des examinés	% Blonds	% Brun-clair	% Bruns	% Brun-noirâtre	Villages resp. groupes de villages	Nombre des examinés	% Blonds	% Brun-clair	% Bruns	% Brun-noirâtre
I	82	19,5	28,0	41,5	11,0	IX	71	21,1	28,2	32,4	18,3
II	41	29,3	19,5	36,6	14,6	X	73	26,0	15,1	37,0	21,9
III	50	32,0	26,0	38,0	4,0	XI	54	22,2	14,8	33,3	29,7
IV	55	31,0	21,8	34,5	12,7	XII	47	8,5	25,5	55,3	10,7
V	68	16,2	17,6	44,1	22,1	XIII	41	14,6	31,7	36,6	17,1
VI	59	20,3	32,2	39,0	8,5	XIV	58	19,0	32,8	37,9	10,3
VII	62	6,5	17,7	40,3	35.5	XV	86	32,6	23,2	32,6	11,6
VIII	21	33,3	19,1	28,5	19,1	XVI	40	25,0	22,5	37,5	15,0

Les habitants de la Sõrve eux-mêmes croient être „les plus noirs“ les habitants du village d'Indu pour la cause qu'ils seraient les descendants de l'équipage d'un navire espagnol qui aurait fait naufrage sur la rive. Nous ne disposons pas de sources historiques à l'égard de cette remise.

Le % des individus aux cheveux bruns est effectivement à Indu plus grand qu'ailleurs en Sõrve, mais le nombre des individus aux cheveux blonds y est petit. Mais le village de Läbara avec son % de 75,8 de personnes aux cheveux foncés est, tout de même, absolument le plus foncé.

Coloration des yeux (de l'iris).

Ce qui vient d'être dit de la coloration des cheveux ne saurait être dit de la coloration des yeux (de l'iris): des tons clairs y dominent.

81,6% de tous les examinés, adultes et aussi ceux qui n'avaient pas atteint l'âge adulte au total 1124 individus, ont eu des yeux clairs! La différenciation entre les nuances bleu-clair et grisâtres n'a pas été observée ici, puisque cela aurait été difficile sous les circonstances dont je pouvais profiter. De plus, on sait que la coloration des yeux, à cet égard, peut changer à un certain degré. Mais, en général, on peut dire, tout de même, que le % des yeux tout à fait clairs, resp. bleus, est assez petit en Sõrve, tandis que les tons gris y prévalent. J'ai noté, à part, les individus aux yeux clairs dont les yeux démontraient comme suppléments du bleu et du gris des nuances de coloration jaunâtres et verdâtres. Le % en est 13,6. Le complexe de coloration grisâtre-jaunâtre-verdâtre est assez saillant et les Sõrviens ont donné à ce genre d'yeux le nom spécial „les yeux de serpent".

10,4% des habitants de la Sõrve ont des yeux de couleur intermédiaire (yeux mêlés) et 8,0%, des yeux bruns. J'entends par les yeux de couleur intermédiaire ceux aux-quels, à côté du pigment clair, il y a encore du pigment brun. Ce pigment brun dans les yeux de différentes couleurs se trouve ordinairement au milieu de l'iris, en forme de cercle, ou bien en petites taches dispersées toute la surface de l'iris. Chez les Sõrviens, le pigment s'est trouvé placé de la première manière indiquée. Les Sõrviens surnomment le cercle de pigment brun au bord intérieur de l'iris „jaune d'oeuf."

On a souvent pu observer le fait que des personnes aux yeux de couleur intermédiaire avaient des enfants aux yeux bruns. Aussi beaucoup d'individus aux yeux de couleur intermédiaire déclaraient — ils que leurs yeux avaient été bruns dans leur enfance. Cela fait supposer qu'il faut considérer les personnes aux yeux de différentes couleurs comme ayant génétiquement des yeux bruns. Je dénote ce fait parce qu'on a aussi constaté des observations contraires (C. C. Hurst et d'autres).

Si j'ai mis en évidence les yeux clairs des Sõrviens, je l'ai fait aussi pour la cause que le % des individus aux yeux clairs y est plus grand que chez nous au continent, il est aussi supérieur à celui de nos voisins méridionaux et septentrionaux: sur le conti-

nent nous avons 78,3% d'individus aux yeux clairs (R. Villems); les Lives ont 77,0% (Vilde), les Lettons 76,0% (Backmann), les Finlandais 78,0% (Westerlund) de personnes aux yeux clairs. Le % des yeux clairs, chez les Suédois, est de 86,9, donc plus grand que celui des habitants de la Sõrve.

En ce qui regarde la distribution de la coloration des yeux en Sõrve, il est difficile de trouver une conformité à quelques principes. On pourra, quand même, donner quelque point d'appui. On trouve des yeux bruns surtout en quelques régions de la Sõrve méridionale et à des territoires intermédiaires (table XII).

Table XII.

Distribution de la coloration des yeux d'après les villages resp. les groupes de villages.

Villages resp. groupes de villages	n	%			Villages resp. groupes de villages	n	%		
		Clairs	Mêlés	Bruns			Clairs	Mêlés	Bruns
I	103	85,5	8,7	5,8	IX	88	85,2	7,0	6,8
II	53	79.2	3,8	16,0	X	90	76,7	20,0	3,3
III	54	79,6	11,1	9,3	XI	69	84,0	1,5	14,5
IV	78	80,8	8,9	10,3	XII	57	77,2	12,3	10,5
V	83	80,7	12,1	7,2	XIII	48	79,2	10,4	10,4
VI	68	86,8	8,8	4,4	XIV	67	86,5	2,0	10,5
VII	78	60,3	25,6	14,1	XV	109	86,2	10,1	3,7
VIII	27	81,5	18,5	—	XVI	52	96,2	1,9	1,9

Leur % est donc relativement grand p. ex. à Lõopõllu (II), à Jamaja (IV), à Läbara (VII) et à partir de Kaavi jusqu'à Anseküla (XI—XIV). Ensemble avec les yeux de couleurs mêlées ils constituent l'assez grand % de 39,7 à Läbara. On se rappelle que c'est ici que s'est aussi concentré l'élément le plus foncé à l'égard de la coloration des cheveux. Ensemble avec les yeux de couleurs mêlées ils constituent aussi à Mäepe un % supérieur au % ordinaire (23,3%), de même à Indu (22,8%). Le % des yeux clairs est le plus grand à Salme.

Donc il y a une certaine corrélation positive entre la distribution de la coloration des yeux et celle des cheveux. —

Des individus aux yeux de serpent se trouvent principalement à S. W. de la Sõrve: à Sääre-Läbara (VII), à Henga (VIII) et à Mäepe (X).

Il existe une différence sexuelle entre la coloration des yeux d'hommes et celle de femmes. Chez les femmes le % des yeux bruns et celui des yeux de couleurs variées est plus grand que chez les hommes. Chez eux il y a un plus grand nombre qui ont des yeux clairs.

	n	Jeux clairs	Jeux mêlés	Jeux bruns
♂	469	84,0 %	9,4 %	6,6 %
♀	655	79,8 „	11,2 „	9,0 „

Le % des yeux de serpent est aussi un peu plus grand chez les femmes que chez les hommes. Il y a 14,0% d'yeux de serpent chez elles, 13,2% chez eux. Ces faits sont en parfait accord avec le rapport sexuel de la coloration des yeux chez plusieurs autres peuples.

On sait que c'est F. Lenz (16) qui fut le premier à attirer l'attention sur le fait que chez les femmes le % des yeux bruns et celui des yeux de couleurs variées est plus grand qu'il ne l'est chez les hommes. Il exprima en même temps la supposition que ce fait est l'originalité de quelque race mongolique.

IV. Question de la place anthropologique des Sõrviens.

Déjà en traitant la question de la taille et les données sur les indices, nous avons eu, à plusieurs reprises, l'occasion d'indiquer que les Sõrviens représentent le produit du croisement de, principalement, deux races. Toutes les données ont parlé en faveur de cette supposition. Il a aussi souvent été dit que les éléments de races, en Sõrve, sont bien mélangés: nous n'y trouvons pas de représentants de quelques races, mais seulement, pêle-mêle, leurs éléments anthropologiques.

Quelles sont donc ces deux races dont les éléments forment la population de la Sõrve?

Il n'y a pas de difficultés particulières de donner une réponse plausible à cette question si nous départons de la conjecture concernant les races de l'Europe septentrionale.

La composition anthropologique des peuples européens n'est non plus uniforme du tout; en général, les éléments de toutes les races européennes y sont représentés, mais deux en prédominent évidemment. L'une de ces deux races a la taille svelte et élancée (taille de ca 175 cm), la tête longue et haute (l'indice

céphalique d'à peu près 76), la face étroite (indice facial supérieur à 90), le nez étroit, les yeux clairs et les cheveux blonds. Dans une forme relativement pure ce type est représenté en Islande et en Suède.

Dès les temps les plus reculés déjà, ce type a été dénommé le type du nord, race nordique (Deniker), homo europaeus. L'autre type est plus massif, à la taille plus petite (d'à peu près 170 cm), à la tête courte (indice céphalique à peine de ca 83), à la face plus large (indice d'à peu près 85), au nez plus moyen, mais également aux yeux clairs et aux cheveux blonds. Son aire est assez vaste: la rive orientale de la mer Baltique, les grandes régions en Russie, particulièrement dans la Russie du N., la Polande, l'Allemagne septentrionale etc. Deniker (5) donna à cette race le nom de race orientale, Sergi plus tard la surnomma „homo arcticus fennicus", Pöch et Kraitschek (14) la désignèrent sous le nom de „helle Ostrasse". Nordenstreng, (d'après 10) explorateur de la race suédoise et linguiste, donna une description plus détaillée de cette race et la surnomma race baltique-orientale. Grâce aux ouvrages de Günther (7,8) à ceux de Lundborg (17) et à ceux d'autres, cette dénomination s'est naturalisée dans la littérature anthropologique. — J'ajoute que la race baltique-orientale n'est nulle part représentée pure, mais elle est croisée, principalement, de la race du nord, de la race mongolique ou de la race alpique. Mais il faut aussi dénoter que les régions où il faudrait, en premier lieu, chercher l'apparition de la race baltique-orientale, au point de vue anthropologique, ne sont relativement que peu explorées.

Des autres races qui, dans l'Europe septentrionale sont représentées, çà et là, croisées, il faudrait d'abord nommer la race méditerranéenne. Elle a la taille petite, la tête longue, la face étroite, le nez étroit. Elle est brune et a des yeux bruns. On la trouve, par endroits, en Ecosse, en Irlande et dans la Norvège occidentale. Puis, il y a la race dinarique à la taille haute, à la tête courte, à la face étroite, au nez étroit et aquilin. Elle est également brune et a des yeux bruns. Il y a encore la race alpique (race occidentale Deniker, homo alpinus). Elle a la taille petite, la tête courte, la face large, le nez court, les cheveux foncés et les yeux bruns. Cette race se trouve, par endroits, en Hollande, au Danemark, en Russie.

Il existe enfin, aux régions polaires, la race laponne à la

taille petite, à la tête courte, aux pommettes larges, aux cheveux foncés, aux yeux fendus.

En revenant aux données sur les Sõrviens, nous devons déclarer qu'il faut chercher leur origine principalement chez la race du nord et la race baltique-orientale.

Et cela surtout à cause des caractères de la coloration! On ne saurait guère expliquer un si grand % de personnes aux yeux clairs (plus de 80%) (d'autant plus que nous avons affaire ici à un caractère récessif) autrement qu'en disant que les éléments fondamentaux de la population y sont des races aux yeux clairs, la race du nord et la race baltique-orientale. Puisque, aux yeux, des nuances grises prévalent, je voudrais principalement penser á la race baltique-orientale. En nous rappelant que le % der individus aux yeux clairs en Sõrve est plus grand que celui des Estoniens du continent et celui de nos voisins méridionaux et septentrionaux, nous pouvons dire que les Sõrviens ont, sous le rapport de la race, moins subi l'influence des races orientales et méridionales que ceux-lá.

Quant á la coloration des cheveux, les faits qui s'y rapportent, c'est-á-dire le grand % d'individus aux cheveux foncés, sont bien sûr en certaine contradiction avec ce que je viens de dire. Mais quand on tient compte de ce que la coloration foncée des cheveux est un caractère dominant, que le % des individus aux cheveux clairs est tout de même assez grand en Sõrve (à peu prês la moitié des Sõrviens ayant quand même les cheveux clairs), quand on tient compte du fait des cheveux clairs à l'enfance des individus et qu'on suppose que la coloration des cheveux foncés pouvait dépendre d'une particulière sélection positive, — quand on prend en considération tous ces faits — la contradiction saillante va disparaître. Et il n'y a pas de doute qu'il y ait en Sõrve aussi des éléments des races brunes à cause d'autres caractères encore. Mais je n'ai pas l'intention de dire avec tout cela que le problème du grand % des cheveux foncés soit décidé définitivement.

Quand on veut interpréter la taille au point de vue de la race, la moyenne de la taille des Sõrviens le démontre assez clairement, qu'à l'égard de la taille, dans les veines des Sõrviens, pourrait couler bien du sang de la race du nord. Les fréquences-maximums des variantes différentes — l'un se trouvant à la classe 167—170 cm, l'autre à la classe 173—177 cm de taille — coïncident, d'un côté, avec la moyenne de la taille de la race

baltique-orientale et, d'autre côté, avec la moyenne de la taille de la race du nord. Les deux races, sous le rapport de la taille, seraient plus ou moins représentées aux mêmes proportions.

Les fréquences-maximums de l'indice céphalique aux classes 178 et 181—182 coïncident plus on moins également d'une part, avec la moyenne arithmétique de l'indice de la race baltique-orientale, d'autre part, avec la moyenne arithmétique de l'indice de la race du nord. Conformément au diagramme (fig. 6), la race baltique-orientale est plus abondamment représentée en Sõrve que la race du nord. L'indice céphalique moyen (80,2) a également une tendance un peu plus grande vers la race baltique-orientale que vers celle du nord.

Si, à l'égard de la taille, les Sõrviens sont plus de la race du nord qu'à l'égard de la forme de la tête, on pourrait, bien sûr, l'expliquer par le fait que dans la dure lutte avec les difficultés de la vie, chez les Sõrviens, inévitablement une plus grande sélection a agi par rapport au premier caractère que par rapport au dernier.

Mais quand on tient compte de ce que la dolichocéphalie est un caractère récessif, on pourrait supposer, qu' à l'égard de la forme de la tête elle-même, aux veines des Sõrviens coule effectivement plus de sang de la race du nord que nos observations phénotypiques le feraient conclure.

Quand on se rappelle encore, enfin, la division des variantes de l'indice facial et de l'indice nasal en deux groupes dont, chez les races correspondantes, la face étroite et le nez étroit caractériseraient l'une, mais la face un peu large et le nez également un peu large caractériseraient l'autre, il n'y aurait pas d'erreur de dire que ces deux races ne sont que la race du nord, d'un côté, et la race baltique-orientale, d'autre côté.

Qu'il soit dit que je fais ces conclusions non pas seulement en vertu de mensurations, mais encore en vertu de doneés descriptives et des impressions que mon séjour en Sõrve m'a données.

Donc au point de vue de la race, la Sõrve ne diffère pas sensiblement de l'Europe septentrionale il y a les mêmes éléments de races, mais dans une autre relation: en premier lieu, les éléments de la race baltique-orientale, puis ceux de la race du nord, puis, mais à un degré beaucoup

inférieur, les éléments d'autres races, principalement ceux de la race alpique à ce qui semble.

La différence entre la Sõrve et la Suède est assez considérable: la mer Baltique a été une barrière assez forte à l'expansion de la race du nord dans la direction de l'est, voilà pourquoi la Sõrve est donc toujours restée le territoire des peuplades de race baltique-orientale resp. „finnoise", comme les autres parties de notre pays le pourraient être.

Si les ouvrages anthropologiques suédois ont beaucoup contribué à éclaircir le caractère physique de la race du nord, nos ouvrages à nous devraient également apporter des donneés essentielles pour apprendre à mieux connaitre l'autre grande race de l'Europe du Nord, la race baltique-orientale, les peuples du type finnois.

Litterature.

1. 1922 a. üldrahvalugemise andmed (Résultats du recensement de 1922). Tallinna, 1925.
2. Backmann, G., Anthropologische Beiträge zur Kenntnis der Bevölkerung Lettlands. Latvias Univ. raksti. Acta Universitatis Latviensis, XII, p. 367. Riga, 1925.
3. — — Über generelle Wachstumsgesetze beim Menschen. Latvias Universitates raksti. Acta Univ. Latv., XII, p. 315. 1925.
4. Brennsohn, J., Zur Anthropologie der Litauer. Diss. Dorpat, 1883.
5. Deniker, J., Les races et les peuples de la terre. Paris, 1900. 2. ed. Paris, 1926.
6. Fischer, E., Die Rehobother Bastards und das Bastardierungsproblem beim Menschen. Jena, 1913.
7. Günther, H. F. K., Rassenkunde Europas. 2. ed., München, 1926.
8. — — Rassenkunde des deutschen Volkes. 11. ed., München, 1927.
9. Hildén, K., Die Runö-Schweden in anthropologischer Hinsicht. Fennia, 47, No 3; Helsingi, 1926.
10. — — Zur Frage der ostbaltischen Rasse. Acta Geografica, 1, No 3; Helsingi, 1927.
11. Jerums, N. et Vitols, T. M., Beiträge zur Anthropologie der Letten. Latvias Univ. raksti. Acta Univ. Latv., XVIII, p. 297. 1928.
12. Kajava, Y., Die anthropologische Untersuchung des finnischen Volkes. Anthropologischer Anzeiger, II, 1925.
13. — — Virolaisten antropologisista ominaisuuksista. Rapport. Duodecim. Helsingi, 1927.
14. Kraitschek, G., Rassenkunde mit besonderer Berücksichtigung des deutschen Volkes. Wien, 1924.

Table 1.



Fig. I. Sõrviennes du centre de la Sõrve (du village d'Iide, IX).

Photo C. O. Bulla.

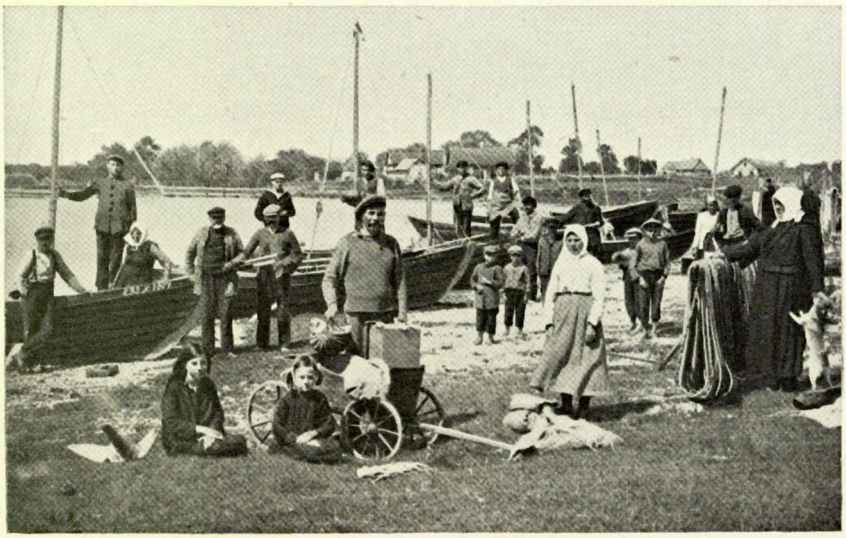
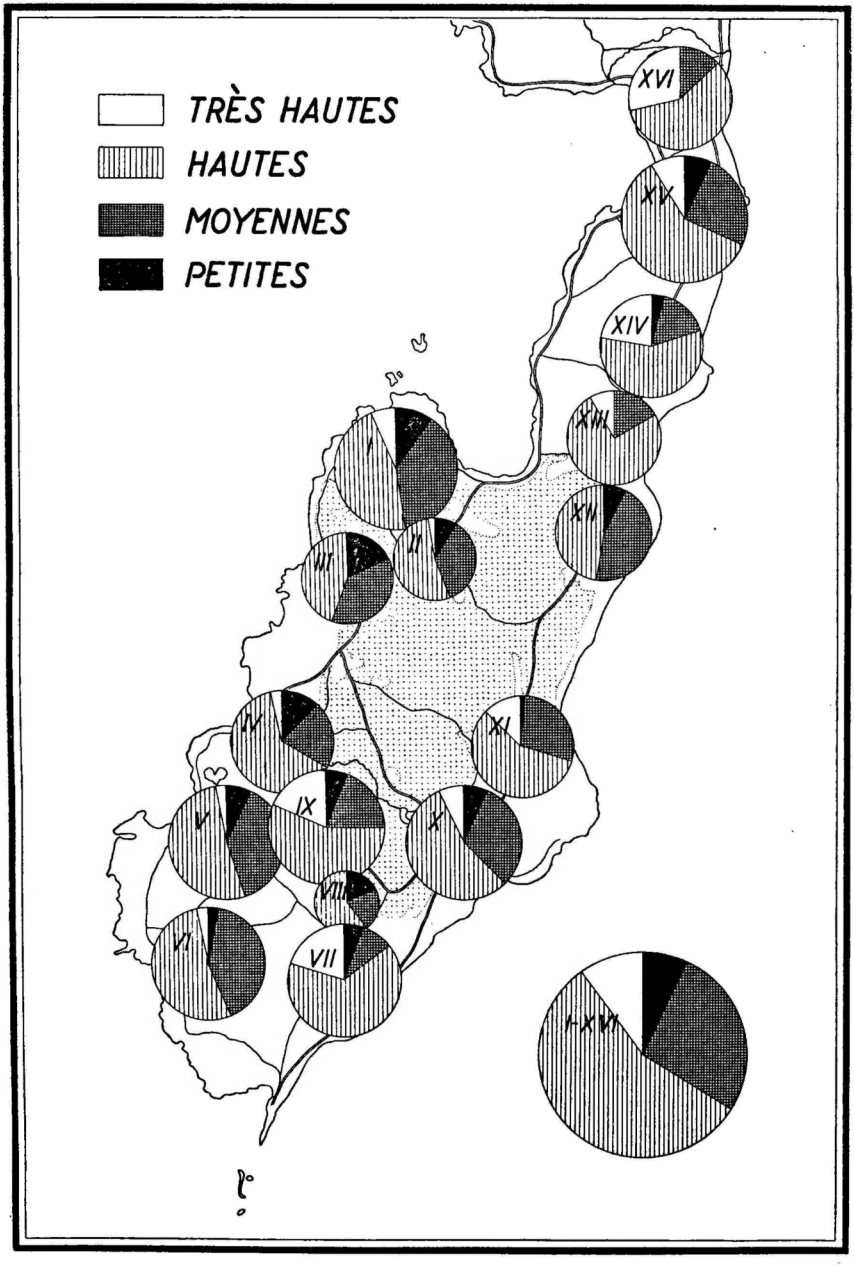


Fig. II. Habitants de la Sõrve meridionale (du village de Sääre, VII).

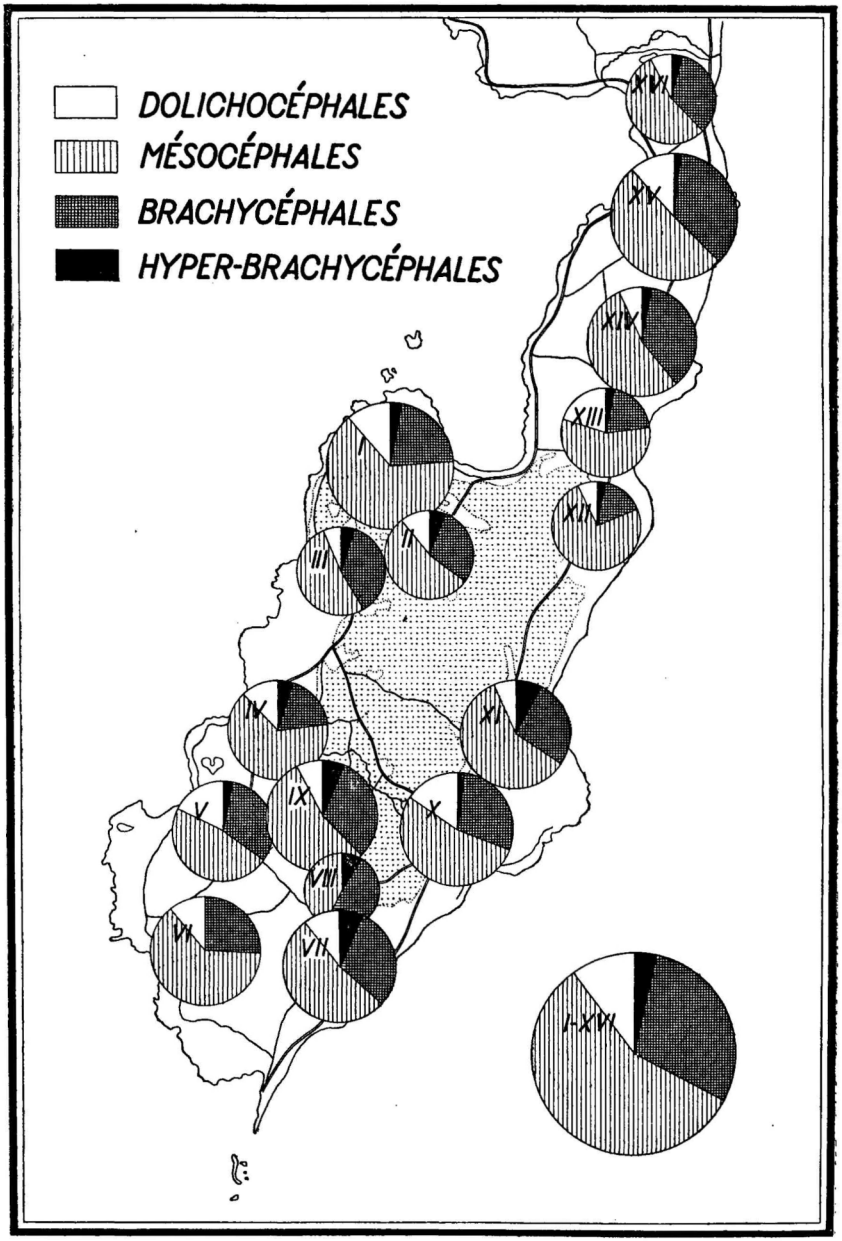
Photo C. O. Bulla.

Table 2.



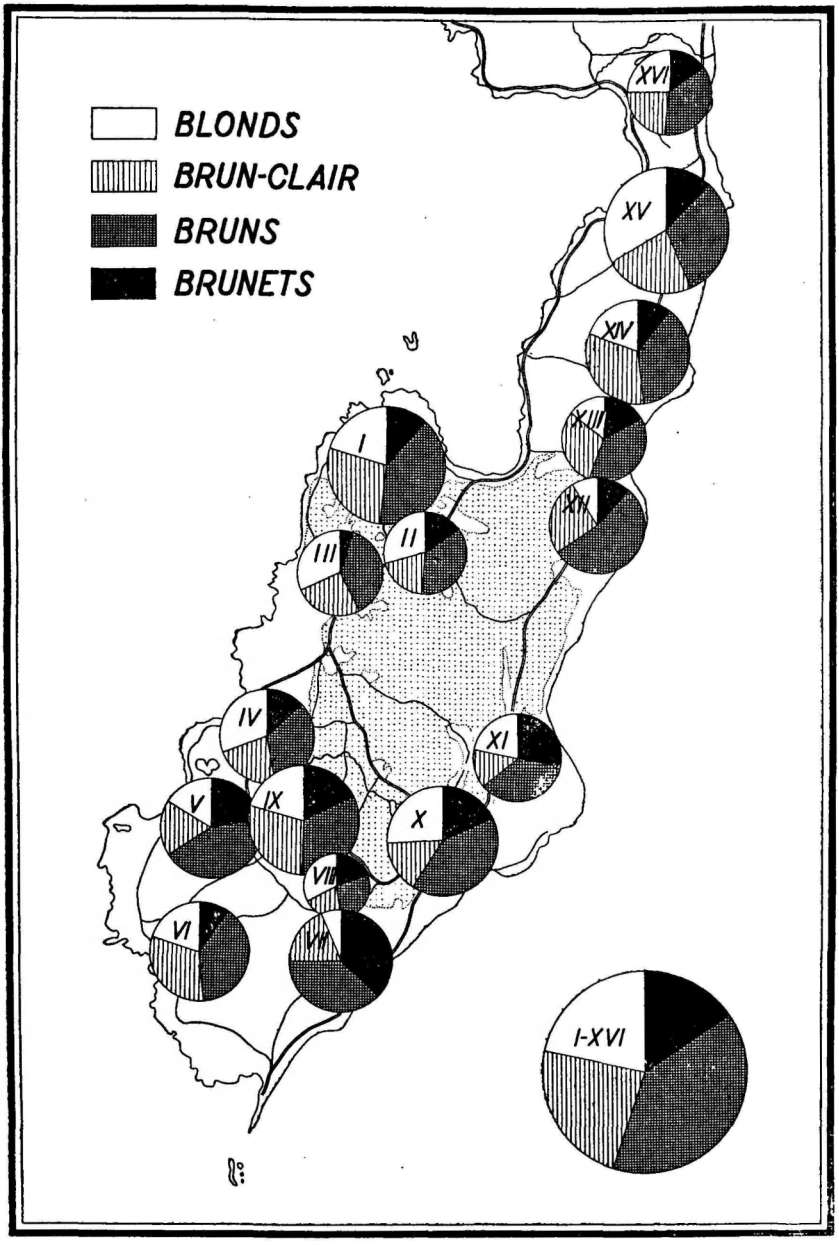
Carte 1. Distribution en % de la taille en Sõrve d'après les villages resp. groupes de villages.

Table 3.

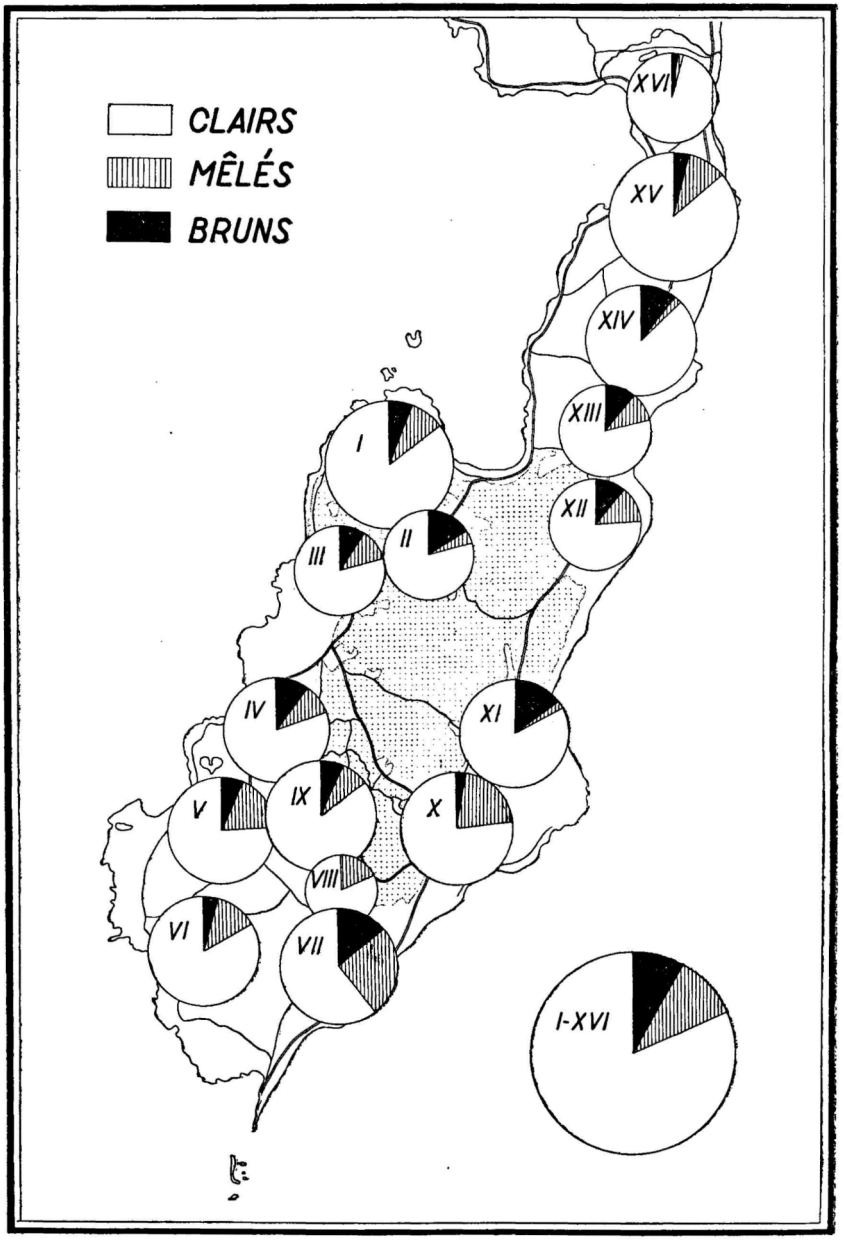


Carte 2. Distribution en % de l'indice céphalique d'après les villages resp. groupes de villages.

Table 4.



Carte 3. Distribution en % de la coloration des cheveux d'après les villages resp. groupes de villages.



Carte 4. Distribution de la coloration des yeux d'après les villages resp. groupes de villages.

15. Köstner, N., Eesti sõdurite pikkus 1924 a. (Stature des jeunes gens terminant leur service militaire ên 1924.). Eesti statistika, No 69. Tallinna, 1927.
16. Lenz, F., Über geschlechtsgebundene Erbanlagen für Augenfarbe. Archiv für Rassenbiologie, 13. vol. 1921.
17. Lundborg, H, et Linders, F. I., The Racial Characters of the Swedish Nation. Uppsala, 1926.
18. Martin, R., Lehrbuch der Anthropologie in systematischer Darstellung. Jena, 1914.
19. Reiman, H., Eesti laste füüsiline arenemine Tallinnas, 1926—1927 a. (Développement physique des estons en 1926/27.). Eesti statistika, No 84, Tallinnna, 1928.
20. Scheidt, W., Rassenforschung. Leipzig, 1927.
21. — — Die Elbinsel Finkenwärder. München, 1927.
22. Schmidt, E., Die Grösse der Zwerge und die sog. Zwergvölker. Globus, 87, lk. 121. 1905.
23. Sommer, A., Eestlased. Antropoloogiline ülevaade. En „Eesti". Tartu, 1926.
24. Waeber, O., Beiträge zur Anthropologie der Letten. Diss. Dorpat, 1879.
25. Westerlund, F. W., Studier i Finlands Antropologi. Fennia, 18 et 20.
26. Vilde, J., Materiali par lībiešu antropol. Latvias Universitates raksti. Acta Univ. Latv. XI, 1924.
27. Villems, R., Zur Anthropologie der Esten. Diss. Manuscrit. Tartu, 1926.

Über Muskelhaftstellen der Glabella von *Pseudasaphus tecticaudatus* Steinh. (*Crust., Trilobita*) und über die Funktion der Fazialsutur.

Von

A. Öpik.

Es sind nur wenige Fälle über Muskelhaftstellen von Trilobiten in der Literatur beschrieben worden, und was wir kennen, bezieht sich hauptsächlich auf die Gruppe der *Proparia*. Am besten ist in dieser Hinsicht *Chasmops Odini* Eichw. aus dem estnischen Ordovizium von Born erforscht worden (1), wobei R. Richter (2) später mit einleuchtenden Ergänzungen hervortrat. Es wird von ihm darauf hingewiesen, dass die Stirneindrücke — die Muskelhaftstellen — in ziemlich ähnlicher Weise bei den übrigen Phacopiden wiederkehren und dass ihre Anordnung auf der Stirn der übrigen *Proparia* von ähnlicher Gestalt ist.

Die Stirneindrücke wurden von Born (1) als Hypostomträger-Ansatzstellen gedeutet. Doch zweifellos müssen wir uns der Richter'schen Deutung anschliessen, nach welcher die Glabella-Eindrücke Haftstellen der Oesophagus-Erweiterer sind, dass also diese Muskeln nicht unmittelbar mit dem Hypostom verbunden waren. Im Raum zwischen dem Hypostom und der Glabella befand sich der räumige Kaumagen, der auch mit dem Hypostom durch Muskeln (ebenfalls Erweiterer) in Verbindung stand.

In derselben Abhandlung (2) werden auch alle anderen Fälle von Glabella-Eindrücken besprochen, auch die Literatur wird vollständig angegeben.

Das vorliegende Exemplar von *Pseudasaphus tecticaudatus* Steinh. gehört zur *var. Laurssoni* A. Ö. (3) und ist von der Hauptform durch abgerundete Wangenecken unterschieden. Das Indivi-

duum stammt aus dem staatlichen Schieferbruch (Brandschiefer, „Kukersit") Kohtla-Estland, aus der Kukruse-Zone (C_2 „Kuckersche Schicht") des Ordoviziums, — aus denselben Schichten, aus welchen auch das Born'sche *Chasmops odini*-Material stammt.

Der Trilobit ist ein Geschenk des Herrn Alexander Schmidt, eines Beamten der Staatlichen Werke und wird aufbewahrt im Geol. Museum des Universität Tartu (Dorpat).

Vom Trilobiten sind erhalten: der Kopf, — die Glabella ohne Panzer, 5 vordere Rumpfglieder und das Pygidium, — ebenfalls ohne Schale. Zwischen dem Pygidium und dem fünften Rumpfglied ist noch gerade Platz für die drei fehlenden Glieder, die wahrscheinlich noch vor der Verschüttung des Kadavers durch Sediment von einem Aasfresser verschleppt wurden. Die Unterseite und das Hypostom sind nicht auspräpariert worden.

Es ist ein stattliches Tier gewesen. Seine Breite beträgt 14,5 cm, die Länge muss 28 bis 30 cm erreicht haben. Es ist das grösste Exemplar seiner Art, und der grösste Trilobit, den man im ostbaltischen Kambro-Silur gefunden hat.

Auf der Glabella gleich vor den Augen (Textabb. 1 und Taf.) beginnen zwei zur Mittellinie symmetrische Reihen von dunklen Flecken. Zwei Flecke liegen in der Mittellinie; ausserdem sind noch einige am rechten Saum der Glabella und an der Basis des rechten Palpebrallobus vorhanden. Diesen dunklen Flecken des Steinkernes der Glabella entsprachen Muskelhaftflecke auf der Innenseite des Kopfpanzers. Dieses ist die einzige passende Erklärung dieser Flecke und es sind dafür auch Beweise vorzulegen.

Die Gestalt einzelner Flecke ist ganz regellos, was aber auch bei *Chasmops odini* die Regel ist, also eine Erscheinung, die wie den *Opistoparia* so auch den *Proparia* eigen zu sein scheint.

Die dunkle Färbung wird durch fein verteilten Schwefelkies erzeugt. Das Vorhandensein des Schwefelkieses erklärt sich von selbst, indem er auf die Verwesung der Weichteile in situ hinweist. Die verwesenden Muskeln lösten sich von den Ligamenten ab, diese aber hafteten noch lange an den Insertionsstellen. Durch den bei der Verwesung entstandenen Schwefelwasserstoff wurde auf diesen Stellen Schwefeleisen abgeschieden. Die Flecke sind nicht gleichmässig gefärbt. In der Mitte sind sie mehr oder weniger grau, die Ränder aber sind schwarz, und dieses hängt mit der Anreiche-

rung des FeS_2 an den Rändern zusammen. Es sind offenbar Reaktionsringe, welche dem Kontakt der verwesenden Ligamente mit dem Wasser entsprechen.

Der Steinkern des Kopfpanzers, also der kalkerfüllte Raum zwischen dem Panzer und der Duplikatur ist grauschwarz von feinverteiltem Schwefelkies; auf durch Gebirgsdruck entstandenen Rissen und Sprüngen hat sich Pyrit sekundär abgesetzt. Es ist hier mehr von Schwefelkies vorhanden, als es die Weichteile eines einzigen, sei es auch so grossen Trilobiten liefern konnten. Aber ein verwesender Trilobit ist nicht nur eine Beute der Aasfresser. Er konnte auch als Futter oder eine Unterlage für H_2S-erzeugende Organismen (Bakterien) dienen, welche die hohe FeS_2-Konzentration durch ihre Lebenstätigkeit zustande brachten.

Es ist bis jetzt das einzige Asaphidenindividuum aus Estland, bei dem Insertionsstellen nachweisbar sind und der einzige Trilobit, bei dem diese als durch FeS_2 gefärbte Flecke des Steinkernes vorliegen.

Es ist kein Grund vorhanden, diese Flecke als Zufall zu betrachten, — die Symmetrie der Fleckreihen zueinander und zur Mittellinie wäre dann ebenso unbegreiflich, wie ihre Färbung. Es ist aber auch der grösste Trilobit des Landes und selten gut erhalten — also in jeder Hinsicht ein Sonderfall, wodurch sein Wert und der Wert seiner Muskelflecke besonders erhöht wird.

Betrachten wir näher die Flecken der Glabella. Die symmetrische Lage der Fleckenbögen ist ein auffallender Gegensatz zur asymmetrischen Form einzelner Flecke und zur Asymmetrie eines jeden Paares von Muskelstellen. Der rechte Fleckenhalbmond führt 12, der linke nur 9 Haftstellen. Die grossen lappigen Flecke scheinen durch Verschmelzung mehrerer kleinerer entstanden zu sein, wobei die kleinere Zahl der linken Reihe durch die Grösse einzelner Flecke kompensiert wird. Die Flächensummen der Flecke beider Reihen sind einander annähernd gleich. Auf Papier gezeichnet, ausgeschnitten und gewogen — jede Reihe für sich, erhält man fast denselben Wert. Abweichungen hängen zum Teil mit der Ungenauigkeit der Zeichnung zusammen.

Mit gleichen Buchstaben sind paarige Flecke bezeichnet. „A — links“ ist nur ein runder, „A — rechts“ — ein kleiner und ein grosser Fleck: „B—B“ ist ebenfalls sicherlich ein Fleckenpaar. Dann folgt

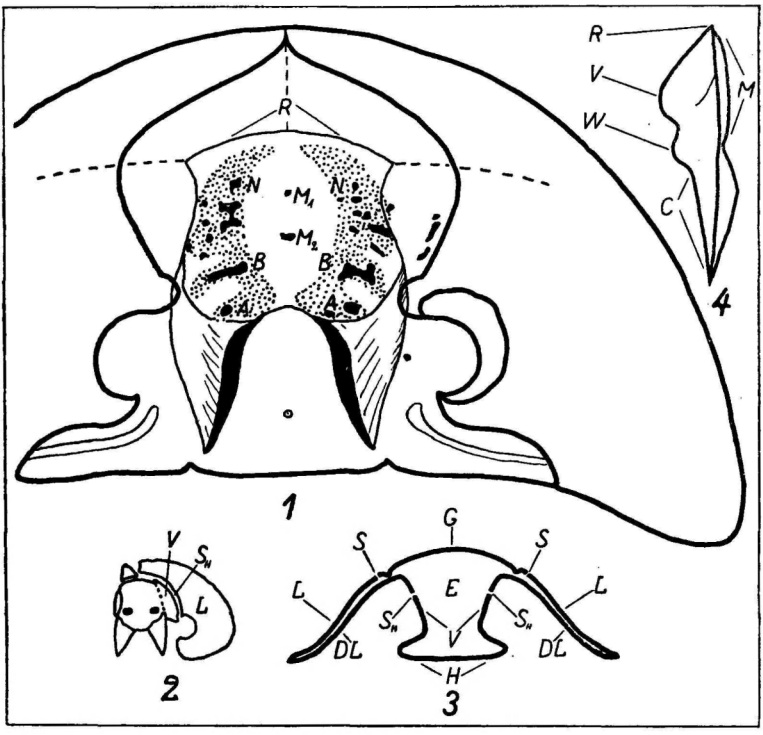


Abb. 1—4. 1. Schematisches Bild des Kopfes von *Pseudasaphus tecticaudatus*, gezeichnet nach der Photographie (Taf.) und der Natur. Das Hypostom ist nach anderen Exemplaren berechnet und eingezeichnet worden. Mit „A—A", „B—B" und „N—N" sind nachweisbar paarige Muskelflecke bezeichnet; M_1 und M_2 sind mediane Muskelstellen. (Näheres im Text).

2. Gezeichnet nach Fr. Schmidt, „Revision", Abt. V, *Asaphiden*, Lieferung II, *Asaphus* sensu str., St.-Petersburg 1901, Taf. V, Fig. 12. (Die Originalbeschreibung lautet: „Fig. 12 Kopflumschlag und Hypostoma von innen von *Pseudasaphus tecticaudatus* Steinh. Volborth'sche Sammlung von Pawlowsk. Aus Versehn auf diese Tafel geraten") V — Vorderflügel des Hypostoms; L — Duplicatur (Umschlag) der freien Wange. S_H — Hypostomnaht, — die Verbandlinie des Hypostoms und der Duplikatur.

3. Schematischer Durchschnitt durch den Kopf des *Pseudasaphus tecticaudatus* Steinh, gleich vor den Augen. G — Glabella; S — Gesichtsnaht, Sutur; L — Oberseite der freien Wange; DL — Duplikatur der freien Wange. NB: sie reicht unter die Glabella; S_H — die Brögger'sche Hypostomsutur; H — Hypostom; V — Vorderflügel des Hypostoms; E — Oesophagus-Raum.

4. Seitenansicht eines *Pseudasaphus*-Hypostoms. R — Vorderrand (wie Fig. 1); V — Vorder- und W — Hinterflügel des Hypostoms; M — Mittelkörper. C — das rechte Horn am Hinterrande des Hypostoms.

eine Schar, deren einzelne Glieder untereinander nicht zu verbinden sind. „N—N“ ist wieder ein Paar für sich. „A—A“ und „N—N“ sind extreme Flecke der Muskelbögen, indem sie mit dem Vorder- und Hinterrande des Hypostom-Mittelkörpers zusammenfallen. Zu dieser Tatsache kommen wir nochmals zurück. Ausser den beiden lateralen Reihen sehen wir noch zwei Insertionsstellen in der Mittellinie (M_1 und M_2), einige Flecke am Saume der Glabella vor dem rechten Auge und einen Fleck am rechten Palpebrallobus. Die ersten, da sie keine Gegenstücke auf der linken Seite besitzen, sind von zweifelhafter Natur und ihre Deutung ist vorläufig unklar.

Ausser den dunklen Flecken sieht man am Steinkern der Glabella eingedrückte feine Punkte. Auf der Tafel sieht man deutlich Punkte am linken Saum der Glabella — am rechten ist die Reproduktion nicht gelungen. Ähnliches sehn wir auf den Palpebralloben. Es sind Verzierungen des Panzers gewesen, wie man es deutlich an der linken freien Wange in der Augenregion ähnlich ausgebildet erblickt. Diese Verzierungspunkte sind in der Textabb. 1 unbeachtet geblieben.

Im Seitenlicht treten auch im Gebiete der Insertionsstellen punktartige Eindrücke des Steinkernes hervor und bilden genau die sichelförmigen Punktfelder der Glabella auf Abb. 1. Dieses sind nicht mehr die runden eingestochenen Verzierungspunkte des Panzers. Es sind mehr rillenförmige kurze sehr feine flache wellige Eindrücke, von verschiedener Länge, Richtung und Form. Sie bedecken dicht den Steinkern in den Zwischenräumen der Flecke, auf den Flecken selbst aber fehlen sie ganz. Diese Eindrücke fehlen auch ganz in den zwei Buchten des hinteren Abschnittes der Punktbögen, wodurch die „A—A“ und „B—B“ Lappen entstehen. Ganz glatt ist auch das weisse elliptische Feld zwischen den Punktsicheln, mit den M_1- und M_2-Flecken.

Vorne und hinten treten die Spitzen der Bögen einander sehr nahe, doch in Berührung kommen sie nicht. Die Mittellinie ist also von den Eindrücken ganz frei. Vorne ist die Glabella bis zu den Bögen gekielt (vergl. Taf.).

Die feingerunzelten Bögen der Glabella erheben sich aus der übrigen Fläche etwas hervor, wobei die schwarzen Flecke, — die Insertionsstellen ihrerseits spezielle Erhöhungen bilden. Die „A—A“- und „B—B“-Lappen sind besonders ausgeprägt, man kann sie durch Betasten erkennen.

Es ist begreiflich, dass die Erhöhungen des Steinkernes als

Depressionen der Innenseite des Panzers erscheinen müssen, denen auf der Panzeroberfläche wieder Buckeln entsprechen. Es sind also nach oben gerichtete Teile des Panzers gewesen, an denen die Insertionsstellen liegen. Die Wölbung war der Zugrichtung der Muskeln entgegen gerichtet, wodurch die Panzerfestigkeit erhöht wurde. Sehr möglich, dass die Buckel der Panzeroberfläche stärker waren, als jene des Steinkernes, dass also der Panzer ebenfalls dicker war. Tatsächlich, bei anderen Exemplaren heben sich die Buckel durch dunkle Färbung hervor, und dieses weist nach Richter, auf eine Schalenverdickung hin*).

Die Insertionsstellen „A—A“ und „B—B“ fallen mit den Seitenloben der Glabella zusammen, — ein Gegensatz zu verschiedenen älteren Meinungen, nach denen gerade die Querfurchen der Glabella Insertionsstellen sein sollten [vergl. Brögger (5), S. 21].

In unserem Falle erscheinen die „A“- und „B“- Loben als Spuren von Segmentation, daher können auch die beiden hinteren Fleckenpaare ursprünglichen Muskeln der betreffenden Segmente entsprechen. Von Wert ist es, dass diese Segmentierung der Muskelflecke kaudalwärts deutlich wird, in einer Richtung, wo am Kopfe der Trilobiten die Segmentierung im Allgemeinen an Deutlichkeit zunimmt. Es ist daher zu erwarten, dass die Rumpfsegmente auf der Rhachis wenigstens je ein paar von Insertionen besitzen. Beispiele finden wir bei verschiedenen Arten und Gattungen der ostbaltischen Asaphiden.

Bei demselben *Pseudasaphus tecticaudatus* zeigen mehrere Exemplare auf jedem Segment des Rumpfes auf der Rhachis je ein paar von erhabenen runden Knötchen, Knöpfchen, oder wie sie Schmidt bezeichnet, runde flache Tuberkeln. Sie finden sich wieder bei *Pseudasaphus globifrons*; besonders deutlich sind sie bei *Ptychopyge angustifrons var. gladiifera* („Revision“ V, 3, Taf. V, Fig. 6). Wir finden sie wieder bei *Nileus armadillo* (ibid. Taf. VIII, Fig. 16) als „Farbflecke“ ausgebildet.

Weitere Beispiele werden von Fr. Schmidt („Revision“ V, 2, 1901, S. 14) selbst genannt: „Auf der Oberfläche namentlich der

*) Da an freigelegten Schalensplittern zu erkennen ist, dass die „dunklen Flecke“ durchsichtig sind, so ist auch die folgende Erklärung möglich: wegen ihrer Durchsichtigkeit dringt das auffallende Licht auf diesen stellen in die Schale hinein und wird bei wiederholter innerer Reflexion zum Teil abgeschwächt; von den anderen Schalenteilen aber wird das Licht zurückgeworfen. Es ist dasselbe, wie bei Fettflecken auf weissem Papier.

flacheren Rhachisglieder finden sich häufig paarige Knötchen oder an ihrer Stelle durchscheinende kleine Flecken, so namentlich bei *Asaphus laelvissimus* und *ornatus*. (bei diesem noch bis 4 Knötchen Taf. VI, Fig. 8), aber auch bei *platyurus*, *latus*, *lepidurus*, *raniceps*, *Lamanskyi*, *cornutus*, *Eichwaldi*. Diese Knötchen, die auch bei *Ptychopyge* vorkommen, lassen sich wohl passend mit Muskelansätzen in Verbindung bringen." Besonders überzeugend wirkt die Beobachtung, dass die Knötchen besonders bei Arten mit flachen Rhachisgliedern auftreten. Durch die Wölbung des Knötchens wird die Festigkeit der Schale an der Insertionsstelle eines flachen Segments erhöht, während ein gewölbtes Segment keine spezielle Verfestigungseinrichtungen braucht.

Als Arten- und Gattungsmerkmale sind diese Knötchen von geringem Wert, weil sie so allgemeiner Natur sind, wie es die Muskeln selbst sein müssen, welche gleiche Funktionen in gleichen Bedingungen bei verschiedenen aber nahe verwandten Tiergruppen zu erfüllen haben. Es waren offenbar Herz- rsp. Darmerweiterer.

Es soll noch die Deutung der feingerunzelten halbmondförmigen Felder der Glabella gesucht werden. Unter die Muskelhaftstellen sind diese nicht zu rechnen, aber mit diesen zusammen auftretend mussten sie eine Bedeutung für die Muskeltätigkeit haben. Da diese Felder als Erhöhungen des Steinkernes erscheinen, so sind sie vielleicht als eine Verfestigungseinrichtung der Glabella zu betrachten. Als Gewölbe sind sie zu flach und breit aber in Kombination mit der Runzelung könnten diese Felder zur grösseren Elastizität des Panzers beitragen. Diese Deutung ist aber wenig befriedigend, weil dadurch die bemerkenswerte Kongruenz der äusseren Begrenzung der Felder mit dem Mittelkörper des Hypostoms in keiner Weise erklärt wird. Aus dieser Kongruenz kann geschlossen werden, dass hier vielleicht die Umrisse des *Oesophagus* wiedergegeben sind.

Die beste Erklärung ist aber schon früher gegeben worden. Wir haben nur die Fussnote bei R. Richter (1) Seite 81, bezüglich der Befestigung des Herzens, auf den Oesophagus und die feingerunzelten Felder unseres Steinkernes zu übertragen: „...z. B. bei *Branchipus* (Claus 1873 S. 111; 1996 S. 72, Taf. 3, Fig. 11, 12) statt sich mit einem so starken Muskel an einer einzelnen Stelle aufzuhängen, klebt es (das Herz) sich auf seiner ganzen Länge mit feiner „bindegewebiger Umkleidung" oder höchstens „zarten Muskelfäden" derart an den Rückenpanzer an, dass dieser davon

kaum kenntliche Eindrücke empfangen haben kann." Die Abänderung in unserem Fall besteht nur darin, dass der Oesophagus durch beides — also durch starke Muskeln und zartes Bindegewebe — an der Glabella angeheftet war. Die „kaum kenntlichen" sichelförmigen Punktbögen sind die Anhaftstellen des Bindegewebes, welches die Muskeln umgab. Daher sind auch die Muskelinsertionsstellen glatt geblieben, denn die Insertionsstellen schliessen das „Bindegewebe" ganz aus.

Da es bereits angenommen wurde, dass zwischen der Glabella und dem Hypostom der Kaumagen eingelagert war, so, dass er diesen Panzerteilen durch Muskeln anhaftete, so war es ebenfalls nötig die Lage der Insertionsstellen dem Hypostom gegenüber festzustellen. Wie gesagt, müssten die Dimensionen und die Form des Hypostoms rechnerisch auf Grund anderer Exemplare ermittelt werden. Beim Einzeichnen musste die Breite der Duplikatur vor dem Hypostom berücksichtigt werden, um die richtige Stellung zu treffen. Tatsächlich liegt das Hypostom bei dieser Art so, dass die Gabelung in der Höhe des Vorderrandes der Palpebralloben beginnt. Es ergab sich (Abb. 1), dass das ganze von Muskeleindrücken eingenommene Feld der Glabella dem Mittelkörper der Glabella entspricht, wie der Breite, so auch der Länge nach.

Dieser Mittelkörper, nach unter angeschwollen, besteht aus einer breiten ovalen Schale, die sozusagen geschaffen wurde um der Behälter des Oesophagus zu sein. Gewiss nicht der ganze Kaumagen war im Hypostom eingebettet, — der grösste Teil befand sich im Raume zwischen dem Hypostom und der Glabella.

Im Hypostom sind nur die Maculae vorhanden, welche für Muskelflecke erklärt sein können und es scheint, dass auch an der inneren scharfen Kante und innen am Vorderrande Spuren von Haftstellen bei einigen Exemplaren vorhanden sind. Bezüglich der Maculae ist zu beachten, dass Lindström (4) diese für Sehorgane erklärte. Die Aussenseite der Maculae könnte ja wirklich lichtempfindlich gewesen sein, aber die Innenseite passt so gut nach Bau und Gestalt unter die Insertionsstellen, dass es unmöglich ist, sich von dieser Vorstellung loszureissen. Die Innenseite der dreikantigen hohlen Hörner des Hypostoms konnte ebenfalls als Anhaftstelle dienen.

Es ist nicht unbedingt nötig zwischen Hypostom und Oesophagus kontraktive Muskeln zu verlegen. Die Haftstellen des Hypostoms:

1) die Innenseite der Hörner, 2) die Maculae und 3) vermutliche Haftstellen am Vorderrand sind vielleicht Insertionen von Ligamenten gewesen, welche den Kaumagen an das Hypostom starr befestigten. Zwischen dem Kaumagen und der Glabella aber zogen sich jene Muskeln hin, deren zahlreiche Insertionen wir an der Glabella

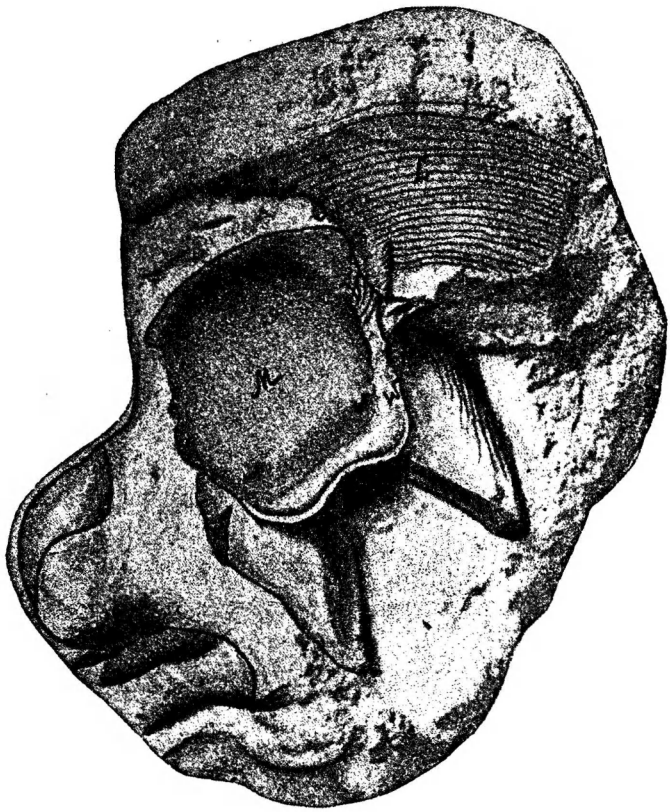


Abb. 5. Aus Fr. Schmidt, „Revision" V, Lief. 3, 1904. Taf. III, Fig. 5: „Innenansicht eines Hypostoma aus der Umgebung von Pawlowsk wahrscheinlich Katlino (C_{1a}), enthalten in der Volborth'schen Sammlung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften." L — Innenseite der Duplikatur; V — Vorderflügel, W — Hinterflügel des Hypostoms (abgebrochen); S_H — die Hypostomnaht; M — „Mittelkörper" des Hypostoms. (Das Hypostom ist um eine Augenlänge nach hinten und etwas nach rechts verschoben. Aus der relativen Breite der Wangenduplikatur gegenüber dem Hypostoma geht hervor, dass die Glabella sich über den Innenrand der Duplikatur ausbreitete, dass also die Gesichtsnaht von der Mittellinie weiter etfernt war, als die Bröggersche Hypostomalnaht. Zu beachten ist auch die Form des hohlen Mittelkörpers).

studierten und deren Aufgabe die Erweiterung des Oesophagus war. Diese Vermutung gilt nur bezüglich des *Pseudasaphus* und der *Asaphiden*. So scheint die Richter'sche Rekonstruktion des Kopfes von *Chasmops odini* mit Muskeln zwischen dem Hypostom und dem Kaumagen ganz überzeugend zu sein.

Aus der Abb. 1 ist zu sehen, dass der Kaumagen auf das gewölbte Gebiet der Glabella vor den Augen beschränkt war, also im Grunde genommen ganz wie bei *Chasmops Odini* und den bei Richter abgebildeten *Proparia*. Bei *Chasmops* fehlt der breite Limbus, daher weicht die Gestalt der Glatze äusserlich so stark von jener des *Pseudasaphus* ab. Bei *Dalmanites* ist die äussere Übereinstimmung viel besser.

Es scheint bei den meisten Trilobiten die Regel gewesen zu sein, dass das Hypostom nur bis zum Vorderrand der Augen reichte, dass also die Glabella nur vor den Augen den Kaumagenraum bildete. Daher ist es die gewöhnliche Erscheinung, dass dieser vordere Teil der Glabella wenig gegliedert ist und sehr oft eine angeschwollene Glatze bildet. Weiter kaudalwärts vom Hypostom bis zum Kopfrande befanden sich die Kauextremitäten, paarweise angeordnet. In diesem Kopfabschnitt ist daher sehr häufig die Segmentierung stark ausgeprägt, wobei hier durch die Anordnung der Muskeln die Segmentierung deutlicher als auf der Glatze wiedergeben wird. Es fehlen, leider, Beobachtungen und Material. Bei unserem Trilobiten sind diese Insertionen wohl deshalb farblos geblieben, weil hier das schützende Hypostom fehlte und die Weichteile rascher als im Glatzenraum zerstört wurden. Der Fleck am rechten Palpebrallobus kann als letzte zufällig erhaltene Spur dieser Muskeln gelten.

Die Kontraktionen der Oesophaguserweiterer konnten nur dann zur vollen Geltung kommen, falls das Hypostom gegenüber der Glabella bewegungslos blieb oder die Bewegung des Hypostoms den Muskelkontraktionen gegenüber von niedriger Grössenordnung war. Tatsächlich ist es auch der Fall, wie es von Brögger (5) nachgewiesen wurde.

Beim Betrachten der meisten von unten abgebildeten Trilobiten entsteht immer der Eindruck, als sei das Hypostom nur mit dem Vorderrande mit der Duplikatur verbunden gewesen und als habe es sich bei der Kontraktion der inneren Muskeln dorsalwärts bewegen müssen. Dies war aber nicht der Fall.

„Da das Hypostom frei hervorgeragt und selbst eine Duplikatur gehabt hat, muss die Ventralmembran, welche hinter dem Hinterrand des Hypostomes für die Mundöffnung durchbohrt gewesen sein musste, sich an diese hypostomale Duplicatur (mit ihrem hinteren Flügelpaar) angeschlossen haben“ (Brögger).

Über die Art der Befestigung des Hypostoms an den Panzer gibt ebenfalls Brögger Aufschluss: „das stark gewölbte Hypostom scheint mit seinem Vorderrand und den vorderen Flügeln so genau und so wenig beweglich in die Einbuchtung des inneren Duplicaturrandes eingepasst und gleichsam von einem halbkreisförmigen Rahmen so umfasst, dass eine grössere Beweglichkeit kaum möglich gewesen sein dürfte.“

Das Hypostom war nur an die Duplikatur der freien Wangen befestigt und hatte keine gemeinschaftliche Naht mit der Glabella. Die Naht, mit welcher das Hypostom mit der Duplikatur in Verbindung stand, bestand aus drei Zweigen. Erstens, am Vorderrande des Hypostoms (Abb. 14, R) ein horizontaler quergestellter Bogen, und zweitens, zwei parallele entlang der Mittellinie verlaufende Nähte (S_H), welche durch den Kontakt der Seitenflügel des Hypostoms mit der Duplikatur gebildet werden. Abb. 4 — Seitenansicht eines *Pseudasaphus*-Hypostoms — zeigt, dass diese Nähte in der medianen Vertikalebene liegende wellige Linien waren. Nach verschiedenen Stücken zu urteilen, war vielleicht der ganze Vorderflügel (Abb. 4, V) bis zur Einbuchtung zwischen den beiden Flügeln (V — W) an die Duplikatur angepasst, — vielleicht sogar bis zum vorderen Schenkel des hinteren Flügels (W). Durch diese wellige Einfassung ist die horizontale Bewegung des Hypostoms nach vorne und nach hinten ganz ausgeschlossen. Weil aber die Nähte in der Horizontalebene liegen und die Seitenzweige senkrecht zur Frontalnaht stehn (R), so ist auch eine Bewegung dorsalwärts ausgeschlossen. Wir sehn, in der Abb. 3, dass die Duplikatur vor den Augen nach unten herabbiegt, so dass die Ränder der Vorderflügel und der Duplikatur aneinander gepresst werden. In Abb. 2 ist schematisch die Innenansicht gegeben. Das Bild ist nicht ganz genau: der Vorderflügel zu gross, der Hinterflügel nicht eingezeichnet usw. Es ist ausserdem ein zerdrücktes Exemplar gewesen, doch der Verlauf der Nähte ist ziemlich klar. Der Frontalzweig (R) und der Seitenzweig sind im Bilde als ein einheitlicher Bogen dargestellt, aber nur deshalb, weil der Flügel nach rechts herabgebogen ist und nicht senkrecht zur Bildebene steht. In Abb. 5 sind wieder dieselben Verhältnisse

sichtbar. Das Hypostom ist von der Stelle gerückt, die Hinterflügel z. T. abgebrochen. Doch es ist ganz deutlich zu sehen, dass der Innenrand der Duplikatur bis zum Hinterrand des Mittelkörpers reichte, dass also der ganz durch Muskeln und Oesophagus eingenommene Teil vollständig starr eingefasst war, wodurch keine Drehung des Hypostoms um eine horizontale Querachse stattfinden konnte.

Da die Muskeln zwischen der Glabella und dem Hypostom Bewegungen nur in vertikaler Richtung ausführen konnten und da das Hypostom fast allseitig eingefasst war, so konnte es nur dorsalwärts bewegt werden. Den Kontakt (S_H) zwischen der Duplikatur und dem Hypostom auf Abb. 3 beachtend, sehen wir, dass bei Bewegung des Hypostoms nach oben auch die freien Wangen unbedingt mitbewegt wurden. Die absolute Grösse der Bewegung ist aber sehr klein. Weil die Duplikatur der freien Wange unter die Glabella (Abb. 3) sich fortsetzt, so musste sie bald diese berühren, wodurch die ganze Bewegung zum Stillstande kam. Brögger hat diese Verhältnisse genau verfolgt und gezeigt, dass die Grösse der Bewegung dem geringen Abstand zwischen den Innenwänden der freien Wangen gleich ist, wobei damit auch die äusserst geringe Beweglichkeit der freien Wangen gegeben ist. Nach Brögger bestand diese Bewegung der freien Wangen „höchstens in einer ganz kleinen Drehung nach unten und schräg nach vorn", — womit man im allgemeinen einverstanden sein muss.

Beim Betrachten der Abb. 3 entsteht nämlich der Eindruck, dass bei der Kontraktion der in „E" befindlichen Muskeln das Hypostom sich etwas dorsalwärts bewegen muss, wobei 1) eine geringe Verschiebung der freien Wangen nach oben der Gesichtsnaht entlang und 2) die von Brögger nachgewiesene Drehung entstehn muss. Die Drehungsachse ist eine Tangente der Gesichtsnaht, die den Hinterrand des Kopfes am Schnittpunkt derselben Naht schneidet. Die Bewegungsmöglichkeit, wie gesagt, ist sehr gering, doch nach dem Verlauf der Nähte musste sie unbedingt stattfinden. Es muss noch beachtet werden, dass der Innenraum der freien Wangen nicht leer, sondern von Weichteilen ausgefüllt war, was die Bewegungsgrösse noch verringern musste. Betrachten wir die Taf., so sehen wir dicht vor den Augen in den Dorsalfurchen je eine längliche Vertiefung, im Steinkern, — es war ein Buckel auf der Innenseite und eine Vertiefung auf der Aussenseite des Panzers. Ein Muskelansatz ist es nicht gewesen, da das Gewölbe nach der Zugrichtung gerichtet ist. Auf der Text-

abb. 3 ist dieses Grübchen neben der Gesichtsnaht (s) eingezeichnet. Bei der Bewegung des Systems (Hypostom + freie Wange) nach oben, traf die innere Seite der Wangenduplikatur diesen Buckel in der Richtung seines grössten Widerstandes. Dadurch wurde die freie Wange zu einem Hebel umgewandelt, dessen grösster Balken die nach aussen abfallenden Teile der freien Wange darstellen, den kurzen aber die Duplikatur unter der Glabella bildet. Der Abstand zwischen dem Grübchen und der Innenwand der Duplikatur ist selbstverständlich noch geringer als der übrige Innenraum der freien Wange, — doch die Hebelbewegung wird damit nicht gestört. Es bleibt die Brögger'sche Drehung auch jetzt bestehen. Der bogige dreidimensionelle Verlauf der Gesichtsnaht und die Duplikatur unter der Glabella stellten dieser Bewegung bestimmte Grenzen, wie in der Grösse, so auch der Richtung. Die Grösse haben wir bereits besprochen, die Richtung ist ebenfalls von Brögger gegeben, — die Drehung um die Achse nach unten.

Wir können uns ganz gut vorstellen, dass die freien Wangen, die Glabella und das Hypostom untereinander durch elastische Ligamente verbunden waren, so dass die Gefahr, die einzelnen Teile könnten sich voneinander ablösen, ausgeschlossen war. Durch diese Ligamente wurden die freien Wangen, nachdem die Muskelkontraktion nachgab, in ihre ursprüngliche Stellung zurückgeführt. Die Bewegung wurde ausserdem durch die Elastizität des Panzers gefördert.

Da im Kukruse-Meere es immer was zu fressen gab, so kaute der Trilobit fast unausgesetzt. Die Kontraktionen der Magenerweiterer folgten sehr schnell nacheinander, die Bewegung wurde den freien Wangen weitergegeben, diese zitterten, vibrierten unaufhörlich und, da es eine Dreh- (Hebel-) Bewegung war, so war die Schwingungsgrösse bei gleicher Dauer an den Enden, d. h. am Rande am stärksten.

Diese zitternde Bewegung der freien Wangen entstand aber nicht nur beim Kauen, sondern auch beim Schwimmen. Da die Wangen einseitig nach oben gewölbt sind, so musste der beim Schwimmen von vorne kommende Wasserdruck die Wangenränder herabbiegen. Da das Schwimmen durch rudern geschah, so bestand es in einer Reihe von Impulsen, wobei der Wasserdruck am Kopf und an den Wangen sehr schnell stossartig zu- und abnehmen musste. Dadurch kam auch das ganze System in eine Vibration, die von ähnlicher Richtung und Grösse war, wie jene beim Kauen.

Dass dieses Zittern der freien Wangen das Kauen förderte,

scheint nicht der Fall zu sein. Aber störend war es ebenfalls nicht, weil die Bewegung an sich so klein war.

Das Vorhandensein der Gesichtsnaht ist der Hauptfaktor dieser Mechanik; die bewegten Teile waren die freien Wangen; die Glabella verhielt sich im System als starrer, unbewegter Körper.

Es ist dabei ganz sicher, dass der Sinn und Zweck der Gesichtsnaht nicht das Verwickeltmachen oder die Erleichterung der Trilobitensystematik war, sondern sie hing mit der Lebenstätigkeit des Tieres zusammen.

Das einzige uns bekannte Organ auf den zitternden freien Wangen waren die Augen.

Asaphidenaugen sind sehr fazettenreich und das Gesichtsfeld eines jeden zusammengesetzten Auges ist mehr als ein Halbkreis. Die Einzelaugen aber sind prismatisch und relativ sehr lang, wodurch das Gesichtsfeld eines Einzelauges sehr beschränkt ist. Es ist ausserdem anzunehmen, dass die einzelnen Ocelli wie zahlreich sie auch nicht waren, kein einheitliches Bild, sondern nur einzelne Punkte des Sehfeldes wiedergeben konnten. Die Augen waren unbeweglich, — die Trilobiten konnten nicht, wie wir es tun, durch Augenbewegung die Gegenstände beschauen. Es half hier die Vibration der freien Wangen. Obwohl die lineare Grösse der Bewegung gering war, so war die Winkelbewegung doch genügend, um das Sehfeld einzelner Ocelli zu vergrössern und aus der schnellen Reihenfolge einzelner Punkte ein mehr oder weniger kontinuierliches Bild zu schaffen.

Falls es bei einer grösseren Anzahl von Trilobitengattungen nachgewiesen werden sollte, dass die freien Wangen sich tatsächlich bewegt haben, so wäre für diese Hypothese ein weiteres Beweismaterial geschaffen.

Jedenfalls ist damit gewissermassen erklärt, weshalb fast alle Trilobiten, die Augen haben, auch eine Gesichtsnaht führen. Doch der umgekehrte Fall stimmt nicht gut: viele blinde, augenlose Trilobiten haben eine Kopfsutur. Wir wollen aber in diesem Falle glauben, dass, wo eine Sutur vorliegt, die Augen aber fehlen, — dieses Fehlen letzterer eine sekundäre Erscheinung ist. Es ist aber auch mit der Möglichkeit einer Suturrückbildung zu rechnen.

Interessant ist das Erscheinen der Sutur bei den älteren Mesonaciden. Fast alle sind suturlos, nur bei wenigen ist die Andeutung einer solchen vorhanden. Bei *Kjerulfia lata* Kiaer erscheint der hintere Zweig der Naht, welcher offenbar noch den

Palpebrallobus umläuft. Diese Einrichtung ist sehr unvollkommen, aber bei einem biegsamen Wangenpanzer konnte hier schon eine Vibration stattfinden.

Es ist anzunehmen, dass Trilobiten, die keine Sutur haben aber mit Augen versehen sind, gegen Schwankungen der Lichtstärke empfindlich waren, aber keine deutlichen Bilder sehen konnten.

Unsere Deutung erweckt Misstrauen gegen die Klassifikation der Trilobiten in die drei Ordnungen der *Hypo.-*, *Opisto-* und *Proparia*. Der Begriff *Hypoparia* ist nicht gleichwertig den anderen, denn die randliche Naht der ursprünglich-blinden Trilobiten musste auf einem anderen Wege entstehn und andere Anfgaben erfüllen, als die Gesichtssutur der beiden anderen Ordnungen. Der Verlauf der Naht vor oder hinter der Wangenecke ist ein besseres Gruppierungsmerkmal, — aber es scheint immer noch unwahrscheinlich zu sein, dass alle proparen Trilobiten einen Ursprungs sind.

Erklärung der Tafel

Pseudasaphus tecticaudatus Steinhardt, aus Estland, Kohtla (C_2 Schicht V), mit Insertionsstellen auf der Glabella. Nat. Grösse.

Literaturverzeichnis.

1. A. Born „Zur Organisation der Trilobiten 1. Das Kopfschild von *Chasmops Odini* Eichw", Senckenbergiana" Bd. 1, № 5, 1919.
2. Rud. Richter „Vom Bau und Leben der Trilobiten III. Die Beziehung von Glatze und Magen." Paläontologia Hungarica, Vol. I, Budapest 1923.
3. A. Öpik „Beiträge zur Kenntnis der Kukruse-(C_2-)Stufe in Eesti II" Acta et Comm. Universitatis Tartuensis A XII. 3, 1927 und dasselbe „III" A XIII. 11 1928. Dieselben: Publications of the Geological Institution of the University of Tartu, № 10, 1927 und № 12, 1928.
4. Lindström, G. „Researches on the visual organs of the Trilobites." Konglige Svenska Vetenskaps: — Akademiens Handlingar B. 34, Stockholm 1901.
5. W. C. Brögger „Über die Ausbildung des Hypostomes bei einigen skandinavischen Asaphiden", Svenska Vet.-Akad. Bihang till Handlingar Band 11 № 3, dasselbe in Sveriges Geol. Undersökning Ser. C, № 82, Stockholm, 1886.



Grundzüge der floristischen Erforschung Estlands.

Eine Übersicht bis zum Ende der russischen Herrschaft.

Von G. Vilberg.

Die floristische Literatur des Ost-Baltikums ist weder besonders gross, noch umfassend. Jedoch schon bei gründlicherer Behandlung der zu Gebote stehenden Literatur treten deutlich einige Grundzüge hervor, die die Richtung und die Ziele sowie die Resultate und Auswirkungen der Arbeiten zeigen.

In den letzten Jahren hat der Verfasser die Möglichkeit gehabt, die baltische floristische Literatur eingehender zu durchforschen. Dabei sind nur die Arbeiten besonders berücksichtigt worden, die sich auf das Gebiet der Republik Estland beziehen. In der vorliegenden Arbeit behandle ich nicht die ganze floristische Forschung, sondern beschränke mich auf die Literatur über Blütenpflanzen und Gefässkryptogamen, soweit sie zur Zeit der russischen Herrschaft erschienen ist. Diese Begrenzung wird dadurch gerechtfertigt, dass unsere heimatliche Hochschule vor der Entstehung der Republik Estland bestrebt war, das Interesse der floristischen Forschung auf die Vegetation unerforschter Gebiete des ausgedehnten Russischen Reiches zu lenken. Die Folge davon war, dass eine Reihe der reifsten Werke unserer einheimischen Botaniker sich mit der Untersuchung der botanischen Verhältnisse des Altai, des Amurgebiets, Sibiriens, Turkestans, des Kaukasus u. a. befassen, während die floristische Erforschung der Heimat fast nur den Hochschülern als Übungsfeld für ihre Erstlingsversuche überlassen war. Die Aufgabe der jetzigen estländischen Universität ist jedoch hinsichtlich der Botanik hauptsächlich gerade die floristische Erforschung der Heimat, während fremde Länder in dem Fall Berücksichtigung finden können, wenn die Behandlung allgemeiner botanischer Fragen ausgedehntere Beobachtungen verlangt, oder wenn für die Sammlungen und Versuche des Botanischen Instituts neues, frisches Material aus entfernteren Gegenden benötigt wird.

Den Anfang der floristischen Erforschung des Ost-Baltikums resp. Estlands können wir sicherlich in die Zeit der russischen Herrschaft datieren. Aus der Zeit vor dem Anfang des 18. Jahrhunderts, d. h. bevor unser Land unter die russische Herrschaft gelangte, sind keine Daten über die Flora Estlands und deren Erforschung bekannt. Es ist anzunehmen, dass die katholischen Mönche in den Klostergärten Versuche gemacht haben, mitteleuropäische Zierpflanzen einzubürgern und Obstgärten anzulegen, denn die meisten unserer Obstbäume sind nicht einheimisch, was auch aus ihren estnischen Namen zu ersehen ist. Auch die Akklimatisation von Zierbäumen und die für medizinische Zwecke bestimmte Anpflanzung von Arzneipflanzen, die in Deutschland, aber nicht bei uns heimisch waren, ist angestrebt und teilweise auch für ihre Verbreitung unter den Bauern gesorgt worden, wie man auf Grund eines wohl aus dem 13. Jahrhundert stammenden handschriftlichen „Herbarius-Codex[1]) annehmen kann, der im Jahre 1892 im Archiv der Stadt Reval (Tallinna) gefunden worden ist. Diese Annahme wird auch dadurch gestützt, dass die erste, im Jahre 1422 in Reval gegründete Apotheke ihre Arzneipflanzen hauptsächlich vom Revaler Nonnenkloster und vom Mönchskloster in Padis bezogen hat[2]).

Die Erforschung der baltischen Flora im wahren Sinne des Wortes beginnt wohl gegen Ende des 18. Jahrhunderts, wenn auch einige Daten aus früherer Zeit stammen. Der Anstoss dazu kam von zwei Seiten. Die damals im Ost-Baltikum herrschende Klasse stand in enger Verbindung mit Westeuropa; dort erhielten ihre besten Kräfte ihre Ausbildung, und die Strömungen, die in der botanischen Wissenschaft mit Tournefort und Rivinius einsetzten, und in Karl Linné's Sexualsystem der Pflanzen gipfelten, konnten nicht an allen Söhnen des Ost-Baltikums unbemerkt vorbeigehen. So manche von ihnen brachten auch Kenntnisse der Botanik nach Hause mit, wenn auch nur als Hilfswissenschaft. Andererseits wurde 1725 in Petersburg die Akademie der Wissenschaften gegründet, deren Naturwissenschaftler ihre Aufmerksamkeit auf die Flora der Umgebung Petersburgs und ganz Ingermanlands lenkten. Dabei wurde augenscheinlich auch zuweilen auf das Kalksteingebiet

1) Siehe Koehler, Fr., Ehstländische Klosterlektüre, Reval 1892, S. 122—123; Amelung, Der Herbarius-Codex des Revaler Stadt-Archivs und ein Blick auf die ehstländischen Klostergärten im Mittelalter. Beitr. z. Kunde Ehst-, Liv- und Kurlands, Bd. V, H. 1. S. 69—78.

2) Beiträge z. Kunde Ehst-, Liv- und Kurl. V, S. 73.

von Allentacken (Alutagune) hinübergegriffen, dessen Flora vielfach von derjenigen der Umgebung Petersburgs abweicht.

Überhaupt ist die floristische Erforschung des jetzigen Estland von drei gesonderten Mittelpunkten ausgegangen: 1) vom Ost-Baltikum selbst, 2) von Petersburg und 3) von Pskow (Pihkva, Pleskau). Der Ausgangspunkt für die floristische Bearbeitung des ersten Gebietes war Riga, wo schon im letzten Viertel des 18. und am Anfang des 19. Jahrhunderts vorgebildete Kräfte mit verhältnismässig grossem Interesse für die Botanik arbeiteten (Fischer, Friebe, Fleischer u. a.). Die frühentwickelte Vereinstätigkeit in Riga ermöglichte die Veröffentlichung ihrer Arbeiten und Versuche. Als in Dorpat (Tartu) die Hochschule gegründet wurde, verschob sich der Schwerpunkt, wenn auch langsam, hierher, wo er sich noch eben befindet. Von Zeit zu Zeit ist auch in anderen baltischen Städten floristisch gearbeitet worden, jedoch ohne dass sie dadurch zu Mittelpunkten wurden.

Von Petersburg aus ist hauptsächlich die Umgebung von Narva und der Landstreifen jenseits der Narva erforscht worden, der früher zum Petersburger Gouvernement gehörte. Die Aufmerksamkeit war umso intensiver, als in der Umgebung von Narva, wo unter flachgründiger Bodenschicht der Untergrund aus silurischem Kalkstein besteht, der zum Teil auch einen Einfluss auf die Pflanzendecke ausübt, seltene Pflanzen zu finden sind, die im übrigen Ingermanland nicht vorkommen. Kraschenninnikow's und Boeber's Funde[1]) erregten ein grösseres Interesse für Narva, und fast alle Erforscher der ingermanländischen Flora haben dort haltgemacht. Gerade die Umgebung von Narva ist eines der am frühsten floristisch untersuchten Gebiete Estlands.

Die floristische Bearbeitung des Pskowschen Gouvernements begann wohl in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts. Deshalb kann auch die floristische Erforschung Setukesiens (Setumaa) nicht alt sein. Wohl ist es bekannt, dass schon Germann (1807) in der Umgebung von Isborsk (Irboska) interessante Pflanzen gefunden hat; auch sind andere baltische Floristen dort gewesen, doch in grösserem Umfang entwickelte sich die Untersuchung der Flora Setukesiens erst in den letzten Jahren des vorigen und am Anfang des jetzigen Jahrhunderts durch die Arbeit von Puring, Andrejew und Ispolatow[2]).

1) Vergl. Ruprecht, 1854, p. 212.

2) Vergl. auch Spohr, Edm., Setumaa taimkatte iseloomust (Über die Eigenart der Pflanzendecke Setukesiens in Estland). „Setumaa", 1928, p. 28—31.

Gerade in der Umgebung von Isborsk tritt der Devonkalkstein nahe an die Erdoberfläche heran und beeinflusst den Pflanzenwuchs. Deshalb spielt für die Floristen des Pskowschen Gouvernements die Umgebung von Isborsk in Setukesien dieselbe Rolle, wie Ösel für die baltischen und die Umgebung von Narva für die ingermanländischen Forscher.

*

Die floristische Forschung des Ost-Baltikums resp. Estlands hat sich vollständig nach westeuropäischem Vorbild gerichtet. In Deutschland und Schweden waren gegen Ende des 18. Jahrhunderts mehrere botanische Arbeiten erschienen, welche die Pflanzenkunde auf Grund des neuen, von Karl Linné geschaffenen Systems lehrten. Dieses leichtere System ermöglichte auch weiteren Kreisen das Studium der Pflanzen, und die Bekanntschaft mit der Pflanzenwelt nahm bedeutend zu. Diese verstärkten Lebensäusserungen des Interesses für die Botanik konnten auch bei uns nicht unbemerkt bleiben, da, wie schon erwähnt, die besten Kräfte ihre Ausbildung gerade in Deutschland oder in Schweden erhalten hatten. Im Ost-Baltikum erscheinen nacheinander einige topographische Arbeiten über das ganze Gebiet resp. Estland von Hupel und Fischer, in denen u. a. auch der Versuch gemacht wird eine wenn auch oberflächliche Übersicht der einheimischen Flora zu geben. In Hupel's (1774—1782) hauptsächlich topographischem Werk finden wir im zweiten Bande ein aus der Feder des besten baltischen Naturforschers jener Zeit, eines Schülers von Karl Linné, J. B. Fischer stammendes, jedoch nur oberflächliches alphabetisches Verzeichnis der im Ost-Baltikum vorkommenden Pflanzen. Wie die Anlage der ganzen Arbeit es verlangt, ist ihre Behandlung eine mehr angewandte, als rein wissenschaftliche.

Fischer's Arbeiten (1778) zur Naturkunde des Baltikums, in deren zweitem Teil die wildwachsenden Pflanzen, nach dem Linnéschen System geordnet, gründlich behandelt werden, wobei bis zu den einzelnen Kennzeichen der Pflanzen vorgedrungen wird, können als die ersten mehr oder weniger den Anforderungen entsprechenden botanischen Abhandlungen bezeichnet werden. Unter anderem werden Standorte beschrieben, ja sogar einzelne Fundorte angeführt, sowohl in Livland wie auch in Estland. Weiter folgen, grösstenteils gegen Anfang des vorigen Jahrhunderts, mehrere Arbeiten, die entweder rein floristisch sind (Grindel 1803, Fleischer 1839), oder

systematische Verzeichnisse bringen (s. die Arbeiten von Fleischer 1829, 1830, Engelmann 1844 usw.), oder angewandte Erwägungen enthalten (Friebe 1805, Luce 1823), oder mit Hilfe farbiger Abbildungen das Kennenlernen der Pflanzen erleichtern wollen (Drümpelmann 1810, 1811; Johnson, 1839). Alle diese Arbeiten stellen mehr oder weniger floristische Versuche dar; sie behandeln meist nur den floristischen Bestand des ganzen Ost-Baltikums, sie erwähnen überhaupt nicht die Gruppierung der Pflanzen am Standort oder die Pflanzenassoziationen. Die erwähnten Werke sind nur als Vorarbeiten jener systematisch-floristischen Abhandlungen zu betrachten, die in kürzeren oder längeren Zwischenräumen von der Mitte des 19. Jahrhunderts an bis zu der Zeit erschienen sind, wo unter dem Einfluss der Tätigkeit der russischen Wissenschaftler die floristische Arbeit in unserer Heimat ganz zur Nebensache wurde. Gerade damals nämlich wandte die Hochschule Dorpat ihre Aufmerksamkeit mehr dem Kaukasus und anderen entfernten Winkeln Russlands zu, die noch wenig oder gar nicht erforscht waren. Nur einzelne Anfänger in der Botanik hatten dann noch Zeit für die Erforschung des Ost-Baltikums resp. Estlands.

Wenn wir alle floristischen Arbeiten, die in Estland zur Zeit der russischen Herrschaft erschienen sind, zusammenfassen, so können wir drei Perioden unterscheiden. Die erste Periode wäre die Periode der Botanophilen, der Liebhaber, wo die Hauptarbeit nicht von Fachleuten, sondern von Persönlichkeiten aus verschiedenen Berufen geleistet wird, die sich besonders für diese *scientia amabilis* interessieren. Alle floristischen Arbeiten dieser Periode werden verfasst von Pastoren, Ärzten, Lehrern oder Personen, die wohl eine botanische Vorbildung erhalten haben, die aber auf ihrem wissenschaftlichen Gebiet keine Existenzmöglichkeiten finden konnten und sich anderen Berufen zuwenden mussten (so z. B. J. B. Fischer, der beim berühmten Linné Botanik und Zoologie getrieben hatte, aber an einem Waisenhause die Stelle eines Buchhalters bekleiden musste, da die Wissenschaft ihm nicht die Möglichkeit einer sorgenfreien Existenz gewährte). Alle diese Botanophilen stellen botanische Beobachtungen an, sammeln Pflanzen, wobei ihr Hauptziel die Zusammenstellung einer Gesamtflora des ganzen Ost-Baltikums ist, obgleich ihre Daten häufig verhältnismässig unsicher sind und nur auf dem Vorbilde und den Daten der Floren benachbarter Länder und auf dem Vergleich mit diesen basieren. Die Fachleute sind nur Berater (z. B.

Prof. Ledebour und Prof. Besser bei Fleischer und Lindemann 1839) und nehmen selbst keinen grossen Anteil an der Erforschung des Baltikums resp. Estlands. Der erste Professor der Naturwissenschaften an der Hochschule Dorpat, Germann, macht wohl im Sommer 1803 eine Reise durch Estland, sammelt auch anderweitig Material, sogar in Setukesien; jedoch ein frühzeitiger Tod lässt ihn keine grossen Ergebnisse erzielen. Das Interesse des zweiten Professors, Ledebour, richtet sich nach Russland, in die Krim, auf den Altai usw. Erwähnen könnte man aus dieser Periode nur die Arbeiten von Trautvetter über die Weiden Livlands 1832, während sein Bericht an die Dorpater Hochschule über die Flora der Höhen von Hahnhof (Haanja) bisher weiteren Floristenkreisen vollständig unbekannt geblieben ist, — diesen Bericht hat der Verfasser vorliegender Arbeit erst kürzlich im Reichszentralarchiv unter Trautvetter's persönlichen Papieren gefunden.

Die besprochene Periode dauert bis zum Erscheinen der floristischen Arbeit von Wiedemann-Weber im Jahre 1852, die als das allerbeste Werk dieser Zeit betrachtet werden muss und schon zur nächsten Periode hinüberleitet. Doch schon vor dem Erscheinen dieser Arbeit ändern sich die Anforderungen an die baltische floristische Forschung. In Riga wird im Jahre 1845 der Naturforscher-Verein gegründet, dessen Ziel die Erforschung der Heimat und die Anregung zu Beobachtungen ist. Einzelne Persönlichkeiten, Buhse, Müller, Heugel u. a., machen sich an die Arbeit und besuchen unter anderem auch Ösel. Prof. Bunge hat sich auf seinen Reisen im Altai und in China und auch während seines Aufenthaltes in Kasan hauptsächlich floristischen Beobachtungen gewidmet und wird dann Professor in Dorpat, wodurch er von weiten Reisen zurückgehalten wird. Es beginnt die Erforschung der Heimat; es werden kleinere und grössere Exkursionen gemacht; es sammeln sich an der Hochschule immer mehr junge Kräfte, um Botanik zu treiben. Angefeuert durch Bunge, wenden sich der Beobachtung der einheimischen Pflanzenwelt nicht bloss Fachwissenschaftler zu, wie Schmidt, Russow, Glehn, Seidlitz, Gruner, Bienert, Winkler u. a., sondern auch Mediziner — Jäsche, Duhmberg, Lehmann, Sengbusch; Lehrer — Weber, Wiedemann, Bruttan, Werner, Tegeler, Törmer, Jürgens; Pastoren — A. v. Schmidt, Gebhardt, Bruhns; Beamte — Girgensohn, Jacobson, Lehnert, Provisor Laupmann und viele andere; sogar Schüler, z. B. Frese,

Lehmann, nehmen am Pflanzensammeln teil. Als Ergebnis dieser vielseitigen, an zahlreichen Orten angestellten Forschungen erscheint vom Jahre 1849 an Bunge's „Flora exsiccata", und damit beginnt 2) die Periode der Botaniker, der Fachwissenschaftler, wo die Hauptarbeit von Fachleuten geleistet wird; es helfen ihnen auch viele Liebhaber, die sich in die Pflanzenwelt ihrer Umgebung vertiefen und der floristischen Heimatforschung wichtige Beiträge liefern. Doch mit der Beteiligung der Fachwissenschaftler an der Arbeit ändert sich natürlich auch die Methode der Forschung: das ganze Ost-Baltikum ist für einen Einzelnen ein zu grosses Beobachtungsgebiet; deswegen wird an die botanische und floristische Erforschung kleinerer und näher liegender Gebiete gegangen. Schmidt behandelt anfangs (1854) nur die Insel Moon (Muhumaa), wagt es aber schon im nächsten Jahre (1855) eine Übersicht über die Pflanzendecke eines grösseren Bezirkes, des ganzen estländischen Silurgebiets, zu veröffentlichen. Doch die übrigen Autoren versuchen es nicht mehr, ein so grosses Gebiet zu wählen, sondern halten sich vollständig an die örtlichen, die Lokalfloren: Sass (1860) behandelt wohl noch ganz Ösel, Glehn (1860) beschränkt sich aber auf die nähere Umgebung von Dorpat, Russow (1862) auf die von Reval; Gruner (1864) arbeitet in Allentacken, und Pahnsch (1881) behandelt nur einige Gemeinden. Nach dem Erscheinen dieser Lokalfloren gibt Klinge noch eine Zusammenfassung für das ganze Baltikum (1882), während späterhin Lehmann (1895, 1896) in einer eingehenderen Behandlung der Pflanzenwelt von Polnisch-Livland auch das Material zur Flora des Ost-Baltikums resp. Estlands gründlich ausnutzt.

In dieser Periode sind die betreffenden Lehrkräfte der Dorpater Hochschule, besonders aber die im Jahre 1853 gegründete Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Dorpat, das Zentrum der botanischen Forschung. Gerade mit Unterstützung der letzteren erscheinen fast alle obengenannten Arbeiten. Als charakteristischen Zug dieser Periode kann man noch anführen, dass man sich nicht bloss mit Aufzählungen der Pflanzen begnügt, sondern die Aufmerksamkeit auch schon den Vegetationsverhältnissen zuwendet, wenn auch die Behandlung der Pflanzengesellschaften meist eine allgemeine ist und keine eingehendere Gliederung stattfindet. Doch in Hinsicht auf die Produktion war diese Periode eine der fruchtbarsten, und, wie Prof. Dr. J. Piiper zum 75-j. Jubiläum der Natur-

forscher-Gesellschaft zu Dorpat in seiner Übersicht über die Tätigkeit der Gesellschaft hervorhob, zeigt die Kurve der botanischen Literatur in dieser Zeit einen starken Anstieg [1]). Ich möchte die erwähnte Periode die Blütezeit der estländischen botanischen und floristischen Forschung nennen, die mit der Tätigkeit von Prof. Bunge und Russow an der Dorpater Hochschule zusammenfällt. Unter dem Einfluss der letzteren widmeten mehrere entsprechend vorgebildete Persönlichkeiten ihre Kraft der floristischen Heimatforschung. Gerade das estländische Gebiet, d. h. der nördliche Teil des Ost-Baltikums, wo die Bedingungen des Wachstums verschiedenartiger sind, wird am gründlichsten behandelt und stellt den am besten erforschten Teil der baltischen Gouvernements des früheren Russland dar.

Doch mit den veränderten Verhältnissen an der Dorpater Hochschule sowie in den allgemeinen Bildungsbestrebungen des Ost-Baltikums ändert sich auch die floristische Forschung im Ost-Baltikum, besonders aber in Estland. Die aus Russland stammenden Professoren blicken natürlicherweise nach Osten, wo noch ein reiches Arbeitsfeld liegt; das Ost-Baltikum verdient keine grössere Beachtung, denn man hält es sowieso schon für besser erforscht. Das Ost-Baltikum resp. Estland wird nur soweit in Betracht gezogen, als es für Monographien und allgemeine Übersichten notwendig ist. Einzelne Balten, wie Kupffer, Rothert, Lackschewitz machen auf eigene Initiative häufig Exkursionen auf die westlichen Inseln und in das übrige West-Estland. Die Mannigfaltigkeit der Pflanzenwelt Ösels lockt Ausländer, wie Skottsberg und Vestergren, hierher; an einzelnen Orten arbeiten Botanophilen: Lehbert, Niclasen, Aidas; die Dorpater Hochschüler machen in der näheren Umgebung Exkursionen und erwähnen in populären Reisebeschreibungen einzelne interessantere Erscheinungen; auch unternehmen einige Lehrkräfte der Hochschule kleine Fahrten nach Nüggen (Nõo) oder Elwa, um Material zu sammeln. Diesen letzten Zeitabschnitt möchte ich 3) die Periode der Vernachlässigung der baltischen resp. estländischen Floristik nennen. In dieser Zeit sind die wichtigsten Arbeiten über Estland Kupffer's kleine Notizen (siehe das Literaturverzeichnis) und die Forschungen der Schweden Skottsberg und Vestergren (1901) auf Ösel; erwähnen könnte man auch die Precht'sche

1) Siehe S. XVII.

(1916) Übersicht über die Moore von Tooma und die Arbeiten von Puring über die Flora Setukesiens, die aber ihre Anregung einem ganz anderen Mittelpunkt verdanken, wie ich schon erwähnt habe. Es erschien wohl auch in derselben Periode Lehmann's Flora von Polnisch-Livland (1895) und Nachträge (1896), doch basieren sie meist auf älteren Daten, besonders in betreff Estlands, und gehören ihrer Eigenart nach durchaus zur vorigen Periode.

Bei einem inhaltlichen Vergleich der floristischen Literatur über Estland können wir folgende Gruppen unterscheiden:

1) zufällige Bemerkungen über das Vorkommen von Pflanzen an einzelnen Stellen Estlands in einheimischen Reisebeschreibungen, Floren von Nachbarländern oder allgemeinen Pflanzenmonographien;

2) Gesamtfloren des ganzen Ost-Baltikums;

3) angewandte Floren des ganzen Ost-Baltikums, oder Gesamtbehandlungen der Pflanzendecke dieses Gebietes;

4) Lokalfloren engerer Gebiete;

5) systematische Verzeichnisse der baltischen Flora;

6) besprechende, kritisierende Arbeiten über die Literatur der vorausgehenden Gruppen in bezug auf die in ihr erwähnten Pflanzen und deren Fundorte.

Schon bei einem kurzen Überblick über die obigen Gruppen erhellt ihre Bedeutung. In der ersten Gruppe, d. h. in den zufälligen Bemerkungen über das Vorkommen von Pflanzen an einzelnen Orten, bringen wir vor allem einzelne estländische Fundorte aus Nachbarfloren unter. Einige dieser Daten sind schon verhältnismässig alt. Buxbaum bringt schon im Jahre 1729 (p. 369—70) eine *„Androsaces montanum flore minore"*, die *„crescit in montosis Naruae ripis et primo floret vere"*, deren Abbildung vollständig *Androsaces septentrionalis* entspricht [1]). Derselbe Autor erwähnt 1732 (p. 273) eine *„Alysson folio Veronicae Tournefortii simillima, sed flores fert luteos"*, die Ruprecht (1860, p. 103) für eine *Draba lutea* Gilib. = *Draba nemoralis* Ehrh. var. *leiocarpa* Lindbl. hält. Die erwähnte Pflanze findet sich *„circa Wesenberg"*. Ebenso hat Buxbaum 1740 *„in montibus apricis circa Revalium in Livonia"* zwei Pflanzen gefunden, eine *„Gramen paniculatum minus, locustis cristatis"* (p. 40, App. № 12), die zweite *„Gramen paniculatum montanum, majus locustis cristatis"* (p. 41, App. № 13), deren Abbildungen in den entsprechenden Tabellen gebracht sind und

1) Vergl. auch Gorter (1761), p. 29.

von denen ich, sowie Prof. Dr. Fr. Vierhapper in Wien, die erste für die gewöhnliche und die zweite für die Schattenform von *Melica nutans* halte. Auch *Ledum palustre* wird in derselben Arbeit erwähnt unter dem Namen „*Ledum*“ mit der Bemerkung „*frequens in uliginosis Ingriae & Livoniae*“. Der Akademiker Kraschenninnikow, der erste russische Botaniker, sammelte um das Jahr 1750 in der Umgebung der Narva, besonders in der Nähe des Wasserfalles und der Narvamündung, einige Dutzend Pflanzen[1]). Seine Daten benutzte Gorter in seiner „*Flora ingrica*“ 1761; sie werden später von Sobolewsky (1799), Weinmann (1824, 1837), Ruprecht (1845, 1860), und zum Teil auch von Meinshausen (1878) wiederholt. In der Umgebung von Narva hat gegen Ende des 18. Jahrhunderts Boeber gearbeitet[2]), seine Daten werden auch von Georgi (1790) und Sobolewsky (1799) gebracht. Einige zufällige Angaben von Pflanzenfundorten in Setukesien finden wir auch in den Floren des Pskowschen Gouvernements von Batalin (1884), Aggejenko (1886), Andrejew (1912) und Ispolatow (1898, 1899). Wichtige Beiträge zur floristischen Erforschung von Ost-Estland liefern Schmalhausen (siehe d. Verz.) und Kurilin (1872, 1873) in ihren Bemerkungen zur Flora Ingermanlands. Der letztere bringt ein verhältnismässig umfangreiches Verzeichnis von Pflanzen aus der Umgebung von Narva. Einiges Interesse bieten die Arbeiten von Herder (siehe d. Verz.), wo u. a. Daten über die Flora Estlands nach den in der Petersburger Akademie der Wissenschaften befindlichen Herbarien von Ledebour, Baer, Basiner, Meyer, Winkler u. a. zusammengestellt sind.

In diese Gruppe gehören auch die Reisebeschreibungen von Estland, die mehr oder weniger botanische Beobachtungen enthalten. Hier wären zu nennen Germann (1805), der in seiner Arbeit auch einige Daten von Pastor Knorre (Narva), Hirschhausen (Jegelecht-Jõelehtme) und Sverdsjö (Umgebung v. Reval) bringt; ferner Buhse (1847), Heugel (1852), Müller (1853), Sievers (1854), Willkomm (1872), Klinge (1885), Russow (1886), Maltzew (1907), Kurski (1909), Mušinski (1911) u. a., die auf der Durchreise durch estländisches Gebiet sich mehr oder weniger eingehend mit der Flora Estlands beschäftigt haben.

Die schon oben erwähnten Gesamtfloren des ganzen Baltikums waren seinerzeit die einzigen Werke, nach denen

1) Vergl. Georgi (1790), p. 495; Ruprecht (1854), p. 212.
2) Ruprecht (1854), p. 212.

man seine floristischen Kenntnisse vervollständigen konnte. Die Aufgabe dieser Arbeiten war es, gerade die Aufmerksamkeit auf den floristischen Bestand zu lenken und die Bestimmung der einen oder der anderen Art zu ermöglichen. Bei selteneren Pflanzen werden auch die einzelnen Fundorte angeführt, doch zeichnet sich keine Arbeit durch besondere Reichhaltigkeit letzterer aus. Auch sind einige Daten sehr zweifelhaft. Die neueren Autoren, angefangen von Wiedemann-Weber, haben es wohl versucht, die Fehler und Ungenauigkeiten der älteren Floristen zu berichtigen, jedoch sind auch die neusten Gesamtfloren nicht fehlerfrei. Der grösste Teil von ihnen ist nach dem gleichen Plan verfasst. Nur Wiedemann-Weber (1852) unterscheiden sich von den übrigen dadurch, dass sie es versuchen, neben wertvollen floristischen Angaben auch pflanzengeographische Notizen zu geben, indem sie die stenözischen Pflanzen der est-, liv- und kurländischen Flora vergleichen. Auch soll das Areal jeder Pflanze im Ost-Baltikum festgestellt werden, und es sind verhältnismässig viel Fundorte gebracht. Zum Schluss kann man noch die Gesamtfloren des ganzen europäischen Russlands oder einzelner Teile des Landes erwähnen, in denen häufig Estland, besonders aber Ösel genannt sind (Georgi 1799, 1800; Ledebour 1842—1853; Köppen 1888, 1889; Schmalhausen 1895, 1897; Fedčenko-Fleroff 1910 u. a.); meist bringen sie jedoch nichts Neues, sondern wiederholen nur Daten, die aus den wichtigsten baltischen floristischen Arbeiten entnommen sind.

Zu den angewandten Floren kann man Friebe's ökonomisch-technische Flora (1805) zählen, die über ein Preisthema der „Livländischen Gemeinnützigen und Ökonomischen Sozietät" geschrieben worden ist. Zum Teil gehört auch die Luce'sche Arbeit (1823, 1829) in diese Gruppe, da hier die Behandlung der Pflanzen vom medizinischen Standpunkt stark überwiegt. Auch Wiedemann-Weber bringen oft angewandt-botanische Mitteilungen. In dieser Gruppe würde ich auch Vegetationsübersichten unterbringen, wie de Bray (1817, 1826) und Hueck (1845) sie für das ganze Ost-Baltikum geben und wie Weber (1855) sie für die Umgebung Revals bringt; denn hier tritt oft die geographische Behandlung oder ein anderes Moment in den Vordergrund.

Die Lokalfloren bezeichnen eine neue Periode in der Erforschung der Pflanzenwelt des Ost-Baltikums resp. Estlands. Und gerade in Estland ist die Zahl der Lokalfloren am grössten. Diese Lokalfloren, die ich schon oben erwähnt habe, bearbeiten ein

bestimmtes Untersuchungsgebiet vielseitig, geben auch Übersichten der Pflanzenassoziationen und beachten auch die Bedingungen, unter denen die Pflanzendecke gewachsen ist. Die Gruner'sche (1864) Regionaleinteilung der Pflanzendecke von Allentacken und seine Behandlung der Pflanzengesellschaften gehören zu den besten ihrer Zeit [1]).

Auch von systematischen Verzeichnissen sind bei uns einige erschienen. Als ein solches können wir schon Fischer's alphabetisches Verzeichnis in der topographischen Arbeit von Hupel betrachten. Dieses ist aber verhältnismässig fragmentarisch. Vollständiger sind die Verzeichnisse von Fleischer (1829, 1830) und die Arbeit von Winkler (1877), die ausser den Blütenpflanzen auch die Sporenpflanzen berücksichtigt; im Verzeichnis sind auch einige Fundorte angegeben, meist auf Grund von Winkler's eigenen Beobachtungen. Hierher gehören auch die Arbeiten von Engelmann (1844), Blaese (1861) und Bienert (1872), welche nur die im Ost-Baltikum wild vorkommenden Pflanzenfamilien und Gattungen behandeln.

Die Zahl der Autoren von kritischen Arbeiten ist nicht sehr gross. Schon Ruprecht (1854) berichtigt so manchen Fehler, den die älteren Forscher bei der floristischen Bearbeitung der Umgebung Narvas gemacht haben. Wiedemann-Weber haben oft in ihrer Arbeit auf fehlerhafte Angaben von Luce (1823) hingewiesen; denselben Autor kritisieren auch andere Botaniker, die sich nach Luce mit der Flora Ösels befasst haben. Auch sonst wird hier

---

1) Hier kann man nicht eine frühe Lokalflora unerwähnt lassen, die leider verloren gegangen ist. Prof. Germann erwähnt in seiner Reisebeschreibung vom Sommer 1803, dass er in Reval bei Pastor Sverdsjö eine Flora der Umgebung Revals gesehen habe, die über 800 Pflanzenarten enthielt. Dieses Verzeichnis wollte Sverdsjö einem Buchhändler in Verlag geben, doch ist es nicht gedruckt worden. Recke-Napiersky (Allgemeines Schriftsteller- und Gelehrten-Lexikon, IV, 1832, p. 341) berichten, dass Sverdsjö, der im Jahre 1809 gestorben ist, eine Flora von Estland mit vielen trefflichen Zeichnungen im Manuskript hinterlassen hat, die nach Leipzig zum Druck geschickt worden, aber dort nicht erschienen und vielleicht auch verloren gegangen ist. Vermutlich war das nicht bloss eine Flora der Umgebung Revals, sondern behandelte ein weiteres Gebiet, — Germann bringt nach Sverdsjö's Funden mehrere Pflanzen aus der Umgebung von Hapsal (Haapsalu) und Werder (Virtsu). — Meine Nachforschungen nach Sverdsjö's Papieren in der Revaler St. Nikolaikirche und im Revaler Stadtarchiv haben keine positiven Resultate ergeben.

und da das eine oder das andere berichtigt. Klarheit in die baltischen floristischen Verhältnisse zu bringen, hat sich doch am meisten Prof. Dr. K. R. Kupffer bemüht, der selbst ein gründlicher Kenner der baltischen Flora, besonders der von Kurland und Ösel, sowie des übrigen West-Estland, zum Teil auch von Nord-Estland und der Umgebung von Dorpat ist. Diesbezügliche Schriften, besonders aber kleine Notizen im ersten Jahrzehnt des laufenden Jahrhunderts haben viele unklare Fragen über die Verbreitungsgebiete einzelner Pflanzen gelöst.

*

Schwieriger ist es, die Resultate der Forschung zu erfassen, denn es fehlt eine Methode, die einen leichten Überblick über die geleistete Arbeit ermöglicht. Einen teilweisen Überblick kann uns jedoch eine Karte der Fundorte geben, die nach der Punktmethode zusammengestellt worden ist und uns zeigt, wo in Estland die Pflanzenbeobachtungen am intensivsten gewesen sind, und wo sie vollständig fehlen. Die Karte am Schluss der Arbeit, die hauptsächlich auf Grund der Literatur zusammengestellt ist, — von Herbarienmaterial ist nur Bunge's „Flora exsiccata I—X" benutzt worden, — zeigt nur, wo die in der Literatur erwähnten Pflanzen gefunden worden sind, während die Frage nach dem Werte, der Valeur der Punkte, ganz offen gelassen worden ist. Meist entsprechen jedem Fundort mehrere Pflanzen, — Fundorte, die nur nach einer Pflanze bezeichnet sind, kommen verhältnismässig spärlich vor; diese beziehen sich meist auf Bäume.

Die Karte der Fundorte ist nach folgenden Prinzipien zusammengestellt: jeder schwarze Punkt bedeutet einen besonderen Fundort, nur einzelne von ihnen decken zwei oder drei Fundorte, wo diese nahe beieinander liegen, z. B. die Bauernhöfe im Forschungsgebiet von Pahnsch bei Schwarzen und Nurms. Zur Übersicht ist nur Literatur benutzt worden, die in grösserem oder kleinerem Mass Estland berücksichtigt, wenn in dieser auch nur ein einziger Fundort in Estland vermerkt ist. Die Punkte sind in der Karte an den in der Literatur erwähnten Orten eingetragen, in den Fällen aber, wo ein Gut und ein Dorf den gleichen Namen tragen, meist beim Gut, denn wie die Daten zeigen, hat gerade die Umgebung der Güter bei den älteren Floristen am meisten Beachtung gefunden; sind Dörfer oder Einzelhöfe genannt, so ist das entsprechende Zeichen bei ihnen eingetragen, wobei zum Ver-

gleich die topographischen Drei- und Einwerstkarten des Generalstabes benutzt wurden. So ist eine annähernde Übersicht über die Verteilung der Fundorte in ganz Estland erreicht worden, obgleich der Verfasser eine so entworfene Karte nicht für absolut genau halten kann, besonders deshalb, weil die älteren Floristen eine genauere Vermerkung des Fundortes nicht für wichtig hielten, so dass bei ihnen oft die Dörfer einer ganzen Gemeinde unter einen Gutsnamen gebracht worden oder noch grössere Gebiete zur Bezeichnung benutzt worden sind[1]).

Bei einer Betrachtung der zusammengestellten Karte treten so manche interessante Tatsachen klar hervor. Vor allem erhellt es, dass Estland floristisch lange nicht gleichmässig erforscht ist. Hier sehen wir einzelne Gebiete, wo die Pflanzenfundorte dicht nebeneinander liegen und eine grosse Zahl von Beobachtungspunkten bezeugen. Wie zu bemerken ist, liegen solche Punkte besonders dicht in der Umgebung von Dorpat, wo Glehn die Pflanzenwelt gründlicher erforscht hat und auch andere in grösserem oder geringerem Mass Beobachtungen angestellt haben. Sehr dicht ist auch das Netz der Fundorte auf Moon (dem Forschungsgebiet von Fr. Schmidt), in der Umgebung von Reval (Russow's Gebiet) und Arensburg (Beobachtungen verschiedener Forscher), in der Umgegend von Nurms (Nurme) und Schwarzen (Vardi) an der Grenze von Harrien (Harjumaa) und der Wiek (Läänemaa) (Pahnsch's Gebiet), im westlichen Teil von Ösel (Beobachtungen verschiedener Forscher), in der Umgebung von Wottikfer (Võtikvere), in Allentacken am südlichen Teil des Narvalaufes und am Wierländischen (Virumaa) Strande (Gruner's Gebiet), sowie in der Umgebung von Isborsk in Setukesien, wo Anderjew, Ispolatow und Puring eifrig gearbeitet haben. Sehr gut erforscht ist auch die Umgebung von Hapsal mit der Halbinsel Nuckö (Noarootsi), das Zentrum des Kirchspiels Pönal (Lääne-Nigula), sowie die Um-

[1]) Etwa 10—15 Fundorte sind unbezeichnet geblieben, da ich sie nicht auffinden konnte. Das beruht zum Teil wohl auf falscher Schreibung (z. B. Kadder, das wahrscheinlich Kedder ist, Mugge pro Muga usw.), oder es ist ein falscher Gouvernementsname genannt [z. B. Herküll (Livl.), Koiküll (Estl.), Kabbilatz (Estl.), Kerjel (Estl.) usw.] oder es sind kleinere Einheiten, die sogar auf der einwerstigen topographischen Kriegskarte nicht vermerkt sind (z. B. Pillipall-Dorf bei Metzküll-Parrametz, Pichtendahl bei Metzobo, Packafelsen bei Raiküll usw.). Zum grössten Teil finden sich solche Fundorte bei Lehmann (1895) auf Grund schriftlicher Mitteilungen des Akademikers Fr. Schmidt.

gebung von Weissenstein (Paide) und Werro (Võru), — an letzterem Ort haben Abel, Hiir, Precht und auch Mälton[1]) gründlich botanisiert. Zwischen diesen Bezirken finden wir ausgedehnte Gebiete, wo nur einzelne Fundorte verzeichnet sind, oder die auf Strecken von vielen Kilometern nie vom Fuss eines Botanikers betreten worden sind. Besonders gross sind solche Gebiete in Ost- und Süd-Wierland, Ost-Harrien und Nord-Jerwen, dann im Osten des Dorpater Kreises (Tartumaa), im Felliner und Pernauer Kreis. Auffallend leer aber ist der Südteil des Pernauer Kreises, für den nur ein paar Fundorte bekannt sind. Auch im Walkschen Kreise (Valgamaa) ist das Netz der Fundorte verhältnismässig undicht. Wenn man von einzelnen Fundorten südlich von Fellin absieht, die meist von Willkomm auf der Durchreise notiert worden sind, und auch die Fundorte einzelner Bäume in der Umgebung von Helmet (Helme) nicht in Betracht zieht, die von Knersch (1888, 1911) erwähnt werden, so sieht man, dass zur russischen Zeit das floristisch am wenigsten erforschte Gebiet der Komplex zwischen dem Kleinen Embach (Väike-Emajõgi), dem Wirzjärw (Võrtsjärv) und der Pernauer Bucht war.

Zweitens kann man aus der Karte ersehen, dass die floristische Erforschung Estlands relativ zufällig, ohne festen Plan und bestimmte Ordnung erfolgt ist. Es ist natürlich, dass die Umgebung Dorpats floristisch gut erforscht ist, denn da es schon seit dem Anfang des 19. Jahrhunderts eine Hochschule beherbergte, konnte die hiesige Pflanzenwelt weder von den Universitätslehrern noch von den Hochschülern unbeachtet bleiben. Doch erscheint es auch hier sonderbar, dass die Flora der Umgebung von Dorpat erst etwa 60 Jahre nach der Gründung der Hochschule mehr oder weniger festgestellt war[2]). Viel besser erforscht ist die Flora von Ösel. Schon bei Fischer finden sich einzelne Bemerkungen über Pflanzenfundorte auf Ösel und auf Moon. Im Jahre 1823 erschien die Arbeit von Luce über die Flora Ösels mit einer Menge interessanter Pflanzen, darunter auch mehreren solchen, deren Vorkommen nach allen Daten zweifelhaft schien, was auch durch spätere Forschungen bestätigt wurde. Doch hat jedenfalls Luce mit seinem Buche die Aufmerksamkeit auf die Eigenart der Pflanzendecke Ösels gelenkt, infolgedessen wurde die-

1) Vrgl. Lehmann (1896), p. 9.

2) Es ist wirklich sehr fraglich, ob die Flora auch jetzt, wieder etwa 60 Jahre nach der Erforschung der Flora der Umgebung Dorpats durch Glehn, die gleiche ist. Eine diesbezügliche Arbeit wäre jedenfalls nicht überflüssig.

ses zu einem Gebiet, wohin alle Botaniker wenigstens einmal zu gelangen suchten [1]). Daher ist auch hier die Zahl der Fundorte verhältnismässig gross; meist liegen sie jedoch in der Umgebung von Arensburg und in der Nähe der grossen Poststrasse. In Mittel-Ösel sind grosse Gebiete noch vollständig unberührt.

Auf dem Festlande sind nur die Umgebungen der Wohnorte der Botaniker besser untersucht; z. B. von Russow die Umgegend Revals, von Pahnsch die Umgebung von Nurms usw. In Hapsal arbeitete der Volksschullehrer Jürgens, in Pönal Th. Frese; die Umgebung von Weissenstein haben Tegeler und Wiedemann näher erforscht; Seidlitz botanisierte in der Nähe seines Wohnortes Türpsal (Türsamäe) und Gruner in Wottikfer. Dieselbe Erscheinung bemerken wir auch anderswo: das Gut Piep (Piibe) wird deshalb häufiger erwähnt, weil dort K. E. v. Baer aufwuchs und aus der Umgebung sein Herbarium zusammenstellte; die Umgebung des Gutes Kardis (Kärde) ist deshalb mehr erforscht, weil Prof. Bunge durch Verwandtschaftsbande mit der Gutsbesitzerfamilie verknüpft war und häufig dort weilte; die Umgebung des Gutes Kaisma wird von Schmidt häufiger erwähnt, da er dort aufwuchs und seine ersten botanischen Beobachtungen anstellte; auf Moon lebte sein Onkel, bei dem er den Sommer verbrachte, usw. Überhaupt ist die Umgebung der Sommerkurorte mehr bearbeitet worden, wie Kasperwiek (Käsmu) (Russow, Lehbert), Lodensee (Klooga), Laulasmaa (Lehbert, Niclasen u. a.). Wenn wir aber die Fundorte im Inneren des Landes betrachten, stellt es sich heraus, dass sie fast immer an den grossen Poststrassen (z. B. Reval — Dorpat, Reval — Pernau und Reval — Hapsal) gelegen sind. Es scheint sogar, dass die Zahl der Fundorte grösser ist auch an den nach Werder (Virtsu) führenden Strassen, von wo man in früherer Zeit nach Ösel übersetzte. Ich erwähnte es schon, dass die älteren Botaniker, wie auch die jetzigen, es für ihre Pflicht hielten, mehrfach Ösel zu besuchen; die Wege dorthin führten alle durch Werder, der eine über Weissenstein — Turgel (Türi) — Fennern (Vändra) — St. Jacobi (Jaagupi), der andre von Reval über Goldenbeck (Kullamaa) — Leal (Lihula) — Hanehl (Hanila). Es ist natürlich,

1) Ich nenne hier neben dem Öselaner Sass, und Fr. Schmidt, der in Ösel längere Zeit gearbeitet hat, noch C. A. Meyer, A. v. Bunge, auch Jäsche, Duhmberg, Kierulff, Müller, Heugel, Bienert, Bruttan, Lehmann, Klinge, Kupffer, Lackschewitz, Lehbert usw.

dass auch am Wege an interessanteren Stellen Notizen gemacht wurden. Stellenweise kann man sogar bemerken, dass die Umgebung der Pferdeposthaltestationen häufig erwähnt wird, z. B. Mustlanõmme oder Wahast (Vahastu), Ranna-Pungern (Ranna-Pungerja) und Klein-Pungern (Väike-Pungerja), — während die Pferde gewechselt wurden, unternahm man einen Spaziergang in die nächste Umgebung der Station und machte dabei entsprechende Beobachtungen. Nur in der Umgebung von Werro scheint keine Tendenz zur Bevorzugung der Poststrassen vorzuliegen, hier ist in verschiedenen Richtungen von der Stadt ausgegangen worden. Ein Teil der Fundorte liegt jedoch hier an dem Woo; diese hat Klinge während seiner Reise auf dem Flusse Woo notiert (1885). Dasselbe können wir auch in der Umgebung von Klein St. Johannis (Kolga-Jaani) und Oberpahlen (Põltsamaa) bemerken, wo die Fundorte hauptsächlich von Prof. M. Willkomm aufgezeichnet sind.

Eine besondere Insel stellt Setukesien dar, dessen Erforschung, wie schon erwähnt, von einem ganz anderen Ausgangspunkt begann. Setukesien gehörte früher zum Pskowschen Gouvernement, und die Umgebung von Isborsk war für die Forschung in diesem Gouvernement das Gebiet der Raritäten. Als man im letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts die Flora des Pskowschen Gouvernements mehr zu beachten begann, wurde auch die Umgebung von Isborsk nicht unerforscht gelassen, wo infolge abweichender Bodenverhältnisse die Pflanzenwelt sich stark von der in der Umgebung Pskows unterschied. Hier arbeiteten besonders eifrig Andrejew und Ispolatow im Jahre 1898; im folgenden Jahr wurde das Gebiet vom Forstgelehrten Puring untersucht, der auf Grund eigener und früherer Daten gründlichere Aufstellungen über die Pflanzenwelt Setukesiens macht. Einige Jahre vorher schon arbeitete der Hochschüler Bonischko in der Umgebung von Petschur (Petseri)[1]) und Hans Hiir machte von Werro aus Reisen zum Pflanzensammeln[2]). Jedenfalls erkennt man, dass das Netz der Fundorte in Setukesien verhältnismässig dicht ist, obgleich auch hier der Nord- und Südteil nicht genügend erforscht zu sein scheinen.

Im allgemeinen erhellt, dass Nord-Estland im grossen und ganzen floristisch besser erforscht ist, als Süd-Estland. Das ist zum Teil dadurch bedingt, dass infolge der

1) Vrgl. Puring (1898).

2) Vilberg, G., Hans Hiir taimede korjajana (H. Hiir als Pflanzensammler). „Loodus", I, 1922, p. 363—365.

Eigentümlichkeiten des Bodens von Nord-Estland die Flora verschiedenartiger und interessanter ist. Hier ist das Meer, das besondere Bedingungen für die Entwicklung der Pflanzenwelt schafft; der Kalkuntergrund ermöglicht den an diesen Boden gebundenen Pflanzen das Fortkommen; die Schutthalden unter dem Glint, alvarähnliche Lood — alle schaffen eine eigenartige Vegetation. Doch eine zweite wichtige Ursache besteht darin, dass der bei weitem grösste Teil der Botaniker und auch der Botanophilen entweder aus Nord-Estland stammten oder hier gearbeitet haben. Ich nenne hier nur Schmidt, Seidlitz, Gruner, Glehn, Wiedemann, Weber, Pahnsch, und auch den Kunstgärtner Dietrich, der in der Umgebung von Heimar (Haimre) und Casty (Kasti) gearbeitet hat, Russow, welcher während seines Sommeraufenthalts in Kasperwiek, Niclasen, welcher in Lodensee, Lehbert, welcher in Laulasmaa oder Kandel-Wainopä (Kandle-Vainupää) wohnte. Dieselben Einwirkungen des Wohnorts sehen wir in Süd-Estland, denn wenn sich irgendwo Floristen finden, haben sie zweifelsohne ihre nähere Umgebung zum Forschungsgebiet gewählt. Wir nennen hier nur Abel und Hiir in Werro, oder Maximowicz und Schrenk, die die Umgebung von Heiligensee (Pühajärv) und Odenpäh (Otepää) durchforscht haben; oder die Untersuchung der Umgebung von Hellenorm, Rappin und Pölve durch Lackschewitz. Ebenso ist auch die Umgebung von Elwa, Haselau (Haaslava), Kabina vielfach von Sommergästen erforscht worden, die auf die eine oder andere Art der floristischen Forschung Estlands einen Beitrag geliefert haben.

Aus der behandelten Karte der Fundorte erhellt die räumliche Verteilung der geleisteten Arbeit. Indirekt kann sie auch die Gesamtausdehnung der Erforschung von ganz Estland zeigen.

Wenn wir das Gesagte zusammenfassen, erkennen wir: 1) dass Estland zur Zeit der russischen Herrschaft floristisch nicht gründlich genug erforscht worden ist. Wenn auch einzelne engere Gebiete verhältnismässig befriedigend bearbeitet worden sind, finden sich zwischen ihnen ausgedehnte, floristisch ganz unberührte Gebiete, über deren Pflanzenwelt wir nur Vermutungen aussprechen können, indem wir sie mit der Flora benachbarter, näher erforschter Gebiete vergleichen; 2) zeigt die Forschung mehr oder weniger zufällige Züge und behandelt hauptsächlich die floristische Zusammensetzung; Beobachtungen über die Pflanzenassoziationen fehlen fast ganz, oder es sind wohl

die Formationen erwähnt worden, aber nur ganz allgemein und in grossen Zügen; 3) ist infolge unvollständiger Erforschung das floristische Bild Estlands noch nicht genügend klar und eindeutig; bei der Erforschung bisher unberührter Gebiete können noch grössere oder kleinere Veränderungen in Einzelheiten zutage treten.

Besonders muss die Untersuchung der Pflanzenassoziationen vertieft werden, die einen Vergleich der floristischen Zusammensetzung verschiedener Teile unserer Heimat ermöglichen und dadurch ein klares Bild der gesamten Flora schaffen würde.

Verzeichnis der floristischen Literatur.

Unten ist ein Verzeichnis der floristischen Arbeiten über die Blütenpflanzen und Gefässkryptogamen gebracht, die bis zur Entstehung der Republik Estland, d. i. bis zum Jahre 1918 (incl.) erschienen sind. In diesem Verzeichnis sind die Arbeiten erwähnt, die floristische Daten bringen:

1) nur von Estland, 2) vom ganzen Ost-Baltikum, falls sie einen allgemeinen Charakter haben, 3) von Nachbarländern, die Estland berühren, oder von Teilen, die früher zu benachbarten Gouvernements des ehemaligen Russland gehört haben und bei der Selbständigkeitserklärung Estlands diesem angeschlossen worden sind (Transnarvagebiet, Setukesien); oder die 4) pflanzengeographische Arbeiten darstellen, die direkt Estland behandeln; 5) Monographien, falls das ihnen zugrunde liegende Herbarienmaterial aus Estland stammt, oder falls in ihnen Fundorte erwähnt werden, die in Estland liegen; 6) verschiedene kleinere Notizen in der botanischen Literatur, in Reisebeschreibungen usw.

Das Verzeichnis macht keinen Anspruch auf Vollständigkeit, doch ist fast die ganze wichtigere Literatur über das behandelte Thema gebracht. Unerwähnt geblieben ist ein Teil von Monographien, in denen sich zweifellos auch Daten über Estland finden, da von der Dorpater Hochschule sowie von baltischen Botanikern zum Verfassen dieser Monographien Vergleichsmaterial erbeten wurde, worunter sich auch Exemplare aus Estland befanden. Auch sind Rezensionen von floristischen Arbeiten über das Ost-Baltikum, resp. Estland, fortgelassen worden, falls sie nichts Neues sagen und nicht die referierte Arbeit durch neue Daten ergänzen. Von angewandten Arbeiten sind nur die gebracht, die sich eingehender mit den Pflan-

zen und ihren Wachstumsverhältnissen beschäftigen, und die deren Vorkommen in einem bestimmten Gebiet erwähnen.

Von den häufig gebrauchten Abkürzungen seien erwähnt: NGD = Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Dorpat, NVR = Naturforscher-Verein zu Riga; UT = Universität Dorpat (Tartu); ERM = Estnisches Volksmuseum; BIT = Botanisches Institut der Dorpater (Tartu) Hochschule; z. B. SbNGD = Sitzungsberichte d. NGD; ArNGD = Archiv für die Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands; b. ERM = Bibliothek des Estnischen Volksmuseums, KbNVR = Korrespondenzblatt d. NVR, usw.

Da der grösste Teil der Literatur zu den Seltenheiten gehört, ist es erwähnt, wo die genannten Arbeiten zur Benutzung erhalten werden können, was die Beschaffung der gewünschten Literatur erleichtern dürfte. Diese Notizen sind hinter dem Titel des entsprechenden Buches oder der Arbeit in Klammern gebracht; die Abkürzungen bedeuten: v. in b. (vidi in bibliotheca), mit dem Namen der Institution oder der Persönlichkeit (Vlb. = Vilberg usw.), die Bibliothek, aus der das Buch erhalten worden ist; die Notiz non v. (non vidi) bedeutet, dass ich diese Arbeit nicht persönlich benutzen konnte, wohl aber die Daten dieser Arbeit auf Grund anderer Abhandlungen und Angaben benutzt habe. Der Umfang der in Zeitschriften erschienenen Arbeiten ist in Seitenzahlen angegeben, während in einzelnen Arbeiten durch eckige Klammern ([ ]) die Teile bezeichnet worden sind, die Estland nicht berühren.

Аггеенко, В. Н., Къ флорѣ Псковскаго уѣзда. Труды СПБ. Общ. Ест., XVII, 1, 1886, p. 1—31 (v. in b. NGD).

Alphabetisches Verzeichniss der Pflanzen, welche in dem die esthl. ökonomische Gesellschaft zusammengestellten Herbarium enthalten sind. Reval (?) (b. Vlb.)

Андреевъ, В. Д., Списокъ важнѣйшихъ растеній, найденныхъ въ Псковскомъ уѣздѣ въ 1907—1911 г. г. Acta horti bot. Univ. Jurjev. XIII, 3—4, 1912, p. 190—192 (v. in b. NGD).

— и Исполатовъ, Е., Дополненія къ флорѣ Псковской губерніи за время съ 1899 г. по 1907 г. Ibid., IX, 3—4, 1908, p. 154—160 (v. in b. NGD).

Баталинъ, А. Ѳ., Матеріалы для флоры Псковской губерніи. Acta horti Petropol., VIII, 3, 1884, p. 593—638 (v. in b. NGD).

— Добавленія къ флорѣ Псковской губерніи. Acta horti Petropol. X, 2, 1889, p. 439—456 (v. in b. NGD).

Berg, Fr. Graf, Einige Spielarten der Fichte. Schriften NGD II, 1887 (b. Vlb.).

— Einige Spielarten der Fichte. SbNGD, VIII, 1887, p. 157—163 (v. in b. NGD).

Bienert, Theoph., Reisebericht des Hrn. Apotheker Bienert. SbNGD, II, 1869, p. 117—121 (v. in b. NGD).

— Baltische Flora, enthaltend die in Esth-, Liv- und Kurland wildwachsenden Samenpflanzen und höheren Sporenpflanzen. Dorpat, 1872 (v. in b. Lehbert).

Birger, S., Utbredningen af Scirpus parvulus i Skandinavien. Svensk bot. Tidskrift VI, 3 (v. in b. Mus. bot. Helsinki).

Blaese, G. H., Die natürlichen Familien der wildwachsenden Phanerogamen der baltischen Provinzen Kur-, Liv- und Ehstlands. Mitau, 1861 (v. in b. UT).

Bode, A., Verbreitungs-Gränzen der wichtigsten Holzgewächse des Europäischen Russlands. Beitr. z. Kenntn. d. Russ. Reiches XVIII. St. Petersburg, 1856, p. 1—78 (v. in b. UT).

Bruttan, A., Bericht über eine lichenologische Exkursion in Kur- und Livland. SbNGD, II, 1869, p. 78—88 (v. in b. NGD).

Buhse, F. A., Zur Flora der Ostseeprovinzen. Arbeiten d. NVR, I, 1, 1847, p. 1—7 (v. in b. Gelehrt. Estn. Ges.).

— Zur Flora Livlands. KbNVR, IX, 1857, p. 6—13 (v. in b. NGD).

Bunge, A., Flora exsiccata Liv-, Est- und Curlands. I—X. Hundert. 1849— (v. in herb. Gymn. Treffn.)

Buxbaum, I. C., Plantae dubiae ad sva genera relatae. Comment. Acad. sc. Petropol. II, 1729, p. 369—371 (v. in b. UT).

— Observationes circa quasdam plantas Ingricas. Ibid. III, 1732, p. 270—273 (v. in b. UT).

— Plantarum minus cognitarum. Complectens plantas circa Byzantium & in oriente observatas. Centuria V. & App., Petropoli, 1740 (v. in b. Univ. Wien).

Conwentz, H., Beobachtungen über seltene Waldbäume in Westpreussen etc. Abh. z. Landesk. v. Prov. Westpreussen. Heft IX. Danzig, 1895 (v. in b. Univ. Wien).

De Bray, L. C., Essai critique sur l'histoire de la Livonie etc. T. III. Dorpat, 1817, p. 299—333 (v. in b. ERM).

— Skizze der Pflanzenwelt Livlands. Jahresverhandl. d. kurl. Ges. f. Lit. u. Kunst II. Mitau, 1826, p. 94—100 (v. in b. Gelehrt. Estn. Ges.).

Dietrich, A. H., Acclimatisationsversuche im Norden, als Beitrag zur Landschaftsgärtnerei. Mitth. d. Kais. freien ök. Ges. zu St. Petersb. 1854, p. 49—64, 181—215 (v. in b. ERM).

— Naturbilder aus Estland. Balt. Monatschr. X, 5, 1864, p. 389—409 (b. Vlb.).

— Alphabetisch geordnetes Verzeichniss der Zierbäume und Sträucher, welche in den Gärten der Provinz Ehstland, mit mehr oder weniger Erfolg angepflanzt, vorkommen etc. Mitth. üb. d. Wirksamkeit d. Ehstl. Gartenbau-Ver. zu Reval, II. Reval, 1865, p. 12—35 (v. in b. NGD).

Drümpelmann, Ernst W., Flora Livonica oder: Abbildung und Beschreibung der in Livland wildwachsenden Pflanzen. 1.—10. Heft, Riga, 1809—10 (v. in b. NGD).

— Beschreibung und Abbildung der vorzüglichschädlichsten wildwachsenden Giftpflanzen in Liefland, Ehstland und Kurland. Riga, 1811 (v. in b. UT).

— Beschreibung und Abbildung der vorzüglichsten und nützlichsten wildwachsenden Futtergräser in Liefland, Ehstland und Kurland. Riga, 1811 (non v.).

Eichwald, C. Ed., Anzeige von Wiedemann's und Weber's „Beschreibung phanerogamischer Gewächse von Ehst-, Liv- und Kurland". Reval, 1852. Inland, 1852, № 45, p. 837—843 (v. in b. ERM).

— Die Grauwackenschichten von Liv- und Esthland. Bull. de la Soc. d. nat. de Moscau, XXVII, 1, 1854, p. 3—111 (v. in b. NGD).

Ekman, F. I., Bekrifning om Runö i Liffland. Tavastehus, 1847; ins Deutsche übertragen, berichtigt und mit Zusätzen vermehrt Past. G. Forsell. Inland 1850, p. 6—8, 38—40, 83—86, 99—104, 165—168, 289—294, 305—308, 343—346, 389—392, 406—411 (v. in b. ERM).

Engelmann, Christ. Wilh., Genera plantarum oder die Pflanzen-Gatungen der in den russischen Ostseeprovinzen Esth-, Liv- und Kurland wildwachsenden Pflanzen. Mitau u. Leipzig, 1844 (v. in b. NGD).

Федченко, Б. А. и Флеровъ, А. Ѳ., Флора Европейской Россіи. Иллюстрированный опредѣлитель дикорастущихъ растеній Европейской Россіи и Крыма. СПБ., 1910 (b. Vlb.).

Fischer, J. B., Versuch einer Naturgeschichte von Livland. Leipzig, 1778 (v. in b. NGD); zwote vermehrte und verbesserte Auflage, Königsberg, 1791 (b. Vlb.).

— Zusätze zu einem Versuch einer Naturgeschichte von Livland nebst einigen Anmerkungen zur physischen Erdbeschreibung von Kurland, entworfen von Prof. I. I. Ferber. Riga, 1784 (v. in b. NGD).

— Flora livonica exhibens plantas in Livonia Esthoniaque sponte nascentes. Riga, 1797 (mskr. in b. NVR; v. in b. NVR).

Fleischer, J. G., Aufforderung und Beitrag zur Vervollständigung der Flora und Fauna der Ostseeprovinzen. Quatember, I, 1, Mitau, 1829, p. 18—31 (v. in b. Gelehrt. Estn. Ges.).

— Enumeratio plantarum phaenogamicarum hucusque in Curonia, Livonia Estoniaque observatarum. Bull. de la Soc. d. nat. de Moscou I, 1829, p. 74—102 (v. in b. NGD).

— Erster ergänzender Beitrag zur Vervollständigung der Flora der Ostseeprovinzen. Quatember II, 2. Mitau, 1830, p. 17—19 (v. in b. Gelehrt. Estn. Ges.).

— Systematisches Verzeichniss der in den Ostsee-Provinzen bis jetzt bekannt gewordenen Phanerogamen, mit Angabe der gebräuchlichsten deutschen, lettischen und ehstnischen Benennungen. Mitau, 1830 (lithogr.; v. in b. UT).

— und Lindemann, Em., Flora der deutschen Ostseeprovinzen Esth-, Liv- und Kurland. Mitau u. Leipzig 1839 (v. in b. NGD).

— und Bunge, A. Dr., Flora von Esth-, Liv- und Kurland. Mitau, 1853 (b. Vlb.).

Friebe, Wilh. Chr., Oekonomisch-technische Flora für Liefland, Ehstland und Kurland. Riga, 1805 (b. Vlb.).

Gandoger, Michaeli, Menthae novae emprimis Europaea. Bull. de la Soc. d. nat. de Moscou LVI, 4, 1881, [p. 223—277]; LVII, 4, 1882, p. 235—298; LVIII, 1, 1883 [p. 14—102] (v. in b. NGD).

Gautzsch, O., Epipogon aphyllum Sw. im Schloss-Luhdenschen Forst. KbNVR LVIII, 1924 (1918), p. 36—37 (v. in b. NGD).

Glehn, P. v., Flora der Umgebung Dorpats. ArNGD, II Ser., II Bd. Dorpat, 1860, p. 489—574 (b. Vlb.).

Georgi, Joh. Gottl,, Versuch einer Beschreibung der Russisch Kayserlichen Residenzstadt St. Petersburg und der Merkwürdigkeiten der Gegend, II Bd., 5. Kapitel: Von den einheimischen Pflanzen, p. 495—526. St. Petersburg, 1790 (v. in b. NGD).

— Versuch einer Beschreibung der natürlichen und ökonomischen Beschaffenheit des St. Peterburgischen Gouvernements. St. Petersburg 1790 (v. in b. UT).

— Geographisch-physikalische und naturhistorische Beschreibung des Russischen Reichs, zur Uebersicht bisheriger Kenntnisse von demselben. Theil III, Bd. IV, 1799, Bd. V, 1800 (v. in b. NGD).

Germann, Gottfr. Alb., Reise durch Ehstland, vorzüglich botanischen Inhalts. Im Sommer 1803 unternommen. D. H. Hoppe's neues bot. Taschenb. Nürnberg, 1805, p. 57—104 (v. in b. Dr. Spohr).

— Verzeichniss der Pflanzen des botanischen Gartens der Kaiserlichen Universität zu Dorpat, im Jahr 1807. Dorpat, 1807 (v. in b. NGD).

Gorter, David v., Flora Ingrica ex schedis Stephani Krascheninnikow confecta et propriis observationibus aucta, Petropoli, 1761 (v. in b. Mus. bot. Helsinki).

— Appendix plantarum Florae Ingricae a Laxmanno, Falkio, Lamanossovio et Stahlino dedectarum. Petropoli, 1764 (non v.).

Gruner, L., Commentar zu dem von Leopold Gruner und Eduard Lehmann herausgegebenen landwirthschaftlichen Herbarium. Dorpat, 1862 (v. in b. NGD).

Gruner, L., Schilderung der Vegetationsverhältnisse des östlichen Allentackens etc. ArNGD, II Ser., III (1862), p. 121—132 (b. Vlb.)
— Bericht über die Reise in Allentacken im Sommer 1861. SbNGD II, 1862 (1869), p. 27—31 (v. in b. NGD).
— Bericht über die Ferienreise in die westliche Hälfte des Allentackenschen Gebietes im Jahre 1862. Ibid., II. 1863 (1869), p. 62—65 (v. in b. NGD).
— Versuch einer Flora Allentackens und des im Süden angrenzenden Theiles von Nordlivland. ArNGD, II Ser., IV, 1864, p. 373—532 (b. Vlb.)
(Grewingk, C. Dr.), Der Vegetationsboden der Ostseeprovinzen. Inland 1861, № 8: p. 113—119; № 9: p. 130—134 (v. in b. ERM).
Grindel, D. H., Botanisches Taschenbuch für Liv-, Cur- und Ehstland. Riga, 1803 (b. Vlb.).
Göggінger, J., Excursion auf die Halbinsel Sworbe. KbNVR, XXI, 1875, p. 107 (v. in b. NGD).
— Einige mächtige Bäume an der Küste von Pernau bis Arensburg. Ibid., XXVI, 1883, p. 14 (v. in b. NGD).
Handel-Mazzetti, H. v., Monographie der Gattung Taraxacum. Leipzig u. Wien 1907 (v. in b. BIT).
Herder, F. v., Plantae Raddeanae monopetalae. Bull. de la Soc. d. nat. de Moscou. T. XXXVII, 1, 1864, p. 190—235; XXXVIII, 2, 1865, [p. 369—421]; XL, 1, 1867 [p. 201—241]; XL, 2, 1867, p. 406—447; XLI, 3, 1868, p. 1—53; XLIII, 1, 1870, p. 81—111; 2, p. 174—217; LVIII, 2, 1883, p. 367—415; LVIII, 3, p. 38—111; LIX, 1884, p. 231—245; 1885, p. 109—166 (v. in b. NGD).
— Lobeliaceae, Campanulaceae, Siphonandraceae, Rhodoraceae etc., a cl. D-re G. Radde annis 1855—1859 in Sibiria orientali collectae. Acta Horti Petrop. I, 2, 1872, p. 283—586 (v. in b. NGD).
— Addenda et emendanda ad plantas Raddeanas monopetalas. Bull. d. la Soc. d. nat. de Moscou LIII, 1, 1878, p. 1—30; LVI, 1, 1881, p. 141—187 (v. in b. NGD).
— Labiatae, Plumbagineae et Plantagineae a cl. D-re G. Radde annis 1855—1859 in Sibiria orientali collectae. Acta Horti Petrop., X, 1, 1887, p. 1—82 (v. in b. NGD).
— Plantae Raddeanae apetalae. Ibid., X, 2, 1887, p. 581—627; XI, 2, 1892, p. 184—274; p. 339—368; p. 393—470; XII, 1, 1892, p. 31—132 (v. in b. NGD).
— Die Flora des europäischen Russlands. Engler, Bot. Jahrb. XIV, 1892, p. 1—165 (v. in b. BIT).
Hermann, F., Flora von Deutschland und Fennoskandinaviens, sowie von Island und Spitzbergen. Leipzig, 1912 (v. in b. BIT).
Heugel, C. A., Beiträge zur näheren Kenntniss unserer Weidenarten, nebst kritischen Bemerkungen zu: Trautwetters „Dissertatio de salicibus Livonicis". KbNVR., I 1846, p. 131—140 (v. in b. NGD).
— Bemerkungen und Beiträge zur Flora der Ostseeprovinzen. Ibid., V, 1852, p. 113—152 (v. in b. NGD).
— Beitrag zur näheren Kenntniss einiger Erysimum-Arten. Ibid. VII, 1853, p. 145—151 (v. in b. NGD).
— Monströse und seltene Pflanzen. Ibid., XI, 1859, p. 72 (v. in b. NGD).
— Zur Flora der Ostseeprovinzen. Ibid., XI, 1859, p. 117—123 (v. in b. NGD).
Hoyningen-Huene, Fr., Phänologische Beobachtungen. KbNVR, XVIII, 1870, p. 25—30, 103—108, 135—137; XIX, 1872, p. 62—70, 127—133, 146—150; XX, 1873, p. 12—16, 25—28 (v. in b. NGD).
Хребтовъ, А. А., Примѣры плодовитости и распространенности полевыхъ сорныхъ растеній въ Прибалтійскомъ краѣ. Труды Бюро по прикл. бот., I, 1908, № 11—12, p. 278—302 (v. in b. NGD).
— Примѣры прорастанія сѣмянъ сорныхъ растеній. Ibid., 1909, № 10, p. 575—584 (v. in b. NGD).

Хребтовъ, А. А., Изъ наблюденій надъ сорными растеніями на поляхъ въ Лифляндіи. Ibid., III, 1910, p. 316—318 (v. in b. NGD).
— Состояніе сорной растительности по горизонтамъ въ различные моменты развитія культурныхъ посѣвовъ въ Лифляндіи. Ibid., IV. 1912, p. 575—604 (v. in b. NGD).
— Растительность г. Феллина и его окрестностей. Результаты бот. экскурс. учителей и учительницъ-слушателей сельско-хозяйственныхъ курсовъ въ 1916 г. въ г. Феллинѣ. Феллинъ, 1916 (v. in b. Dr. Spohr).
— Памятники природы на островахъ Эзеля, Абро и Руно. Феллинъ 1916 (v. in b. ERM).
(Hueck, A. Dr.), Darstellung der landwirthschaftlichen Verhältnisse in Esth-, Liv- und Curland. Leipzig, 1845 (b. Vlb.).
Hueck, C. F., Das Gut Munnalas in Ehstland und meine Bewirthschaftung desselben in den Jahren 1838 bis 1845. Reval 1845 (v. in b. ERM).
Hupel, Aug. Wilh., Topographische Nachrichten von Lief- und Ehstland [I, 1774, II, 1777, p. 486—524; III Bd., 1782] (v. in b. NGD).
— Die gegenwärtige Verfassung der Rigischen und der Revalschen Statthalterschaft. Riga, 1789 (v. in b. NGD).
— Oekonomisches Handbuch für Lief- und Ehstländische Gutsherren, wie auch für deren Disponenten. I Theil. Riga 1796 (v. in b. Gelehrt. Estn. Ges.).
Исполатовъ, Новыя мѣстонахожденія нѣкоторыъ растеній въ Псковской губерніи и новости для Псковской флоры за 1897 годъ. Труды СПБ общ. ест. XXVIII, 3, 1898, p. 270—272 (v. in b. NGD).
— Ботанико-географическія изслѣдованія въ Псковской губерніи за лѣто 1898 года. Ibid. XXIX, 3, 1899, p. 226—236 (v. in b. NGD).
Jentzsch, Alfr. Dr., Der Frühlingseinzug des Jahres 1895 in Estland. Balt. Wochenschrift, XXXIII, 1895, p. 618—621 (v. in b. NGD).
— Der Frühling des Jahres 1895 in Kur-, Liv- und Estland. Ibid. XXXIV, 1896, p. 41—46 (v. in b. NGD).
Johnson, J. Dr., Grundsätze der Veranschlagung landwirthschaftlicher Grundstücke. Mitau, 1839 (v. in b. Gelehrt. Estn. Ges.).
— Beitrag zur Kenntniss der wirthschaftlichen Verhältnisse der Insel Oesel. St. Petersb., 1850 (v. in b. UT).
Klinge, J., Über Sagittaria sagittaefolia L. SbNGD, V, 1878, p. 379—408 (v. in b. NGD).
— Erratischer Block bei Sotaga. Ibid. V, 3, 1881, p. 224—230 (78—84) (v. in b. NGD).
— Flora von Est-, Liv- und Curland I. Abt. Gefaesspflanzen: Gefaesskryptogamen und Phanerogamen. II Specieller Theil, Reval, 1882 (b. Vlb.).
— Die Schachtelhalme, Equisetaceae (L) C. Rich. von Est-, Liv- und Curland. Ar NGD, II Ser., 8. Bd., p. 1—99 (Sep.). Dorpat, 1882 (b. Vlb.).
— Die Holzgewächse von Est-, Liv- und Curland. Dorpat, 1883 (b. Vlb.).
— Isoëtes lacustris. SbNGD, VI, 1883, p. 157 (v. in b. NGD).
— Einige Varietaeten und Formen von Juncus bufonius L. Ibid., VI, 1883, p. 181—184 (v. in b. NGD).
— Abnormitaeten von Anemone. Ibid., VI, 1883, p. 184 (v. in b. NGD).
— Schulflora von Est-, Liv- und Curland und den angrenzenden Gouvernements mit besonderer Berücksichtigung von Ingermannland etc. Dorpat, 1885 (b. Vlb.).
— Eine Flussfahrt auf dem Woo. SbNGD, VII, 1, 1885, p. 193—233 (b. Vlb.).
— Bunias orientalis L., die Zackenschote. Balt. Wochenschrift, XXV, 1887, p. 249—251, 257—260, 266—269 (v. in b. NGD).
— Lathyrus silvester L., die Wald-Platterbse. Ibid., XXVI, 1888, p. 181—183 (v. in b. NGD).
— Über den Einfluss der mittleren Windrichtung auf das Verwachsen der Gewässer nebst Betrachtung anderer von der Windrichtung ab-

hängiger Vegetations-Erscheinungen im Ostbalticum. Engler, Bot. Jahrb., XI, 1889, p. 264—313 (v. in b. BlT).
Klinge, J., Bericht über im Jahre 1890 für das Ostbalticum neugesichtete Pflanzenarten. SbNGD, IX, 1891—92, p. 420—440 (v. in b. NGD).
— Über Moorausbrüche. Engler, Bot. Jahrb., XIV, 1892, p. 426—461 (v. in b. BlT).
— Das Wandern der Fichte, Picea excelsa Lik. Balt. Wochenschrift XXX, 1892, p. 285—295, 301—306 (v. in b. NGD).
— Revision der Orchis cordigera Fries und Orchis angustifolia Rehb. Jurjew, 1893 (b. Vlb.).
— Dactylorchidis, orchidis subgeneris, monographiae prodromus I. Specierum subspecierumque synopsis et diagnoses. Acta Horti Petrop. XVII, 1, 1898, p. 145—202 (v. in b. NGD).
— Zwei neue bigenere Orchideen — Hybride: Gymnadenia conopea R. Br + Orchis Russowi m. und Coeloglossum viride Hartm. + Orchis turcestanica Klinge. Ibid. XVII, 1, 1898, p. 203—221 (v. in b. NGD).
— Die homo- und polyphyletischen Formenkreise der Dactylorchis-Arten Ibid. XVII, 2, 1899, p. 67—146 (v. in b. NGD).
— Zur geographischen Verbreitung und Entstehung der Dactylorchis-Arten. Ibid., XVII, 2, 1899, p. 147—250 (v. in b. NGD).
— Die Honigbäume des Ostbalticums und die Beutkiefern Westpreussens. Schriften d. Naturf. Ges. in Danzig. N. F. X, 2, 3, 1901, p. 215—242 (v. in b. NGD).
Knersch, W., Ueber das Vorkommen und Verhalten unserer Lärchen. Balt. Wochenschrift, XXVI, 1888, p. 77—79 (v. in b. NGD).
— Holzgewächse Livlands. KbNVR, LIV, 1911, p. 49—53 (v. in b. NGD).
Köppen, Fr. Th., Geographische Verbreitung der Holzgewächse des Europäischen Russlands und des Kaukasus. I Theil. Beitr. z. Kenntn. d. Russ. Reiches, III Folge, V Bd., 1888. II Theil, ibid., Bd. VI, 1889 (v. in b. UT).
Kunder, J., Looduse õpetus. Koolmeistritele ja koolidele. Teine raamat: Taimede riik. Tartu, 1882 (b. Vlb.).
— Mõnest meie maa kihvtisest taimest (kasvust). „Sakala", 1883, Nr. 13—16 (v. in b. ERM).
Kupffer, K. R., Neu- und Seltenheiten für die Flora baltica. KbNVR, XXXVII, 1894, p. 104 (v. in b. NGD).
— Über synanthrope Pflanzen. Ibid., XXXVIII, 1895, p. 70—75 (v. in b. NGD).
— Verzeichnis seltener Pflanzen Liv- und Kurlands. SbNGD. XI, 1895, p. 67—71 (v. in b. NGD).
— Beitrag zur Flora der Insel Runö. KbNVR, XXXIX, 1896, p. 19—24 (v. in b. NGD).
— Beitrag zur Kenntnis der Gattung Calamagrostis im Balticum. Ibid., XL, 1898, p. 52—59 (v. in b. NGD).
— Über das Herbarium Prof. G. Kieseritzky's. Ibid., XL, 1898, p. 88—92 (v. in b. NGD).
— Beitrag zur Kenntnis der Gefässpflanzenflora Kurlands. Ibid., XLII, 1899, p. 100—140 (v. in b. NGD).
— Botanische Exkursion nach Ösel. Ibid., XLIV, 1901, 49—50, 52—55, 60—61 (v. in b. NGD).
— Dr. bot. Johannes Christoph Klinge †, sein Leben und seine Werke. Ibid., XLV, 1902, p. 7—20 (v. in b. NGD).
— Saussurea alpina D. C. subsp. esthonica (Baer ex Rupr. pr. sp.) Kupffer. Ibid. XLV, 1902, p. 94—103 (v. in b. NGD).
— Sorbus scandica und aria. Ibid., XLVI, 1903, p. 69 (v. in b. NGD).
— Beschreibung dreier neuer Bastarde von Viola uliginosa nebst Beiträgen zur Systematik der Veilchen. Oesterreich. Bot. Zeitschr. 1903, № 4 ff. (Sep.), p. 1—22 (v. in b. NGD).
— Rosa glauca Vill, etc. Acta Horti bot. Jurjev. III, 3, 1903, p. 180 (v. in b. NGD).

Kupffer, K. R., Veronica opaca Fries. Acta Horti bot. Jurjev III, 3. 1903, p. 183 (v. in b. NGD).
— Pinguicula brachyloba Ledeb. Ibid., III, 4, 1903, p. 256—257.
— Bemerkungswerte Vegetationsgrenzen im Ostbalticum. Abhandl. d. Bot. Ver. d. Prov. Brandenburg XLVI, 1904, p. 61—91 (v. in b. NGD).
— Kleine Notizen (Beiträge zur Kenntnis der ostbaltischen Flora I). KbNVR, XLVII, 1904, p. 126—150; Beiträge II. Ibid., XLVIII, 1905, p. 213—239 (v. in b. NGD; b. Vlb.).
— Pflanzenleben, Florengeschichte und Vegetationsbilder unserer Heimat. Heimatstimmen II, 1906, p. 192—235 (b. Vlb.).
— Vorläufige Mitteilung über die ostbaltische Taraxaca. KbNVR, L, 1907, p. 119—150 (v. in b. NGD).
— Kleine Notizen (Beiträge zur Kenntnis der ostbaltischen Flora IV). Ibid., L, 1907, p. 180—210 (v. in b. NGD).
— Literaturübersicht der ostbaltischen Flora: Niclasen, Eug. und Aidas, Joh., „Kodumaa õiskasvud" etc. Ibid., L. 1907, p. 223—226 (v. in b. NGD).
— Apogameten, neueinzuführende Einheiten des Pflanzensystems. Oesterreich. bot. Zeitschr. 1907, № 10, p. 1—16 (Sep.) (v. in b. NGD).
— Naturdenkmäler in der Pflanzenwelt des ostbaltischen Gebietes (Separatabdruck aus der Rigasch. Zeitung) Riga, 1908 (v. in b. NGD).
— Einiges über Herkunft, Verbreitung und Entwickelung der ostbaltischen Pflanzenwelt. Arbeit d. I. Balt. Historikertages z. Riga, 1908; p. 174—213 (b. Vlb.).
— Baltische Landeskunde, Teil IV: Die Pflanzenwelt, p. 295—324. Riga, 1911 (b. Vlb.).
— Natürliche Zugehörigkeit und Grenzen des Ostbaltischen Gebiets. Kalender auf d. J. 1919, herausg. v. Balt. deutsch -ev. Notstandskom., Riga 1918, p. 23—42 (v. in b. NGD).
Курилинъ, М. П., Отчетъ объ экскурсіяхъ въ Нарвскомъ и Ямбургскомъ уѣздахъ въ 1871 году. Труды СПБ. общ. ест. Т. III, 1872, p. XL—XLIV (v. in b. NGD).
— Списокъ растеній, собранныхъ въ окрестностяхъ Нарвы, Гдова и Ямбурга въ 1871 году. Ibid. T. IV, 1873, p. 84—96 (v. in b. NGD).
Kusneczow, N. Prof., Über den Polymorphismus der Veronica Teucrium (L.) Wallr. Bull d. l'Acad. d. Scienc. d. St. Pétersb. T. V. Ser. VI, № 2, 189, p. 175—193 (v. in b. NGD).
— Busch, N. A., Fomin, A. B, etc. Delectus plantarum exsiccatarum quae permutationi offert Hortus Botan. Univ. Jurjevensis. Acta et comm. Univ. Jurjev. VI, 1898 (I); VII, 2, 1899 (II); VIII, 2, 1900 (III); IX, 3, 1901 (IV); X, 5 1902 (V); XII, 4 1904 (VI); XV, 8, 1907 (VII), XXI, 8 (VIII) (v. in b. NGD).
Lackschewitz, P., Limnanthemum nympheoides und Erica Tetralis SbNGD, VIII, 1887, p. 35—36 (v. in b. NGD).
— Pinguicula alpina L. Acta Horti bot. Univ. Jurjev. II, 4 1902, p. 229 (v. in b. NGD).
— Ajuga pyramidalis L. Ibid., III, 4 1903, p. 251 (v. in b. NGD).
— Potentilla subarenaria Borb. Ibid III, 4, 1903, p. 257—258 (v. in b. NGD).
— Veronica anagallis L. und Veronica aquatica Bernh. Ibid., IX, 3—4, 1908, p. 160—162 (v. in b. NGD).
Ledebour, C, Fr. Dr., Supplementum I enumerationis plantarum horti botanici Dorpatensis. Dorpati, 1811 (v. in b. NVR).
— Enumeratio plantarum, quarum semina in horto botanico Univ. Dorpatens. servatur. Petropoli, 1814 (non v.).
— Flora Rossica, sive enumeratio plantarum in totius Imperii Rossici provinciis Europaeis, Asiaticis et Americanis hucusque observatarum. Stuttgard. I, 1842; II, 1844; III, 1846—1851; IV, 1853 (v. in b. NGD).
Lehbert, Rud., Floristische Ergebnisse des Sommers 1903. KbNVR, XLVII, 1904, p. 108—117 (v. in b. NGD).

Lehbert, Rud., Beitrag zur Kenntnis der Gattung Calamagrostis Adans. im ostbaltischen Gebiet. Ibid., XLVIII, 1905, p. 157—202 (v. in b. NGD).
— II Beitrag zur Kenntnis der Gattung Calamagrostis Adans. im ostbaltischen Gebiet. Ibid., XLIX, 1906, p. 135—140 (v. in b. NGD).
— und Kupffer, K. R., Verzeichnis der auf den Inseln Hoften beobachteten Pflanzen. Ibid., XLVII, 1904, p. 118—120 (v. in b. NGD).
— Über das Vorkommen einiger Birkenbastarde in Estland. Ibid., LII, 1909, p. 159—160 (v. in b. NGD).
— Calamagrostis purpurea Trinius und ihre Beziehungen zu Arundo Langsdorfi Link, Calamagrostis Langsdorffii Trin. und Calamagrostis elata Blytt. Versuch den bedrohten Namen „Calamagrostis purpurea Trin." vor dem Untergange zu schützen. Mitteil. des Thüring. Bot. Ver. N. F. XXVIII, 1911, p. 1—36 (v. in b. NGD).
— Erratische Blöcke in Estland. I. Wierländischer Strand, Kasperwick und Umgebung. Beitr. z. Balt. Naturdenkmalpflege. Reval, 1914 (b. Vlb.).
— Art-Grenzen im Genus Calamagrostis, demonstriert an Calamagrostis purpurea Trin. Lovisa u. Reval 1916 (Beilage der Zeitschr. „Pharmacia" 1925) (b. Vlb.).
Lehmann, Ed., Flora von Polnisch-Livland mit besonderer Berücksichtigung der Florengebiete Nordwestrusslands, des Ostbalticum, der Gouvernements Pskow und St.-Petersburg, sowie der Verbreitung der Pflanzen durch Eisenbahnen. ArNGD, Bd. XI, Lfg 1, Jurjew (Dorpat), 1895 (b. Vlb.).
— Nachtrag (I) zur Flora von Polnisch-Livland etc. Ibid., Bd. XI, Lfg. 2, Jurjew (Dorpat) 1896 (b. Vlb.).
Liboschitz, Joseph et Trinius, Charles, Flore des environs de St. Pétersbourg et de Moscou etc. Флора Санктпетербургская и Московская итд. Переводъ С. Орлова. St. Pétersbourg 1818 (v. in b. UT).
Lindberg, Harald, Die nordischen Alchimilla vulgaris-Formen und ihre Verbreitung. Ein Beitrag zur Kenntnis der Einwanderung der Flora Fennoskandias mit besonderer Rücksicht auf die finländische Flora. Acta Soc. scient. Fenn. T. XXXVII, 10, 1909 (v. in b. NGD).
Lindemann, Ed., Cryptogamologische Beiträge zur Flora der Ostseeprovinzen. KbNVR, II, 1847, p. 27—34 (v. in b. NGD).
— Index plantarum quas in variis Rossiae provinciis hucusque invenit et observavit. Bull. d. la Soc. d. nat. de Moscou, T. XXXIII, 1860, p. 77—190 (v. in b. NGD).
Löwis, A. v., Abhandlungen über die Naturgeschichte der in Livland wildwachsenden Holzarten (Aus dem neueren ökonomischen Repertorium für Livland). Erste Sammlung, 1812 (b. Vlb.).
— Ueber die ehemalige Verbreitung der Eichen in Liv- und Ehstland. Ein Beitrag zur Geschichte des Anbaues dieser Länder. Dorpat 1824 (b. Vlb.).
— Vorschlag zum Anbau von Eichen in den russischen Ostseeprovinzen, um für die Zukunft Schiffbauholz anzuziehen. Dorpat, 1834 (v. in b. UT).
— Ueber die Benutzung der Weisseller (Alnus incana). Livländ. Jahrb. d. Landwirtsch. Neue Reihenf. III, 3, 1839, p. 1—26 (b. Vlb.).
Luce, Joh. Wilh. Ludw. v., Ueber die Propagation einiger Bäume und Sträucher. Neues ökon. Repertorium f. Livl. V, 3, p. 344—358 (v. in b. ERM).
— Topographische Nachrichten von der Insel Oesel in medicinischer und ökonomischer Hinsicht. Prodromus Florae osiliensis. Topographische Nachrichten von den auf der Insel Oesel wachsenden Pflanzen, nebst Bemerkung ihres Nutzens in der Medicin, Oekonomie und Technik. Riga, 1823 (v. in b. NGD).
— Nachtrag zum Prodromus florae osiliensis, nebst einem vollständigen Register. Reval, 1829 (v. in b. ERM).
— Heilmittel der Ehsten auf der Insel Oesel. Pernau 1829 (v. in b. Spohr).

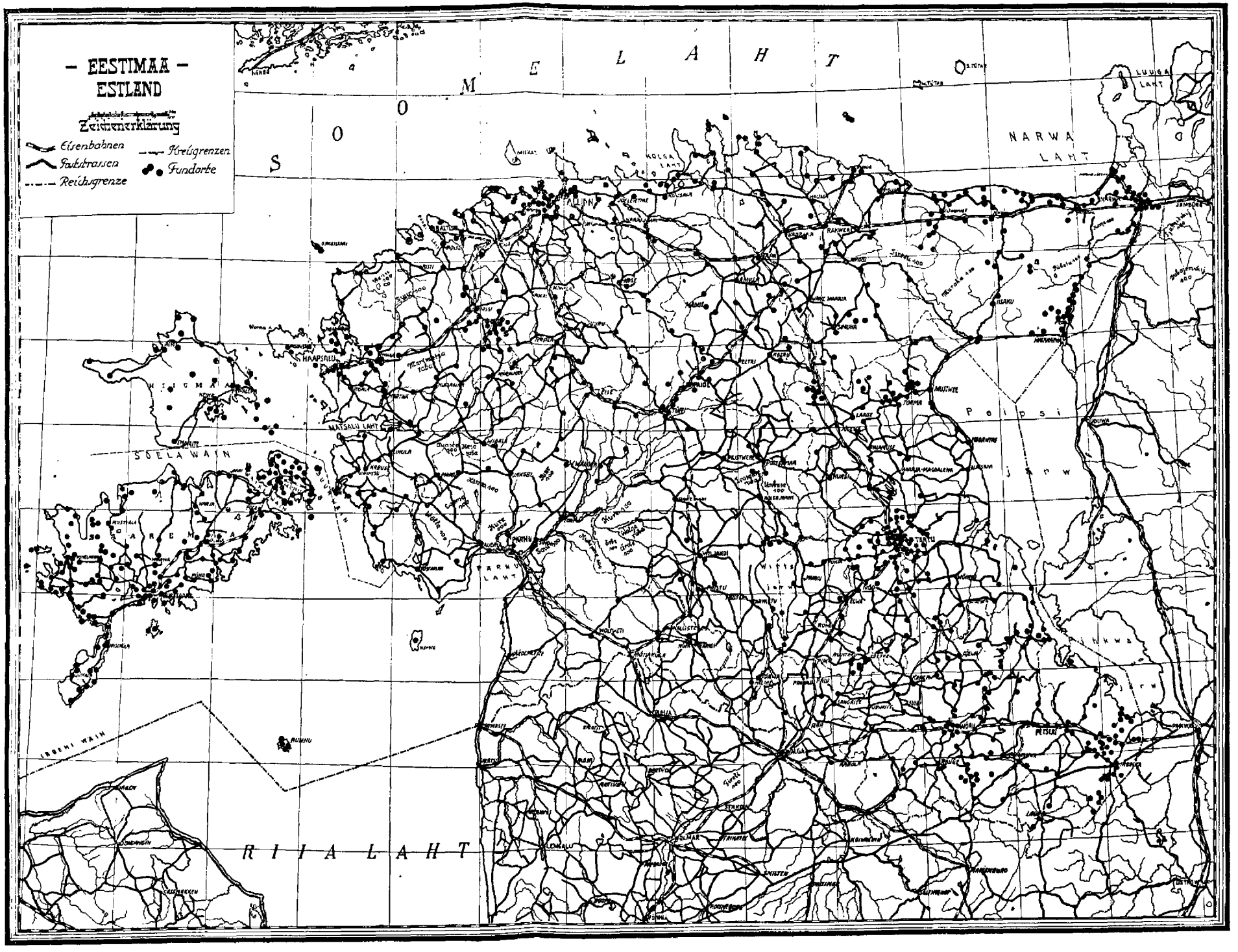
Malta, N., Floristische Notizen aus Südostlivland. KbNVR, LVII, 1915, p. 163—173 (v. in b. NGD).
Мальцевъ, А. И., Шесть естественно-историческихъ экскурсій въ окрестностяхъ г. Юрьева. Acta Horti bot. Univ. Jurjev. VIII, 3, 1907, p. 141—171 (v. in b. NGD).
Masing, C., Beobachtungen über die Bewegung der Vegetation im Dorpater Botanischen Garten und der Umgebung von Dorpat, von Frühling bis Herbst 1873. ArNGD, I Ser., VII Bd., 1874, p. 287—296 (v. in b. NGD).
Matsson, L. P. R., Rosae Osilianae. Öfvers. af. Kongl. Vet. Akad. Förhandl. Stockholm 1900 № 2, p. 297—309 (v. in b. NGD).
Maximowicz, C. I., Adnotationes de Spiraeaceis. Acta Horti Petropol. T. VI, 1, 1879, p. 105—261 (v. in b. NGD).
Meinshausen, K. Fr., Mittheilungen über die Flora Ingriens. Bull. d. la Soc. d. nat. de Moscou XLI, 2, 1868, p. 343—360 (v. in b. NGD).
— Flora ingrica oder Aufzählung und Beschreibung der Blütenpflanzen und Gefässkryptogamen des Gouvernements St. Petersburg. St. Petersb., 1878 (v. in b. UT).
— Die Sparganien Russlands, insbesondere die Arten der Ingermanländischen Flora. Bull. d. la Soc. d. nat. de Moscou. N. Ser. T. III, 1889, p. 167—175 (v. in b. NGD).
— Das Genus Sparganium L. Systematische Beschreibung der Arten nebst Darstellung ihrer Verbreitung auf Grundlage ihres Vorkommens im Gouv. St. Petersburg. Ibid., IV, 1893, p. 21—41 (v. in b. NGD).
— Die Cyperaceen der Flora Russlands insbesondere nach den Herbarien der Academie der Wissenschaften. Durchgesehen und herausgegeben von Dr. J. Klinge und W. Komarow. Acta Horti Petropol. XVIII, 5, 1900, p. 221—415 (v. in b. NGD).
Meyer, C. A., Revision der Arten der Gattung Agrimonia. Bull. Scientif. l'Acad. d. Scienc. de St. Pétersb., X, 22, 1842, p. 337—349 (v. in b. NGD).
— Über die Zimmtrosen, insbesondere über die in wildwachsenden Arten derselben. Ein Beitrag zu der Flora Russlands. Mém. de l'Acad. d. Sciences de St. Pétersb. Scienc. natur., VI Botan., 1849, p. 1—39 (v. in b. NGD).
— De Cirsiis Ruthenicis nonnulis commentatio botanica. Ibid., T. VI, 1849, p. 41—58 (v. in b. NGD).
— Kleine Beiträge zur nähern Kenntniss der Flora Russlands. Ibid., Ser. VI. T. VII, 1855, p. 1—24 (v. in b. UT).
Михайловскій, Г. П., и Курскій, П. И., Геологическо-ботаническая экскурсія студентовъ Имп. Юрьевскаго Университета въ Ревель и Нарву весной 1908 года. Acta et comm. Univ. Jurjev. XVII, 10, p. 1—26 (v. in b. UT).
Miščenko, P., Über die Wasserpest im Embach bei Dorpat. SbNGD, XIV, 1905, p. LXX (v. in b. NGD).
Mühlen, Leo v. zur, Der Soiz-See, seine Entstehung und heutige Ausbildung. SbNGD, XVIII, III, 1909, p. 1—39 (v. in b. NGD).
— Max, v. zur, Zur entwickelungsgeschichte des Spankauschen Sees, wie auch einiger anderen Seen in der Umgebung Dorpats. Ibid., XV, III, 1905—1906, p. 5—17 (v. in b. NGD).
— Die Potamogeton. des Ostbaltikums nebst Bemerkungen über den Wechsel der Arten und Formen in ein und demselben Gewässer. Mit Zusätzen von K. R. Kupffer. KbNGD, XLIX, 1906, p. 155—172 (b. VIb.).
— Mitteilungen über die Seen von Tilsit, Alt-Waimel und Schreibershof. SbNGD, XVII, III, 1908, p. 97—113 (v. in b. NGD).
— Die Raugeschen Seen. Ibid., XVII, III, 1908, p. 115—135 (v. in b. NGD).
— Садьервское озеро. Ibid., XIX, III, 1910, p. 1—9 (v. in b. NGD).
— Керимойсъ-Ульфельдское озеро. Ibid. XIX, III, 1910, p. 11—15 (v. in b. NGD).

Mühlen, Leo v. zur, und Schneider, Guido, Der See Wirzjerv in Livland. Biologie und Fischerei. ArNGD, Bd. XIV, Lfg. 1, 1920 (b. Vlb.).
Müller, C. J. G., Beitrag zur Flora von Livland. KbNVR, I 1846, p. 61—62, 68—71, 106—107; II 1847, p. 20—25, 48—50, 69—71, 124—128 (v. in b. NGD).
— Zur Flora der Ostseeprovinzen. Ibid., III, 1849, p. 124—128 (v. in b. NGD).
— Versuch eines Vegetationsgemäldes von Oesel. Ibid., VI, 1853, p. 1—26 (v. in b. NGD).
— F., cand. Ein Exemplar der Asperula odorata, gesammelt vom estländischen Strande bei Ontika. Ibid., XVIII, 1870, p. 114 (v. in b. NGD).
Мушинскій, Я. Я., Экскурсія въ окрестностяхъ Юрьева. Acta Horti bot. Univ. Jurjev. XII, 4, 1911, p. 336—338 (v. in b. NGD).
Niclasen, E., Floristisches aus Lodensee in Estland. KbNVR XLVII, 1904, p. 121—125 (b. Vlb.).
— ja Aidas, Joh., Kodumaa õiskasvud. 1 vihk. Tallinnas, 1907 (b. Vlb.).
Oettingen, A. J., Phänologie der Dorpater Lignosen. Ein Beitrag zur Kritik phänologischer Beobachtungs- und Berechnungsmethoden. ArNGD, VIII, 3, 1879 (v. in b. NGD).
— Heinrich von, Vorläufiger Bericht über die botanischen Ergebnisse der Seenforschung im Sommer 1905. SbNGD, XIV, III, 1904—1905, p. 29—38 (v. in b. NGD).
Orlowsky, A., Die Exkursion des Vereins Baltischer Forstwirte nach Kaster am 12.—14. Juli 1914. Verein balt. Forstwirte, Jahrb. 1914, p. 37—50 (v. in b. UT-Forstw.).
Pahnsch, Gerhard, Beitrag zur Flora Ehstlands. ArNGD, IX, 3, 1881 (b. Vlb.).
Петровъ, Д., Сравнительный обзоръ флоры лѣсосѣкъ разныхъ годовъ въ Наровской дачѣ Ямбургскаго лѣсничества. Изв. лѣсн. инст., XIII, 1905, p. 71—106 (v. in b. UT-Forstw.).
Pistohlskors, Otto Fr. von, Botanisches Namensverzeichniss in Liefland einheimischer Holzarten, mit ihren verschiedenen Benennungen. Hupel's Neue Nord. Miscell., XVII, 1797, p. 172—182 (v. in b. ERM).
Poll, E. von, Im Jahre 1873 angestellte Beobachtungen über die Bewegung der Vegetation bei Reo auf Oesel. ArNGD, I ser. VII, 1874, p. 297 (v. in b. NGD).
Понсетъ де Сандонъ, Осушеніе болотъ въ им. Кастеръ. Жур. Сельск. хоз. и лѣс., 1898 (v. in b. UT-Forstw.).
Прехтъ, Г. Г., Растительность болотъ опытной станціи Тома. Ежегодн. Балт. Общ. поощр. культ. болот, I, 1915 Юрьевъ, 1916 (b. Vlb.).
Пурингъ, Н. И., Новыя добавленія къ флорѣ Псковской губерніи. Прот. СПб. Общ. ест. 1896, № 2, p. 50—61 (v. in b. NGD).
— Очеркъ растительности западной части Псковской губ. Труды СПб. общ. ест. XXVIII, 3 (отд. бот.) 1898, p. 1—222 (v. in b. NGD).
— Изслѣдованія флоры Псковской губ. за 1899 и 1900 гг. по отчетамъ и матеріаламъ гг. Андреева, Исполатова и собственнымъ. Ibid., XXX, 3 (отд. бот.) 1901, p. 261—291 (v. in b. NGD).
Radecki, H., Pflanzenwelt Filsands und der Waika-Inseln. KbNVR, LVII, 1915, p. 8. (v. in b. NGD).
Ramann, E., Wald und Moor in den russischen Ostseeprovinzen. Zeitschr. für Forst- und Jagdwesen. 27, 1895, p. 17—30 (v. in b. UT-Forstw.).
Regel, A., Mittheilungen über neue Fundorte und interessante Arten und Varietäten der Dorpater Flora. SbNGD, IV, 1878, p. 56—59 (v. in b. NGD).
— Ed., Monographische Bearbeitung der Betulaceen. Nouv. Mém. d. la Soc. d. nat. de Moscou XIII (XIX), 1860—1861, p. 59—187 (v. in b. UT).
R(einthal?), C., Literärische Anzeige: „Beitrag zur Kenntniss der wirthschaftlichen Verhältnisse der Insel Oesel. Von Dr. J. Johanson" Inland, 1853, p. 785—790; p. 809—810; p. 829—830 (v. in b. ERM).

Rosenpflanzer, Gust., Zwischenfrüchte. Balt. Wochenschr. 1888 XXVI, № 15, p. 149—150 (v. in b. NGD).
Rothert, W., Floristische Beobachtungen. KbNVR, L, 1907, p. 151—179 (v. in b. NGD).
— Übersicht der Sparganien des Russischen Reiches (zugleich Europa's). Acta Horti Bot. Univ. Jurjev. XI, 1, 1910, p. 11—32 (v. in b. NGD).
Ruprecht, F. J., Distributio Cryptogamarum vascularium in Imperio Rossico. Beitr. z. Pflanzenk. d. Russ. Reichs, III, 1845 (v. in b. NGD).
— In historiam stirpium florae Petropolitanae diatribae. Ibid., IV, 1845 (v. in b. NGD).
— Bericht über eine botanische Reise im Gouvernement St. Petersburg. Bull. phys.-math. de l'Acad. d. sc. de St. Pétersb. XII, 14, 1854, p. 209-224 (v. in b. NGD).
— Analyse des Werkes H. H. Wiedemann und Weber: Beschreibung der phanerogamischen Gewächse Esth-, Liv- und Kurlands. Ibid. XIII, 8, 1855, p. 113—128 (v. in b. NGD).
— Flora ingrica sive Historia plantarum gubernii Petropolitani. Petrop., 1860, vol. I (v. in. b. NGD).
— Flora caucasi. I. Mem. de l'Acad. d. Sc. de St. Petersbourg, Ser. VII, t. XV, 1869 (v. in b. UT).
Russow, E., Flora der Umgebung Revals. ArNGD, Ser. II, Bd. VI, p. 1—120 (b. Vlb.).
— Beobachtungen über die Bewegung der Vegetation im Dorpater Botanischen Garten vom Frühling bis Herbst 1874. Ibid., I Ser. VIII, 1874, p. 415—417; vom Frühling bis Herbst 1875; ibid., p. 529—532 (v. in b. NGD).
— Über Epipogium Gmelini SbNGD, VI, 1884, p. 551—552 (v. in b. NGD).
— Ueber die Boden- und Vegetationsverhältnisse zweier Ortschaften an der Nordküste Estlands. Ibid., VIII, I, 1886 (1887), p. 93—142 (b. Vlb.).
— Zur Kenntniss der Subsecundum- und Cymbifolium-Gruppe europäischer Torfmoose. ArNGD, X, 1894, p. 361—527 (b. Vlb.).
Russow, Val., Ergebnisse einer ornithologischen Reise durch die Ostseeprovinzen während der Sommermonate 1870. SbNGD, III, 1874, p. 150—154, 159—164 (v. in b. NGD).
— Bericht über Ergebnisse einer zoologischen Reise durch Liv- und Estland im Frühjahre 1873. Ibid. III, 1874, p. 401—418 (v. in b. NGD).
Sass, Artur Baron v., Die Phanerogamen-Flora Oesels und der benachbarten Eilande und Beitrag zur Flora der Insel Runoe. ArNGD, II Ser., II, 1860, p. 575—656 (b. Vlb.).
— Die pflanzengeographischen Verhältnisse Oesells und der benachbarten Eilande. Petermanns Mitth. aus J. Perthes geogr. Anst., 1861, p. 282—283 (v. in b. Inst. Geogr.).
Schedae ad Herbarium Florae Rossicae, a Museo Botanico Academiae Imperialis Scientiarum Petropolitanae editum. I—VIII (1898—1922) (v. in b. Mus. bot. Helsinki).
Шмальгаузенъ, И. Ѳ., Сообщеніе о результатахъ экскурсіи въ южную часть Петербургской губерніи. Труды СПБ общ. ест. IV, 1, 1873, p. XII—XV (v. in b. NGD).
— Отчетъ объ экскурсіи въ юго-западной части Петербургской губерніи для изслѣдованія флоры. Ibid. IV, 1, 1873, p. CXLIII—CXLIV (v. in b. NGD).
— О растительныхъ помѣсяхъ. Наблюденія изъ Петербургской флоры. Ibid. V, 1, 1874, p. 79—190 (v. in b. NGD).
— Отчетъ объ экскурсіяхъ въ Ямбургскомъ и Петергофскомъ уѣздахъ въ теченіе 1874 года. Ibid. V, 2, 1874, p. XIII—XIV (v. in b. NGD).
— Сообщеніе о наблюденіяхъ надъ нѣкоторыми дикорастущими растительными помѣсями. Ibid., V, 2, 1874, p. XX—XXII (v. in b. NGD).
— Списокъ растеніямъ, собраннымъ въ Ямбургскомъ и Петергофскомъ уѣздахъ въ 1874 году. Ibid., V, 2, 1874, p. 33—106 (v. in b. NGD).

— Обзоръ формъ водяного лютика встрѣчающихся въ Петербургской губерніи. Ibid., V, 2, 1874, p. 107—112 (v. in b. NGD).
— Флора Средней и Южной Россіи, Крыма и Сѣвернаго Кавказа. Руководство для опредѣленія сѣменныхъ и высшихъ споровыхъ растеній. Кіевъ, I, 1895; II, 1897 (v. in b. BIT).
Schmidt, A. v., Einige Notizen über die Insel Runo. ArNGD, Ser. II, VI, 1864, p. 533—553 (b. Vlb.).
Schmidt, Fr., Flora der Insel Moon, nebst orographisch-geognostischer Darstellung ihres Bodens. ArNGD, II Ser., 1, 1854, p. 1—62 (b. Vlb.).
— Flora des silurischen Boden von Ehstland, Nord-Livland und Oesel. Ibid., II Ser., I, 3, 1855, p. 149—260 (b. Vlb.).
— Berichte über die auf Boden Ehstlands und Oesels ausgeführten Forschungen. SbNGD I, 1861, p. 156—162 (v. in b. NGD).
Schneider, Guido, Der Obersee bei Reval. Arch. für Biontologie II, 1, 1908 (v. in b. NGD).
— Предварительный отчетъ объ изслѣдованіи озера Вирцъервъ лѣтомъ 1911-го года. SbNGD, XX, III, 1911, p. 35—36 (v. in b. NGD).
Schrenk, B. v., Verzeichnis der 1872—1885 in Merreküll bei Narva gefundenen Rhopalocera, Sphinges, Bombyces und Noctuae. SbNGD, VIII, 1887, p. 60—81 (v. in b. NGD).
Seezen, E. L., Verzeichniss und Beschreibung der in Esth-, Liv- und Curland wildwachsenden phanerogamischen Giftgewächse. KbNVR, XIII, 1862, p. 152—158, 162—174, 184—194 (v. in b. NGD).
Sintenis, F., Ueber den Schmetterlingsfang an Honig in den Jahren 1872 und 1873. SbNGD, III, 1874, p. 454—460 (v. in b. NGD).
Sievers, Gregor v., Die Flussfahrt auf dem Embach, von dessen Ausfluss aus dem Wirzjärw bis Dorpat. ArNGD, I Ser., I, 1854, p. 353—366 (b. Vlb.).
— Max v., Die forstlichen Verhältnisse, dargestellt auf Grundlage der baltischen Forstenanquête vom Jahre 1901. Riga, 1903 (v. in b. UT-Forstw.).
Skottsberg, Carl, Viola-former från Ösel. Bot. Notiser 1900, p. 50—55 (v. in b. NGD).
— und Vestergren, Tycho, Einige für Oesel im Jahre 1899 neu gefundene Pflanzen. Öfvers. af Kongl. Vetensk.-Akad. Förhandl., 1900, № 3, p. 377—383 (v. in b. NGD).
— Zur Kenntnis der Insel Oesel I. Bihang till K., Svenska Vet.- Akad. handlingar 27, III, № 7. Stockholm, 1901 (v. in b. NGD).
Sobolewski, Gregor, Flora Petropolitana. Sistens plantas in gubernio Petropolitano spontes crescentes etc. Petropoli 1799 (v. in b. BIT).
Стемпинскій, Л., Исторія распространенія Elodea canadensis Micha въ Россіи. Acta Horti Bot. Univ. Jurjev. X, 4, 1909, p. 214—229 (v. in b. NGD).
Thoms, G., Ein Beitrag zur Kenntnis des Holzes der Eibe (Taxus baccata L.). KbNVR, XLV, 1902, p. 28—33 (v. in b. NGD).
Tideböhl, A. v., Die Insel Oesel. Inland 1853, № 16: p. 321—325; № 17: p. 337—344; № 50: p. 1045—1052; № 51: p. 1068—1074 (v. in b. ERM).
Trautvetter, E. R., De salicibus livonicis dissertatio. Nouv. mém. d. la Soc. d. nat. de Moscou, II, 1832, p. 361—384 (v. in b. UT).
— De Echinope genere capita II. Mitavae, 1833 (v. in b. BIT).
— Literärische Anzeige: Flora von Esth-, Liv- und Kurland. Bearbeitet von Dr. Johann Fleischer. Zweite vermehrte Ausgabe, herausgegeben von Prof. Dr. Al. v. Bunge. Mitau und Leipzig 1853. Inland, 1853, № 41, p. 869—872 (v. in b. ERM).
— Ueber die geographische Verbreitung der Herniaria-Arten in Russland. Bull. d. la Soc. de nat. de Moscou XXXVII, 4, 1864, p. 561—565 (v. in b. NGD).
— Catalogus Campanulacearum Rossicarum. Acta Horti Petropol. VI, 1, 1879, p. 41—104 (v. in b. NGD).

— Incrementa Florae phaenogamae Rossicae. Ibid., VIII, 1, p. 23—268; 2, p. 297—576; IX, 1, p. 1—220; 2, 221—415 (v. in b. NGD).
Ungern-Sternberg, Fr., Versuch einer Systematik der Salicornieen. Dorpat, 1866 (v. in b. BIT).
Wangenheim von Qualen, Fr. Th., Ueber Acclimatisirung des Maulbeerbaum und der Buche. KbNVR, XI, 1859, p. 40—49 (v. in b. NGD).
— Zur Flora Oesels. Ibid., XII, 1862, p. 113—114 (v. in b. NGD).
Weber, E., Aus Harrien in Ehstland. Ein Blick auf das Jahr 1853. Inland, 1854, p. 353—356, 373—376 (v. in b. ERM).
— Revals landschaftliche Umgebung. Illustr. Reval. Alman. f. d. J. 1855 (v. in b. Estl. Liter. Ges.).
Weinmann, J. A., Der botanische Garten der Kaiserlichen Universität zu Dorpat im Jahre 1810. Dorpat 1810 (v. in b. UT).
— Elenchus plantarum horti Imper. Pawlowskiensis et agri Petropolitani. Petropoli, 1824 (v. in b. NGD).
— Enumeratio stirpium in agro Petropolitano sponte crescentium, secundum Systema sexuale Linneanum composita. Petropoli, 1837 (v. in b. NGD).
Werner, Ernst, Neue Isoetes-Standorte in Livland. SbNGD, XVIII, III 1909, p. 41—100 (v. in b. NGD).
Westberg, Georg, Über die Selbständigkeit von Bromus patulus M. et K. als Art. KbNVR, XL, 1898, p. 60—66 (v. in b. NGD).
Wiedemann, F. J. und Weber, E., Beschreibung der phanerogamischen Gewächse Esth-, Liv- und Curlands. Reval, 1852 (b. Vlb.).
Willkomm, M., Beobachtungen über die Bewegung der Vegetation im Dorpater Botanischen Garten, im Frühling und Herbste des Jahres 1869. ArNGD, Ser. I, Bd. VI, 1870, p. 63—68; im Frühling bis Herbst d. J. 1870. Ibid. p. 165—171; im Frühling bis Herbst d. J. 1871, ibid., VII Bd., p. 75—80; im Frühling bis Herbst 1872, ibid. p. 173—178 (v. in b. NGD).
— Streifzüge durch die Baltischen Provinzen. Schilderungen von Land und Leuten mit besonderer Berücksichtigung der Wälder und der Forstwirthschaft. I. Theil: Liv- und Kurland. Dorpat 1872 (v. in b. ERM).
— Der Botanische Garten der Kaiserlichen Universität Dorpat. Dorpat 1873 (b. Vlb.).
— Forstliche Flora von Deutschland und Oesterreich. Leipzig u. Heidelberg 1875 (b. Vlb.).
Willmann, Fr. Wilh., Anleitung zur Bienenzucht für Liev-, Ehst- und Kurland. Mitau, 1787 (b. Vlb.).
Winkler, C., Literatur und Pflanzenverzeichniss der Flora Baltica. ArNGD, Ser. II, Bd. VII, 4, 1877 (b. Vlb.).
Wittrock, Victor, Wanderbilder vom estländischen Strande. Heimatstimmen II, Reval, 1906, p. 350—438 (b. Vlb.).
Zigra, J. H., Dendrologisch-öconomisch-technische Flora der im Russischen Kaiserreiche bis jetzt bekannten Bäume und Sträucher nebst deren vollständigen Cultur im Kleinen und Grossen etc. I, II. Dorpat 1839 (v. in b. NGD).
— Tabellarische Uebersicht der in den Wäldern der Ostseeprovinzen befindlichen Baumarten. Riga 1843 (non. v.).
Zoeckell, W. v., Anleitung und Behandlung der gewöhnlichsten unter den in den Ostseeprovinzen vorkommenden Krankheiten. II Aufl. Riga, 1828, p. 380—385 (v. in b. ERM).



Karte der Fundorte.

K. Mattieseni trükk, Tartus.

Pärivusest kurikalduvusega perekonnas.

Dr. H. Madisson.

Alates 1900. a. võttis kuritegevus eriti hoogu X valla K. külas, mis asub vana sõjatee ääres Vask-Narva — Mustvee-Põltsamaa vahel Torma kirikust Laiuse poole; seda teed mööda liikusid vanal ajal sageli sõjaväed Venemaalt Laiuse-Põltsamaa poole ja ümberpöördult. Sel asjaolul hävitati korduvalt selle tee ümbruse elanikud, eri teguvõimsam osa, nad aeti minema oma kohtadelt ning tühjaks jäänud kohti täitsid venelased, rootslased jne. Nii, näiteks, olid 1800. a. Laiuse ja Torma mõisa elanikest suur osa venelased. Siin asub ka mustlaste ainuke sunduslik asukoht, sest X vald oli kroonuvallana sunnitud mustlasi vastu võtma, kuna teised sellest keeldusid; ka palju sakslasi leidub mainitud kohtades. Kõik need rahvused segunesid hiljem eestlastega, mistõttu ka nende kohtade eestlastel on võõrkeelse kõlaga nimed. See rahvuste segunemine avaldub ka elanikkude hingeelus, mis on üldiselt tige, toores, affektidele kalduv; välimuselt on elanikud tõmmuvärvised, lühipeased. Mainitud element tundub rahvas nagu ülearusena, ei suuda kohaneda meie elutingimustele ja otsib erilisi avaldisviise, mis võib viia selle elemendi väljatõukamiseni rahvast.

Ülaltoodud põhjusel on neis kohis korduvalt surma saanud elujõulisem, tervem ja täiskasvanud rahva osa, mistõttu T. kihelkonna piires on eriti palju vaimu-närvihaigeid ja üldse alaväärtuslikku elementi, mida on näidanud nii Dr. med. Luiga, Dr. med. Toomingas'e ja Dr. Saarsen'i uurimused kui ka autori tähelepanekud. 1927. a. oli Avinurme vallas 4679 elanikuga vähemalt 50 alaväärtuslikku isikut; sama palju ka Torma vallas 3477 elanikuga; esimeses tuleb ümmarguselt 1 alaväärtuslik 93 normaalse isiku kohta ja teises isegi 1:69,5 peale. Need arvud on palju suuremad kui teistes kodumaa valdades.

Siia juure tuleb veel see asjaolu, et X vald on kroonuvald, kus alles Saksa okupatsiooni ajal lõplikult kaotati nöörimaa ja talud

aeti ühte tükki, kuna küla praegugi veel edasi püsib. Talud olid 50—60 aastat tagasi veel õieti suured, kuid vähenesid järkjärgult, sest isa jagas talu enamasti kõikide oma poegade vahel. Hääbunud perekonna maad aga läksid uuesti kogukonna omanduseks, mis suurendas teiste osa; ainult hiljem hakkas talude väljaostmine, mis sündis koos igaaastase rendi tasumisega; rent oli üldiselt madal; seegi jäeti veel tahtlikult maksmata, sest keisri perekonna tähtpäevil kustutati tihti kõik maksu võlad; see asjaolu hõlbustas viinatarvitamist, mis viis varanduse ja talusid haamri alla ja perekondi hävimisele.

Ülalmainitud põhjustel pole selle ümbruse rahval kunagi olnud kindlat eraomanduse austamist ja teise vara võtmist ei peeta kuriteoks ega paheks. Selle juures on igal külal kindel ühistunne ja kokkuhoid, mis seda kindlam, et kogu küla elanikud sugulussidemeis alaliste omavaheliste abiellumiste tõttu; abiellujad on peaaegu alati veresugulased.

Sellised olid umbes geograafilised ja ajaloolised K. küla arenemistingimused, milles tekkis eriline enne nägematu kuritegijatevaraste salk („шайка"). Salga liikmeid ja nende kuritegusid oli raske jälgida, sest kogu küla elanikud varjasid neid ja keegi ei tahtnud neid paljastada. Selline seisukord tekkis mitmel põhjusel: esmalt seetõttu, et paljud elanikest olid vargustega nii või teisiti seotud, varguses kaasaitajad, teadjad, varguse vastuvõtjad, varaste sugulased jne. ja teiseks, et keegi ei julgenud kuritegijaid üles anda; ülesandjale maksti rängasti kätte — tapeti loomi, peksti, põletati, varastati jne. Sellise terrori abil saavutati vaikimine. Kogu see kuritegevus oli aga seotud eriti Piit'ide perekonnaga, kes oli kogu kuritegevuse keskkohaks. P.[1]) nimi oli kuulus kaugel kui põlatud roimarite oma, isegi selle nime mainimine äratas kohe tähelepanu ja selle kandjad püüdsid temast vabaneda. See perekond — vanemad, 5 poega ja 2 tütart — elas V. talus; talu oli 109 vakamaad suur ostukoht, hea mullapinnaga ja viljasaagiga. Hiljem jagas isa talu 4 poja vahel, kes igaüks omale hooned ehitasid, kuna üks vend hiljem teise neljandiku ära ostis. Selle perekonna võtsin erilise uurimise alla. Andmed lubasid oletada, et varemalt selles perekonnas ei olnud kuritegijaid. P.-de isa ei ole nooremalt, ega ka vanemas põlves avaldanud erilist kalduvust võõra vara omandamisele ja riisumistele, samuti kui tema esivanemadki. Tekkis küsi-

1) P. = Piit.

mus, millest on tingitud selline spontaanne kuritegevuslik kalduvus selles sugukonnas. Uurimise allikaks olid revisjoni lehed alates 1795. a., kirikuraamatud, siseministeeriumi eelkaristusosakonna arhiiv, Riia ringkonnakohtu ja kriminaalpolitsei arhiivid ning isiklikud uurimused kohapeal taludes.

Enne kuritegevuse põhjuste selgitämisele asumist on tarviline ülevaade P.-de kuritegevusest üldse. P.-de perekonna kuritegevuse algmomenti fikseerida pole võimalik, sest kuritegevus on aegamööda välja kujunenud laste aastate kasvades. Juba koolipingil olles avaldus nende eriline antisotsiaalne iseloom korrale mittealistumises, sõnakuulmatuses ja rumala nalja tegemises hallpea õpetaja üle, mis ületas igasuguse sündsuse piiri. Ka vargusi tuli ette: nii armastasid nad tühjendada kaasõpilaste leivakotte ja varastada ka muid asju; toores egoism oli alati esikohal. Nende metsikus tegi neid kuulsaks kogu kihelkonnas, emad hirmutasid nendega lapsi; kes neid ei olnud näinud, tahtsid neid näha; ühtlasi kardeti nende viha. Koolist lahkudes andusid iga liiki, esialgu väiksemate ja hiljem suuremate asjade varastamisele; eriliseks varguse objektiks olid lambad, vasikad ja hiljem hobused; viimast liiki vargustega algas V. P. juba 14 a. vanuselt. Noormehepõlve varguste kohtukaristustest pole kahjuks võimalik pilti saada. Alates 1900. a. algab kõikide 7 P. kuritegevuses eriline kirglik hoog, mida piltlikult selgitab nende kohtus arutatud protsesside hulk ja sellele järgnevad karistused.

Kuritegevus.

A. P., s.[1]) 1875.

1—3) A. esimese kolme kohtuni jõudnud varguse ja kohtuliku karistuse üle nende eest puuduvad täpsad andmed; arvata on, et esimene kohus oli 18—19. eluaasta vahel;

4) neljanda varguse toimis ta 1899. a., s. o. 24 a., mispuhul Riia ringkonna kohus (Rrk.) mõistis A. raske varguse (arvatavasti hobusevargus) eest $1^1/_2$—2 a. vangiroodu ühes kõigi õiguste kaotamisega.

5) 1904. a. karistas Rrk. A. varemalt toimitud varguse (arvatavasti hobusevarguse) eest; varguse väärtus üle 300 kuldrubla; karistuse määr pole teada.

6) 1904. a. toimis hobusevargusi, mille eest Tallinna ring-

1) s. = sündinud.

konna kohus (Trk.) mõistis tema 1907. a. $3^1/_2$ a. vangiroodu, eelvangistust arvesse võttes.

7) 1906. a. elas A. Pihkvas, kus 29. okt. 1906. a. pani toime murdvarguse, mille eest Pihkva ringkonna kohus mõistis tema 1907. a. $2^1/_2$ a. vangiroodu.

8) 1905. a. 13. IV. toimis raske murdvarguse, mille puhul teda süüdistati nuhtlusseaduse (N. S.) § 1655 2 j. ja 5, § 1659 j.[1]) 2 ja 3 ja § 1659 I. j. 3 järgi; karistus koostati hiljem teiste karistustega.

9) Samal 1905. a. süüdistati A. kuriteos N. S. § 13 ja § 303 I. alusel. V. talus tabati 25. I. võõras hobune ja anti Mustvee politseile hoiule. Samal õhtul läks A. koos venna R.-ga M. alevi kõrtsi, kus purjutades tähendas rusikaga vastu lauda virutades, et hobuse saavat veel täna tagasi. Kõrtsist lahkudes varastasid öösel hobuse sõjariistus politseiniku valve alt ja müüsid ta järgmisel päeval Paide laadal. Kuritegude eest 6—9-ni mõistis Rrk. A. 1908. a. 16. I. koostatult 6 a. vangiroodu. Vangis olles järgnesid veel süüdistused kuritegudes, mis tehtud vabaduses olles 10) N. S. § 1655 j. 2 ja 3 alusel, ja 11) N. S. § 1655 j. 2 ja 3 alusel (murdvargused).

12) 13. IV. 05 toimis A. koos kuulsate varaste-sunnitööliste K. J. Kiker, J. J. p. Sil., Sifer. ja teiste kaasabil julge ja hästi organiseeritud murdvarguse Tartu vaksali teisel korral, kus nad artellistilt röövisid rahakasti, mis sisaldas 10598 r. 47 kop. Selle süüteo eest karistati koostatult eelmistega 4 a. vangirooduga.

13) Samal aastal koos venna R. toimitud kahe murdvarguse eest mõlemad väärtuses üle 300 r. ja

14) vägivaldsel teel valetunnistusele sundimise eest Rrk. karistas 4 a. vangirooduga.

15) 1909. a. karistati A. koos venna R. valitsusasutisest dokumentide varguse eest 5 a. vangirooduga ja 1910. a. 11. XI. Rrk. valevande eest $3^1/_2$ a. vangirooduga. Kokku on A. vähemalt 36—40 a. vangi mõistetud, millest koostamise teel ühes eeluurimise all olemisega ta kuni umbes 35 eluaastani, umbes 15—17 a. on ära kannud. Elu liikus ühest vangistusest teisse; vangistusele järgnes veidi vabadust, siis kuritegu, jälle vangistus jne. Umbes 35. eluaastast, eriti aga 40. eluaasta ümber peale abiellumist, jäi A. taltsamaks ja siirdus talupidamisele, millest teisel kohal pikemalt.

---

1) j. = jagu.

R. V. P., s. 1881.

1) Esimene kord karistati varguse eest 1900. a. 4 k. vangistusega. 2) Vabanedes pani ta 1901. a. toime hobusevarguse, mille eest koos teiste korduvate vargustega sai 8 kuud vangistust (Rrk. 10. III. 03). Vangist vabanedes andus innuga vargusele:

3) 28. IX. 04 ööl pani toime hobusevarguse (300 r.), mille eest Rrk. määras 3. IV. 07 3 a. vangiroodu ühes õiguste kaotamisega, milline süütegu koostati, 4) sama kohtu karistusega 1 — 2. IV. 1908. a. 2 a. vangirooduga ja 5) Trk. karistusega 19. 1. 07 hobusevarguse eest 25. 1. 05 koos venna A.-ga 3 a. vangirooduga — kokku 6 aastaks. Peterburi kohtupalati otsusega vähendati karistus 5 aasta peale (25. I. 05 — 19. I. 07 eeluurimise vangistus). 19. I. 07 saadeti asumisele Permi kubermangu. Samasse karistusse arvati ka 6) 1908. a. dokumentide vargus (25. I. 05) valitsusasutisest koos venna A.-ga. Karistuse lõppedes tuli enese seletusel kerjates jala kodumaale 1912. a. lõpuks; siis siirdus juba sõjariistus röövimisele ja vargustele, organiseerides sõjariistus röövsalga, mistõttu juba 7) 22. I. 13 vangistati ja Rrk. poolt 1914. a. varguse eest 2 a. ja 8) sama kohtu poolt röövimise, sõjariistus varguse ja hobusevarguse eest eelmisega koostatult 4 a. sunnitööle mõisteti (26. III. 14). Kohtule andis R. asjatundlikult kirjutise, milles palus kohtult „ka väikest kergendust", lubades „jumala ja inimeste nimel edaspidi kuritegevusest loobuda". Kuid elu otsutas teist. 9) 1915. a. 27. III. karistati endisele lisaks N. S. § 152 ja 1655 alusel 2. a. vangirooduga. Vabanedes 1918. a. sunnitööst mõistis 10) Tartu-Võru rahukogu 3. VI. 19 N. S. 13 ja 1655 järele 4 a. vangiroodu, millise otsuse kinnitas Tallinna kohtupalat 30. IX. 19. Kokku on R. üldse kuni 40 eluaastani vähemalt 18 aastat eelvangistuses, vanglas või sunnitööl olnud; võttes karistusi üksikult, siis on ta vähemalt 34—38 a. vangi mõistetud. R. oskas end varjata ja ei põrganud sel puhul tagasi mingi kuriteo eest. Taga otsides leiti ta kord ühes talumajas, mis ümber piirati sõjariistus kaitseliitlastest; ta süütas maja, et suitsu katte all põgenemist kergendada[1]). Põgenemine õnnestus. R. ehitanud maja omal kulul (varastatud rahaga) uuesti üles. Teinekord tappis põgenemisel koos teise tagaotsitava kuritegijaga politseiniku. Sai surma tabamisel 27. II. 1921. a. Lustivere vallas kinnivõtjate poolt läbi ukse lastud kuulist. R. var-

1) Teise versiooni järgi olla tagaajajad R. tabamiseks maja põlema süüdanud, sest R. avas lakast revolvritule kinnivõtjatele. R. aga kinnitas hiljem, et tema ise süüdanud maja.

jas end ukse taga, millega ta vastu seina pigistati. Ukse taha peitu pugemine on tavaline võte, et majast välja hüpata, kui kinnivõtjad tuppa astuvad, jäädes seljaga ukse poole.

Vold. P., s. 1883.

1) Esmakordselt karistati Vold. kohtulikult 1902. a., s. o. 19 a. toimitud varguse eest 11 kuulise vangistusega.

2) 1904. a. koos oma venna V.-ga ja sama küla peremehe poja kõik õigused kaotanud Joos. Joh. Le.-ga pani toime hobusevarguse sissemurdmise teel. Vargusele minnes tähendanud, et sõjaväeteenistusele mineku tõttu on see tema viimane hobusevargus; selle kuriteo eest mõisteti $1^1/_2$ a. vangi. Vargused igal alal said talle elukutseks. Ta teotses suure ettevaatusega.

3) Et P.-de nimelise passiga raske oli liikuda, siis elas ja liikus ta valepassiga, mille eest enne 2. IV. 08 teda karistati 4-kuulise vangistusega.

4) 1909. a. karistas Rrk. Vold. N. S. § 977, 133 ja RNS 170^1 ja 170j.-8 põhjal 1 a. 10 k. vangistusega.

5) 1914. a. sai Vold. varastatud hobuse teadliku ostmise eest 4 a. vangiroodu.

Vold. vargustest on vähe teada; neid toimis ta palju ja ettevaatlikult, mistõttu neid vähe on avalikuks tulnud. Kuni 33. eluaastani on ta ühes eeluurimisvangistusega vähemalt 9 a. vangis istunud.

V. P., s. 1889.

Neljast vennast sattus V. kõige nooremalt karistuse alla. 1) Jaanuaris 1904. a., s. o. 14 aastasena, võttis Vold. hobusevargusele minnes kaasa ka V. Viimane jäi hobusega teele ootama, kuni Vold. ühes Le.-ga talli luku lahti murdsid ja hobusega tagasi tulid; kohus karistas teda 7 kuulise vangistusega (2. IX. 1908), millise aja kohtupalat kärpis 3 kuu peale (2. III. 09).

2) Järgmiseks karistuseks oli $1^1/_4$ a. vangistust hobusevarguse eest Jõgeva jaamas (12. XI. 09), mis koostati 3) karistusega valepassiga elamise eest. Hiljem koostas Petr. kohtupalat nende karistustega veel 4) süüteo 23. I. 1910-st N. S. § 13, 1647^1, 1654^1 (hobusevargus), 5) süüteo 27. I. 1910-st N. S. § 37 ja 309 alusel (põgenemine vanglast) Kr. kohtup. s. § 991, 999 ja N. S. §§ 1654^2, 1419, 31^1, 134, 135, 31 järk I, 140, I järk 31, 309^3, 17, 31^1, 140, 2 jagu 31^1, 129, 977, 145, 38^3, 140, 39^1, 152^2 (hobusevargus, sunnitöölise varjamine, vanglast põgenemine) — 4 a. vangi (otsus 9. XI. 10, Rrk. 5 a. karistuse asemel).

6) 1919. a. süüdistati V. kellegi teise mehe konfiskeeritud vilja dokumentide võltsimises, kuid süüdistus lõpetati tõenduste puudusel. 7) 1926. a. karistati V. 6 kuulise vangistusega kahe varguse varjamise eest.

O. P., s. 1892.

1) Esimene kohtukaristus oli enne 1912. a. võõra vara raiskamise eest (8 k. vangi). Järgmine karistus järgnes 2) 1918. a., kus ta tuttava varga käest teadlikult ostis varastatud hobuse; karistus selle süüteo eest koostati Viljandi-Pärnu rahukogu poolt 1923. a. mõistetud karistusega (U. N. S. § 577 j. 2 — $2^1/_2$ a. vangir.) ja Tartu-Võru rahukogu (TVR) ots. samast aastast (R. N. S. § 172 — varguse varjamine 6 k. vangi). Kokku sai ta 6 a. vangiroodu, millisest karistusest vabastati 1925. a. enne tähtaega tingimusi. 1921. a. mõistis TVR O. süüdi RNS § 172 alusel, kuid ta vabanes amnestia tõttu.

Tütred R. — N. P., s. 1877. a., ja E. P., s. 1879. a., on suured ja osavad vargad ning korduvalt kohtu poolt karistatud; eriti hoolimatud olid nad vargustega omas külas; siin polnud neil ka primitiivsematki häbitunnet. Seega on osalt seletatav, mispärast kogu valla viha nende peale valati ja nad Siberi saatmiseks välja anti: viimasest päästis neid abiellumine, milleks kaasa aitas kaasavara, mis varguse teel oli kokku aetud.

Vanem õde R. abiellus suure kaasavara tõttu 1908. a. ausa mehega. Noorem õde E. aga abiellus Jaan Hansu poja S.-ga, kes on varguste pärast korduvalt karistatud. Neil sündis 3 t., kellest kõige vanem suri 2-kuiselt. Noorem tütar õpib koolis keskmiselt, kuid reageerib korraldustele üleoleva muigega. E. oli enne abiellumist laps väljaspool abielu.

Loendatud süüteod moodustavad väikese osa P.-de kuritööde registrist. Täiesti selgimatuks jääb terve rida loomade vargusi ka kodukülast. Ka palju hobusevargusi on saladuseks jäänud. P.-d töötasid kontaktis teiste hobusevaraste salkadega, kes hobuseid transportisid teistesse kubermangudesse, samuti ka ühest Eestimaa äärest teisse ja Venemaale. Varguste vastuvõtjaid oli igal pool. Varguse osavus kasvas praktikaga: nooremad vennad olid vanemaist juba palju osavamad ja neid tabati harvem, seetõttu on nende karistuse register ka väiksem. Ka kohutasid P.-sid hilisemal ajal raskemad karistused, eriti aga R. mahalaskmine kinnivõtmisel.

Millest on tingitud selline kuritegevuse hoog A. P.-laste juures; kas on selle põhjuseks majanduslik-sotsiaalsed, kehalis-vaimlised, pärivuslikud või muud olud?

Nagu teada, omas A. P. suure, umbes 109 vakamaa põlluga tulukoha; koht oli hea maapinnaga; talus oli alati 3 tööhobust, hulk sarvloomi, lambaid jne. Sellise talu pidamine nõuab vähemalt 5 täiskasvanud töötegijat. Majanduslikult loeti A. P. külas jõukamaks peremeheks, mida ta ka tõeliselt oli, seda rohkem, et rohkearvulise lastepere tõttu polnud vajadust võõraste teenijate pidamiseks ja palga maksmiseks. A. P. oli abielus kaks korda; esimesest abielust sündis talle 6 ja teisest 8 last, viimastest suri üks noorelt. Lapsed esimesest abielust sündisid 1853. kuni 1863. a. kuni 2 a. vahedega. Esimene naine suri 1874. a.; samal aastal abiellus A. P. teiskordselt. II abielust sündis esimene laps 1875. a. Selle lapse 10 aastaseks saamiseni oli esimese abielu lastest abiellunud juba kõik peale viimase ja perekonnast lahkunud. Nii ei ole siis talus kunagi olnud mitu perekonda, mis oleks asetanud neid majanduslikult raskesse seisukorda. Sageli on perekonna kuritegevuse põhjuseks laste rohkus, mis tema majanduslikult asetab raskesse seisukorda. Seda raskust tuleb tõsiselt võtta, eriti seetõttu, et loetakse alandavaks, kui keegi peremehe lastest läheb võõra teenistusse; parem juba siis vargus, nagu seda piltlikult tõendab ühe valla saatus Järvamaal. Nii lõhuti umbes 60 a. tagasi Võõsiku vallas 75 suurt talu ja taluomanikud asetati ääremaadele mõnevakamaalisele maalapile. Neist perekonnist kujunes selline hobusevaraste salk, et kord sellest vallast korraga välja anti ja Siberi saadeti ligikaudu 30 meessoost isikut (hra adv. Grau andmed). Siin oli kuritegevuse põhjuseks enne lahedalt elanud perekondade rasketesse tingimusisse asendamine ja halvakspanemine võõraste juures teenida. Kuid käesoleval juhul puudus see tegur; kunagi ei olnud talus üle 3—4 täiskasvanud lapse, mis otse vajaline oli talu pidamiseks. II abielu I-ne laps sündis 1875. a. ja viimane, s. o. 7. ellujäänud, 1892. a.; nii oli siis esimene poeg viimase sündimisel umbes $17^1/_2$ a. vana; esimese abielu lastest olid perekonnas ainult viimased, kes abielludes ka varsti lahkusid talust.

Ka räägib selle vastu asjaolu, et naabritaludes ja -külades leidus igalpool rohkesti lapsi, kuna talud sageli olid palju vähemad ja halvema põllupinnaga, kuid vargusele nad ei andunud vaatamata P.-de avatlevale eeskujule. Samuti räägib majanduslikkude olude kui ka pahade eeskujude vastu asjaolu, et esimese abielu lapsed kasvades II abielu laste ema, s. o. emaku juhtimisel ometi ei siirdunud kuritegevusele. A. ja Vold. P.-d olid õppinud tislerid ja tundsid oma ametid nagu R. sepatööd, mistõttu sellega ülespidamise

teenimine oleks olnud kerge asi, silmas pidades suurt käsitööliste puudust tol ajal; seejuures on A. ja Vold. just vanemad pojad, nii et mingit raskust ei oleks olnud tööd leida, kui talu ei olekski kõikide jõudu suutnud ära kasutada, mis nagu nägime tõeolule ei vasta. Ka haridusliku vahega P. I ja II abielu laste kui ka küla kaaslaste vahel ei saa seletada kuritegevust: A. P. II abielu lastel oli isegi kergem kooliharidust saada, sest kool oli nende ajal juba hästi parem, kodule ligidal ja vanemate majanduslik seisukord kindlam; kui nende haridus osutus puudulikuks, siis oli selle põhjuseks andevaesus. Nii on meie arvates võimatu seletada P. kuritegevust majanduslikkude, sotsiaalsete või hariduslikkude tingimustega, mis teistes kombinatsioonides sageli väga olulikud kuritegevuse tegurid. Nagu eelpool nägime, puudub ka sotsiaalne ja sugukondlik kuritegeline pärivus. Võib olla oli selle põhjuseks P.-de kehaline või vaimlik degeneratsioon?

Nagu eelpool märkisime kujutab Torma kihelkonna elanikkond raassilt eriti segatüüpi. Nii on see ka P. juures. Nii P.-de isa A. kui ka ema K. omasid võrdlemisi tugeva kehaehituse, mustjaspruunikad juuksed, pruunid silmad, tõmmuka habeme, olid üldse „tõmmu verega". Sama tüüpi on ka kõik nende lapsed. Oma toore näoilmega (välja arvatud viimases suhtes A.) avaldasid P.-d tugevat muljet isikutele, kellega neil tuli kokku puutuda. Kuid olles alalises kokkupuutes politseiga ja kohtunikkudega olid P., eriti V. ja O., viisakad nende ja üldse ülemuse vastu; siin tarvitasid nad lauseid: „kas lubate", „kas tohiks" jne. Iseloomult on nad jutukad; erandiks oli R., kes oli võrdlemisi kinnine ja omaette.

Täpsate antropoloogiliste andmete kogumine P.-de kehalise hinnangu jaoks osutus võimatuks, sest kõik P.-d (R. on maha lastud) on alates läinud aastast vabaduses. Üldise väljanägemise kindlakstegemiseks käisin inkognito nende taludes. Mainitud põhjusel tuleb kasutada vene registratsioonibüroo andmeid, mis palju laiemad meie omadest. Kõik kaardil leiduvad tähtsamad andmed on kokku võetud järgnevas ülevaates.

Antropoloogilised iseäraldused.

Antropoloogiliste andmete hankimine otsekoheste mõõtmiste läbi, nagu ülal mainitud, polnud mitte võimalik, mispärast tuleb piirduda peamiselt veneaegse kriminalpolitsei andmetega.

Kehaliselt on kõik 5 venda hästi välja arenenud: tugeva ke-

haehitusega ja hea toitumusega, ainult õde E. on väikese kasvuga, kõhnavõitu.

Kasvult on kõik P. pikad: A. 176,0, R. 175,5, Vold. 172,5, V. 175,0, O. 170,0 sm; nende pikkuse keskmine on 173,8 sm. Eestlaste keskmiseks pikkuseks loetakse 172,1, mis vähem P.-de omast, välja arvatud O. Ka keha pikkus istudes on P. võrdlemisi suur: 94,8; 95,7; 91,2; 96,6 ja 92 sm, keskmiselt 94,06 sm, kuna eestlastele keskmiseks loetakse 94,7. Kui vaadelda nende keha relatiivset kõrgust istudes ($\frac{\text{keha kõrgus ist.}}{\text{keha kõrgus}} \times 100$), siis on see: 53,2; 54,5; 52,9; 55,2 ja 54,2 sm. Võrreldes seda eestlaste vastava keskmise arvuga 52,5, paistab eriti silma korpulents, mis laseb oletada ka tugevat füüsilist jõudu. See tugevus tegi nad alati kardetavateks vastasteks ja kuritegijaiks: — ükski hoone ega lukk pole neid suutnud takistada vargust läbi viia. Üldiselt ei armasta ükski P. eriliselt töötegemist; See asjaolu paistab ka antropoloogiliselt silma: nii oletatakse, et alaliselt kehalist tööd tegijail olevat võrdlemisi pikk süle (keskmiste sõrmede otsade vahe käsi kehale risti välja sirutades); nii on nende relatiivne süle pikkus ($\frac{\text{süle pikkus} \times 100}{\text{keha kõrgus}}$): 102,8, 103,1, 103,2, 101,7 ja 100,9 sm, mis kõik väiksemad on, kui eestlaste vastav keskmine mõõt 104,5, kuigi süle absoluutne mõõt 181,0, 181,0, 191,2, 178 ja 171 sm, keskmiselt 180,44, isegi on vähe suurem eestlaste vastavast keskmisest mõõdust 180,3, mis täiel määral oleneb P. võrdlemisi pikast kasvust. Pea mõõdust leidub registratsiooni kaardil ainult suurim pikkus ja laius, mis siiski annavad teatava ülevaate pea suurusest ja konfiguratsioonist:

Pea suurim pikkus on 19,2; 18,9; 18,1; 18,6[1]), keskmiselt 18,7, eestlasil aga üldse 19,2 sm. Pea index ($\frac{\text{p. suurim laius} \times 100}{\text{p. suurim pikkus}}$): 82,8, 82,0, 85,6, 85,5, eestl. üldse 80,8

Pea suurim laius: 15,9, 15,5, 15,5, 15,9, keskmiselt 15,7, eestl. üldse 15,5 sm.

Siit paistab silma, et pea laiusmõõt võrreldes pea pikkusmõõduga on P.-del suurem eestlaste vastavast keskmisest mõõdust. Seega kuuluvad siis P.-d lühipeaste inimeste klassi, milliseid eestlaste hulgas on 47,7% (pikkuslaiuse indeksiga 81,0 — 85,4).

Otsmik on A., R., Vold. võrdlemisi kõrge ja lai; V.-l on otsa kõrgus vähe alla keskmise, kuna O.-l on üldiselt otsmik madal ja

1) R. kohta puuduvad andmed.

tublisti kallak. Üldse on O.-l väike pea vastavalt tema piiratud vaimuannetele (debilitas m.). Põsenukkide laius on silmapaistvalt suur nagu üldiselt tugevasti välja arenenud näo morfoloogiline osa.

Nina on võrdlemisi suur, nina selg pikk. Vold.-l kühmnina, teistel üldiselt sirge või õieti väikese lohuga nagu A.-l; õde E.-l aga on nina silmapaistvalt suure nõtkuga. Ülemine huul on üldiselt vähe ettepoole ulatuv eriti E.-l. Seetõttu on näo üldine profil nurgataoline ettetikkuva nina ja ülemise huule ning tahapoole kalduva otsaesise ja alumise lõuaga, välja arvatud Vold., kel alumine ja ülemine lõug ühel loodjoonel. Huuled on üldiselt energiliselt koos, väiksed või keskmised peale O., kellel nad paksud, lihavad ja lõdvad. Otsaesisel on kõigil kortsud ka kulmude vahel.

Juuste värv kõigil nagu juba mainitud tumepruun, välja arvatud O., kellel nad valkjas-pruunid; silmade värv pruun; ka habe on pruunikas, kuid heledam kui juuksed. Kõik see kokku annab näole teatava terava, metsiku ja ühtlasi toore vihase ilme; O. juures on see veel lollakas. Kõrvalehtedes pole midagi erilist leida, välja arvatud kaugeleulatuv lesta kinnikasv. Ka muidu pole leida kehalise degeneratsiooni tunnuseid. Kehal ja näol leidub kõigil vendadel rohkesti arme ja O. paremal silmal kae, mis kõik saadud kakelustel ja kokkupõrgetel kinnivõtjatega.

Mis puutub vaimuannetesse, siis ei jõudnud neist keegi koolis rahuldavalt edasi; õppisid väga halvasti, vaevaliselt kirjutasid, eriti halbade vaimuannetega on O. (debiilne) ja E. Hingeliselt on kõik toored ja nürid. Mingisuguseid erilisi vaimlisi huvisid pole märgata.

Kõik tarvitavad alkoholi, kuid parajalt.

Kõik mehed on suure potentsiga.

Nii siis ei leidu P.-del kehalise degeneratsiooni tunnuseid, mis võiks selgitada nende kalduvust kuritegelusele; ka majanduslik seisukord ei seleta seda, nagu selleks ka liiga vähe on mõistuslikku resp. vaimlist puuet.

Kuid kas ei või selle põhjuseks olla P.-de ema K. halb eeskuju, kes nagu hiljem näeme, oli suur kelm ja varas? Tõsi küll, ema eeskuju võib lapsi lükata kuritegevusele, kuid ükski laps I abielust, keda üles kasvatas emak K., pole siirdunud kuritegevusele, olgugi et emaku perekonda tulekul olid esimese naise lapsed veel õieti noored, tütred: L. 11 a., M. 14 a., Lov. 15, poeg. J. 17, A. 18 ja t. A. 1 a. Selles eas oleks võinud neid igaüht, eriti aga 3 nooremat tütart ja p. J., kuritegevusele juhtida. See võimalus on seda suurem, kui silmas peame, et emakud oma kasulastega üldiselt halvasti ümber

käivad ja neid sageli sihilikult pahale teele juhivad; käesoleval korral aga pole emaku halb eeskuju ühtegi neist kuritegevusele juhtinud. Kõik esimese naise lapsed kui ka nende järglased on ausad ja korralikud inimesed, kellest ainult üks naissoo liige on tingimusi karistatud kolmekuulise vangistusega varguse varjamise eest. Selle (L. Plot. — 25) haru järglaste arv on õieti suur. I-ses põlves oli neid 6, II-ses põlves 29, kellest lapsepõlves suri 7, III-s põlves 38, kellest varakult suri 8; viimaste hulgas ka 3 surnult sündinud (ühed — kaksikud). Sellest selgub, kui elujõulised ja tugevad olid nad kõik; majanduslikult olid aga mõned väga jõukad ja väga ning kaugelt lugupeetud isikud. Võiks arvata, et vanemate laste eeskuju I abielust hoidis nooremaid kuritegevusele andumast vaatamata emaku kalduvusele, kuid siin tuleb silmas pidada, et vanemad I-se abielu lastest lahkusid varsti talust ja nooremad jäid täitsa emaku meelevalla alla. Võiks veel arvata, et I-se abielu lastes tekkis opositsioon emaku vastu, kuid sellele oletusele ei leidnud ma tõendusi; tema olemasolu oleks aga olnud laste moraalsele kõrgusele tunnistuseks. Kaitsvaks teguriks I-se abielu lastele tuleb kahtlemata pidada ema kõrget mooraalset väärtust, mida ta oli oma vanemailt pärinud, mida ta pärandas ka oma lastele ja millises vaimus ta neid kasvatas, nii et emaku halb eeskuju võis neis esile kutsuda ainult veel suuremat lugupidamist aususest ja sellega ka oletatavat opositsiooni emaku eeskujule. Ka isa, s. o. A. P. sugulastest, vendist ja õdedest pole olevail andmeil keegi kurikalduvusega olnud. Nii on siis neis asjaoludes võimatu leida põhjust P.-de kuritegevusele, sellele lükkavat tegurit, kuigi meie arvestaks kõik individuaalsed kuritegevuse põhjused, ja kuigi ema otsekohese eeskuju väga oluliseks peame. P.-de kuritegevuse selgitamiseks, on siiski tarviline veel uurida pärivuslikke momente.

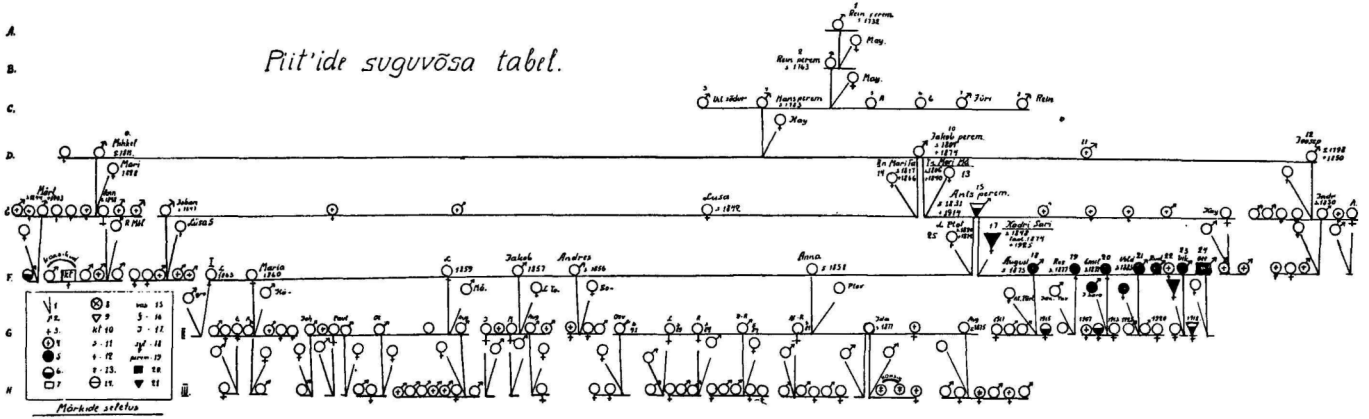
Piit'ide sugukond.

Joon. I.

Esimesi kirjalikke andmeid selle perekonna üle leidub alates 1795. a. Tol ajal polnud veel perekonna nimesid, vaid perekondi märgiti ära numbri ja eesnime järele. Selle perekonna number oli 5x. Esimene, kelle kohta andmeid leidub, on O. küla Reino-Hansu talu peremees Rein(1)[1], kes on sündinud 1732. a. ja surnud 1796. a. Samal aastal suri ka tema ainukene poeg Rein (2) arvatavasti

1) Nimedele järgnevad numbrid sulgudes näitavad selle isiku numbrit vastava sugukonna tabelis.

Joon. — Fig. I.



1. abielu — mariage
2. mees — homme
3. naine — femme
4. lapsena surnud — mort en bas âge
5. kriminaalsus — criminalité
6. juhuslik kuritegija — délinquant accidentel
7. dementia praesenilis
8. ebanormaalne — anormal
9. psükopaatlik isend — psychopathie
10. kurttumm — sourd-muet
11. sündinud — né
12. surnud — mort
13. surnult sündinud — mort-né
14. liiderlik — dépravée
15. väljaspool abielu sündinud — enfant illégitime
16. Siberi saadetud — exilé en Sibérie
17. joomar — ivrogne
18. sulane — ouvrier
19. peremees — maître de ferme
20. ebanormaalsus ja kriminaliteet — anormalité et criminalité
21. kriminaliteet ja psükopaatia — criminalité et psychopathie.

taudi kätte. Rein (2) oli abielus kellegi Maie'ga (s. 1769). Reinul-Maiel oli 5 last; poeg Villem, kes sõduriks võeti, poeg Jüri, kes põgenes teadmata kuhu, tütred Ann ja Ello, kelle saatuse kohta puuduvad andmed, ja esimene laps perekonnas p. Hans (4), sünd. 1783 ja surn. 1846. a., kes läks arvatavasti kohe peale venna ja isa surma tühjaksjäänud talust minema Hindo-Mardi Reinu tallu (perekonna nr. 53) peremeheks, kus ka oli möllamas laastav taud. Seal abiellus kellegi Kaiega; neil sündis t. Mari ja pojad Mihkel (9), Joosep (12), Ants (11) (+ nooremalt) ja Jakob (10); 1834. a. on neil juba ühine perekonnanimi P., mida selle perekonna järglased veel praegugi kõik kannavad; kuid sellest talust pidid nad lahkuma teadmata põhjusel enne 1834. a. Mihkel läks Ruju tallu sulaseks, kus abiellus kellegi Mariga; nende 9 lapsest surid noorelt 3 poega ja 2 tütart. Hiljem asus Mihkel (9) venna Jakobi juure Tor. Peebo tallu elama. Tema poja Märdi ainuke tütar on ükskord kohtu poolt karistatud.

Tütar Ello sai mehele T. külla, tema laste kohta puuduvad andmed.

Mihkli tütar Ann sai mehele Saduküla Rein Reinu p. M.-ile; nende 5 lapsest suri noorelt 1 p., teisel p. Augustil ja kolmandal — Aleksandril, on kummalgi 4 last; R. R., p. M. 4. ja 5. laps (Joosep ja Maria) on kaksikud, s. 1887. a.; neist Maria kurttumm.

Joosep (12) asus Saduküla talusulasena ja abiellus Maie nimelise naisterahvaga; neil olid tütred Liisa, Ann ja Mai ning pojad Jakob, Mihkel ja Indrik; kaks esimest kadusid jäljetult sõjaväeteenistuses ja Mihkel „viidi" L. üle, kus hiljem sõduriks võeti. Indrik abiellus O.-ga, nende 3 lapsest on elus veel Leenu. Kolmas poeg Hans (11) suri umbes 32—40 a. vanuselt, perekonda asutamata; tõenäiliselt oli ta vigane.

Poeg Jakob (10) sünd. 1804. a., suri 70 a. vanuselt. Jakob läks esialgu tallu perekonna nr. 60 sulaseks ja sealt mõne aasta järele K. k. (per. nr. XXIX) tallu peremeheks. Oli korduvalt abielus.

Nagu näeme pole P.-de perekonnas seni erilisi kalduvusi ette tulnud. Võrsudes taluniku perekonnast olid pojad algul sulasteks, kuid tööd teha rühkides said varsti peremeesteks, välja arvatud M. Peremehekssaamist hõlbustas see asjaolu, et taudi järgi jäid talud peremeesteta. Ka fakt, et mõned perekonnaliikmed on oma kodukohast ära põgenenud, ei tõenda midagi, sest see oli teoorjuse ajal erilise ettevõtlikkuse tunnuseks. Hulk mehi sellest perekonnast on olnud sõduriteks, mis näitab, et nende seas kehaliselt kui ka vaimliselt suurte puuetega isikuid ei olnud. Erandiks

on Hansu p. Ants, kes suri vallalisena ja arvatavasti oli vigane. Mihkli tütrel Annel olid kaksikud, kellest üks kurttumm; see on ainuke kindlakstehtud sündinud vigane selles sugukonnas. Kõik mainitud perekonna liikmed olid ausad ja lugupeetud isikud. Ka poeg Jak. (10) osutub ettevõtlikuks, arukaks, ning ausaks peremeheks, kuid siiski on nimelt tema järeletulijad need, kes tallasid P.-de nime häbisse.

J. (10) s. 1804. a. ja suri 1874. a., seega 70 aastasena. Ta oli kaks korda abielus. J. esimene n. Mari (13, sündinud Maa) s. 1806. a. ja suri umbes 1840. a. Teine naine, kellega abiellus 1841. a., oli ka Mari (sündinud Ta. 14), s. 1817. a. ja suri 1866. a. Teisest abielust on sündinud 5 last, kellest surid noores eas 4 (!); elus on praegu veel poeg Juhan. Juhan abiellus 1870. a. L. Som.-ga (s. 1888. a., † 1904. a.). Neil sündis 2 poega ja 2 tütart, pojad surid mõlemad noorelt. Tütar L. sünnitas poja väljaspool abielu; t. Anna abiellus V.-ga Laiuselt. V. ise ega tema lapsed pole kuritegude pärast karistatud, küll aga V. sugulased.

J. esimene naine, nagu mainitud, kuulub Maa-de perekonda, kelle liikmete hulgast on palju kuritegijaid ja närvihaigeid isikuid. Nimelt selle perekonna kaudu on esimene mürgitus P.-de perekonda toodud. Maa-de perekonna juures peatume eespool eriti.

I abielust on sünd. 6 last, neist on 4 surnud lapsena; viies tütar Kai (16), s. 1837. a., abiellus kellegi J. E-ga (E. sugulastest on 2 venda Mustvee alevis 1923. a. kuuks mõistetud tingimusi vangi); ka nende lapsed surid kõik varakult. Otse silmapaistev on äärmiselt suur J. laste surevus, nii I kui II-st abielust; see ei või olla ainult emade süü, vaid ka isa konstitutsioon peab siin etendama teatavat osa.

Nagu mainitud, abiellus tütar K. J. E.-ga; nende lapsed surid kõik varakult. I-st abielust ellu jäänud vanuselt teine laps on poeg: A. (15), kelle lapsed on kõik rasked kuritegijad. A. on keskmise kasvuga, tõmmukas-pruunide juuste ja silma värviga, iseloomult väga järeleandlik, nõrk, pehme, tasane ja kohmetu mees. See iseloomu nõrkus on silmapaistev ja eraldab teda teiste hulgast, mistõttu teda naabrid juba noorelt hakkasid kutsuma „mehikeseks“. See haiglane iseloomu külg on kahtlemata ema pärandus, kes kuulus degenereeruvasse perekonda, kuna varemalt P. perekonnas midagi sarnast ei leidu. A. kuritegevus piirdub ainult vargustega; vanemate inimeste sõnade järele olevat ta juba enne abiellumist varguste pärast karistatud, teiste rohkem usaldus-

väärsete teadete järgi olnud A. enne abiellumist täitsa ausate elukommetega. Alles siis, kui pojad hakkasid varastama on A. 2 korda karistatud varguste ja varguste varjamise pärast. A. oli 2 korda abielus. I-ne naine oli vene kännust võrsunud L. Plo. (25), s. 1820. a. ja surn. 1874. a. L. Plo. isa Toom. oli aus ja jõukas mees M. alevis; ka tema poeg T. oli jõukas mees. Sellest abielust sündis A.-le 6 last, kes kõik elus: 2 poega A. ja J. ning 4 tütart A., Lo., Ma. ja Le. — kõik abielus ja suure lasteperega; kokku on neil 6 lapsel järeletulijaid üle 83, kellest on noorelt surnud ainult 15, järelikult on elus 68 (A. P. isa Jakobi 11 lapsest suri aga 7). Nendest 6 lapsest abiellusid kõik 4 tütart tervetest perekonnist meestega ja mõlemad pojad tervete ausate naistega. 68-st järeletulijast pole ühtki kohtu poolt karistatud; ainult ühe poja naise sugulastest on üks 2 nädalise vangistuse osaliseks saanud. Mõlemad A. pojad I abielust A. ja J. on ausad ja lugupeetud isikud; A. on suure talu omanik (3 talu kokku ostetud) ja kohaliku põllumeeste seltsi kauaaegne esimees. A. surma järele on talus peremeheks ainuke poeg J., kuna 2 tütart on surnud. See perekond kavatses isegi P. nimest loobuda.

Hoopis teise iseloomuga on teine abielu, nimelt sellest abielust sündinud lapsed. Teine naine K. Sari (17) sünd. 1848, suri 1925. a., seega 77 aastasena. K. kuulub degenereeruvasse perekonda, kus oli palju joomareid, ebanormaalseid ja vargaid, mille juures peatume eespool; ta on tõmmukas-pruunide juuste ja silmadega ning üldise tõmmuka jumega, mis kahtlemata annab tunnistust tema segaveresusest; arvatavasti on temas mustlase verd. Juba noorelt avaldus temas kurikalduvus vargustena; igasugune häbi, piinlikkuse tunne või südametunnistuse piin oli talle võõras. Tüdrukupõlves varastas näiteks naabritalust sukad, mis järgmisel päeval sinnasamasse tallu minnes jalga pani, kust ta sukad varastas. Hiljem käis poegadega koos vargil, varjas nende varastatud kraami ja õhutas neid vargile: „suured poisid, kas teil ei ole häbi kodus olla, ilusad sügisesed ööd on väljas; te võiks ometi välja minna kaema, kas saaks mõni lammas või vasikas kätte“ jne. Vargus oli K-le sõna tõsises mõttes kireks, mis lükkab teda viimaks isegi laste tagant varastama varastatud asju, kuigi selleks mingisugust näilist vajadust ei olnud; ka talu toimetused ei suutnud teda sellest hoida. Ja mees aitas kaasa; K., poegadega öösel vargil olles, magas hommikul kaua; mees aga liikus toas või õuel tasa ja kikivarvul, hoiatades teisi: „ema on väsinud ja magab, keegi ei tohi minna teda

segama". Vargus oli K. juures kireks, mida teenis kui ebajumalat.

Aktiivne varguse kirg ema poolt ja iseloomutus, kohmetus, paendlikkus isa poolt osutusid järeletulijaile saatuslikuks. Ema eriline mõju just poegadele on viimasel ajal ka teaduslikult kindlakstehtud tõde; asjaolu, et ema saadab pojasse soo geeni, kuna isa poolt poeg seda ei saa, on see, mispärast nimelt ema omab erilise tähtsuse poja iseloomu ja instinktide väljakujunemisel; selles peitub ka vist tolle nähu põhjus, et pojad alati avaldavad erilist kalduvust ja sümpaatiat emadele.

Sellest abielust on sündinud 5 poega ja kolm tütart; viimastest on üks lapsena surnud. Üles kasvasid nad kõik isa talus. Nende kuritegevuse juures peatusime juba töö alul.

Pojad tegid isa talus põllutööd; ainult A. ja Vold. õppisid tisleriks; kuid et alaliste varguste tõttu elu kodus oli väga halb, siis elas A. mõne aasta Pihkvas ja V. Pärnus. Vanglast vabanedes pöörasid pojad alati kõik jälle koju. Kui aga silmas peama, et A. ja R. olid vanglas kuni 35 eluaastani umbes 18—20 a. ja teised 8—10 aastat ning edasi, et varastasid nad koos ja karistuse kandsid osalt ka koos, siis saame õige pildi palju perekond üldse koos elas; oli aegu, kus 5—6 aastat ainult üks poeg oli kodus (kõige noorem) ja teised kõik vanglas; talu oli töötegijaist tühi; ka ema istus ühes poegadega kinni ja korduvalt ka isa!

Viimasel ajal on aga P.-de kuritegevus nagu soiku jäänud (põhjuse juures peatume hiljem). Eriti on seda märgata peale abiellumist 36—40 eluaastates. Omas testamendis jagas isa (suri 1914. a.) talu neljaks. Vend A. ostis teiselt vennalt tema $^1/_4$ talust ja ehitas esimesena oma talu külast välja. Talu jaotati juba isa surma järgi, kuid tegelikult said pojad peale A. ja V. oma osad kätte hiljem, sest istusid vangis. A. abiellus 1915. a. naisega väga korralikust ja ausast perekonnast; selle abielu vastu oli kogu naise sugukond. Nagu mainitud ehitas A. omad hooned külast välja esimesena; hooned on nägusamad üle küla ja praegu elab A. vagusalt ja jõukalt. Temal on 4 last, kellest üks 12 ja teine 10 a.; vanem tütar on koolis väga korratu ja alla keskmiste vaimuannetega; koolis on varastanud.

V. (21) on 5-st vennast kõige julmema välimusega, tugeva kasvu ja kehaehitusega, mis kokku annavad talle iseteadliku, representaabli kuju. Ta ei armasta pidevat tööd, olgugi et on õppinud tisleriks, mistõttu ka oma osa talust ära müüs; ta elatab end

hobuste paristamisest ning juhuslikust tööst. Elab K. külas, kus vakamaisele maatükile oma maja ehitas; ka tema varguste hoog on vähenenud. Vold. abiellus 1920. a. kuulsa varga P. tütrega; tema kolmest pojast suri üks $1^1/_2$ kuisena.

R. (22), kes 1922. a. maha lasti, oli kõige kirglisemaid vargaid. Ta ei olnud abielus. Tema väljaspool abielu sündinud laste üle puuduvad andmed. Ametit õppinud ei ole.

Neljas vend V. (23) ei tunne peale põllutöö mingit ametit; on õieti andevaene. Pärides isalt $^1/_4$ talust ostis maad juure ja ehitas oma majad K. külast välja, elab jõukalt. Abiellus V. 1917. a. A. K-ga, kes oli juba vallaliselt suur varas ja kõlbluseta eluviisiga; tahtis oma vastsündinud last tappa; tema perekond on kuulus kohtukäija. Palju selle perekonna liikmeid on vargad; eriti kirglikud vargad on vend ja 20 a. vennapoeg K.; perekonnal on keskmise headuse ja suurusega talu. V. tütar on koolis raha varastanud, lohakas, korratu, kurikalduvusega eritüüp (psükopaat).

Viies p. O. (24) on ka 1925. a. alates vaba 6 aastasest vangistusest, millest vabastati enne tähtaega tingimusi. Tema elab isa talust päritud neljandikul; majanduslik seisukord rahuldav. 1925. a. abiellus kellegi A. M.-ga; viimase kuritegevusest pole midagi teada. Lapsi neil seni ei ole.

Mis puutub tütardesse, siis on nad mõlemad abielus ja majanduslikult rahuldavas seisukorras; vanema tütre R. (19) mees on ausate elukommetega; ka R. pole abielus olles kohtulikult karistatud. R. oli väljaspool abielu tütar, kes praegu õpetaja maal.

Seda rohkem aga on andunud noorem tütar E. (20) vargustele — küll üksi, küll koos mehega; abiellus E. 1906. a. Neil on sündinud 3 tütart; esimene t. suri $1^1/_2$ kuu vanusena, teised on veel alaealised ja nende kuritegevusest pole andmeid.

Nii näeme, et P. sugukonnas on tekkinud kuritegijad alates H. P. abiellumisega K. Sariga; ainult nende lapsed on suured vargad ja vaimliselt nõrgaandelised. Samalaadiline nõrgaandelisus ja asotsiaalne iseloom avaldub ka nende II põlve juures. Kõik teised P. on enamasti keskmiste, osalt heade vaimliste annetega inimesed, kindla iseloomuga, ausad ja elus hästi edasijõudjad. Ainult H. P. ise oli, nagu varemalt nägime, nõrga loomuga iseäraline tüüp. Jääb kindel mulje, et H. P. naise K. S.-ga on P. sugukonda toodud eriline, tähelepanu äratav kurikalduvus. Selle asjaolu tõttu on tungiv vajadus tutvuda S. sugukonnaga, mille juure nüüd asume.

Sari'de sugukond.
Joon. II.

1795. a. oli Ko. külas K.-talus (nr. 65) peremeheks Mart(1), sünd. 1742. a., ta suri 69. eluaastal pimedana, raskes vaimlises ja kehalises nõtruses, mida ta põdes umbes 10 a.; nagu näha, oli tal mingil põhjusel kaunis varakult raskesti välja kujunenud dementia praesenilis ühes marasmus senilis'ega. Ta oli abielus kellegi Elloga, kellest sündis 6 p[1]), 2 t[2]): Jür. (7), Mad. (4.), Ha. (10), Peet. (8), Jak. (2) ja Joos. (3).

Jür. (7) läks koduväina peremeheks Vet.-Mardi tallu T. külla; temal oli 2 t. ja pojad M. ning Peet. Varsti läks talu teise peremehe kätte ja Jür. asus S. tallu elama, kust ära põgenes, kuid kohtu käsul tagasi toodi; suri 70 a. vanuses. Peet. võeti sõduriks ja M. abiellus ning asus elama sama küla Vei. tallu; temal oli 2 t. ja poeg Mart, kes elas samas talus, abiellus kellegi L.-ga; neil sündis p. Mihkel ja 3 t.

Poeg Mad. (4) läks peremeheks Oogk. k. Jaago-Jüri tallu (nr. 51), kus perekond välja suri ja sulane ära põgenes; abiellus kellegi Anniga, neil oli 2 t. ja p. M.; viimane abiellus, teenis sulasena ja suri noorelt, jättes järele 1 t. ja 2 p., J. ja M.; viimane abiellus Liisu Mä.-ga; neil oli 2 poega; ühel neist oli 8 last, kellest surid noorelt 5. Mad. pidi samuti hiljem talust lahkuma ning asus elama isa tallu, kus abiellus teist korda; teisest abielust sündis talle 2 t. ja kaksikud Joo. ja Jak. Joo. asus 1880. a. mõisa elama ja sealt hiljem Ped. k. L. tallu sulaseks, kus abiellus kellegi Elloga; neil s. 1 t. ja p. M.

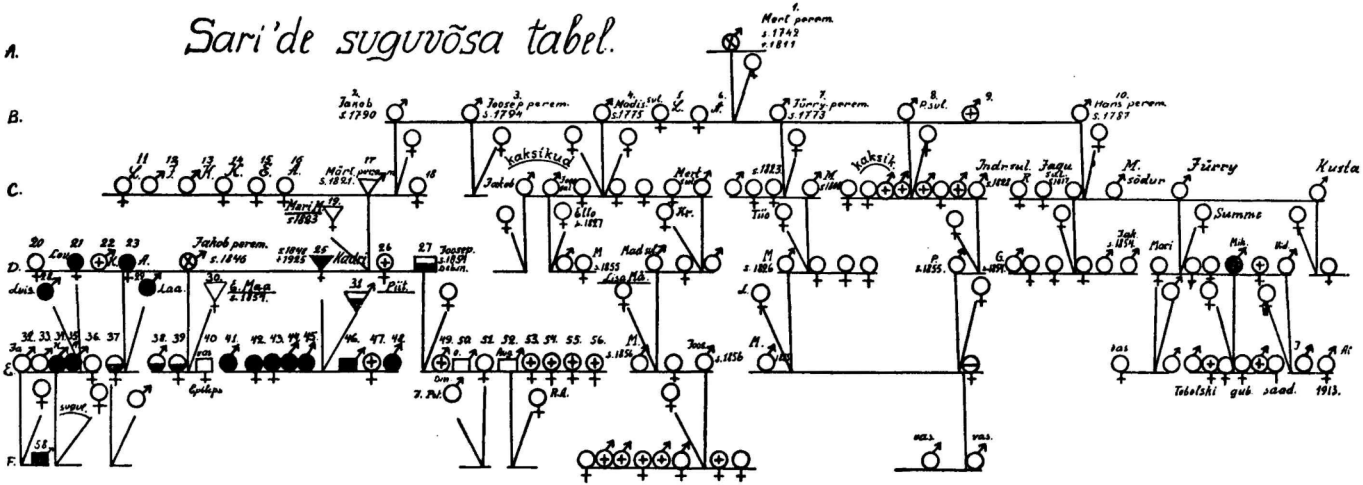
Poeg Ha. (10) sai peremeheks Kod. külla, kust aga juba 1843 oli sunnitud lahkuma, asudes elama Nõd. külla M. tallu. Ha. 4 pojast, Me., Jü., Ku., ja Ja., asusid Me. ja Ja. vanaisa juure sulaseks, kust M. sõduriks läks, ja Ja. Saga. külla R. tallu peremeheks, kus ka abiellus kellegi Re.-ga; neil oli 3 t., p. Jak. (ning M.?) ja p. Got. Jak. abiellus M. Gr.-ga, kellest talle sündis p. Er., t. Id. ja üks surnult sündinud laps.

Ku. abiellus ja jäi edasi elama Kod. külla, tema lastest on teada t. M.

Jü. abiellus kellegi Anniga ja asus elama Ned. külla; neil sündis 5 t., kellest suri noorelt 2; ühel 3-st elusolevaist on väljaspool abielu sünd. t. Jü. esimene p. M. abiellus ja omas 8 l., kellest noo-

1) p: = poeg
2) t: = tüttar

Joon. — Fig. II.


Sari'de suguvõsa tabel.
A.
B.
C.
D.
E.
F.
Mart perem.
Jakob
Joosep perem.
Madis sul.
Jürry perem.
Hans perem.
Jakob perem.
Joosep
Jürry
Kusta
Summe
Tobolski gub. saad. 1913.

relt suri 1 p. ja 1 t. 1913. a. saadeti isa (M.) kuritegude pärast Tobolski, kuhu ka kogu perekond asus. Jü. teine poeg K. suri võrdlemisi noorelt, temast jäi p. ja tütar.

Poeg Joo. (3) abiellus ja asus peremehena Ro. tallu; kas tal lapsi oli, ei ole teada.

Poeg Pee. (7) asus elama S. külla T. tallu, kus abiellus; siin sündis 4 t. ja kaksikud Le. ja Joos. ning pojad Ju. ja In. Siin surid tal naine ja vist kõik lapsed peale In., mille järele asus elama venna juure. Poeg In. aga asus Ooga külla In. tallu, abiellus kellegi Annaga, kellest sündis poeg Pee. 1855. a., selle t. Mar. asus elama Tartu ja oli suguliselt kõlvatu; temal oli 2 väljaspool abielu sünd. poega: Vold. s. 1912 ja Elm. 1915. a.; revolutsiooni alul asusid kõik kolm Petrogr. elama.

Poeg Ja. (2) asus Tuim. külla Krist. Re. tallu sulasena ja abiellus kellegi Ma.-ga; neil sündis 5 t. ja 3 poega; kolmest pojast on erilise tähtsusega p. Märt (17), s. 1821. a. 1837—1850. a. vahel asus ta peremehena Kodi külla Ti-Pe. tallu, kus abiellus Ma. Maa'ga (19), s. 1825. a. Märt oli iseloomult väga tige; noris alati tüli. Neil surid varakult 1 p. ja 1 t.; teistest lastest on teada t. Ka. (25), s. 1848. a., p. Jak. (24), s. 1846. a., t. A. (23), s. 1850. a., p. Ku. (22), s. 1852. a., p. Joo. (27), s. 1855. a. ja t. Lov. (21), s. 1857. a. Kõik lapsed on tõmmu-pruuni juustega, sama silmavärviga ja keskmise kehaehitusega.

T. Ka. (25—II joon.; Piit. tabel nr. 17) sai mehele 1874. a. A. P.-le ja sai seega eelpool käsiteldud kuritegijate emaks P. sugukonnas. Ka. iseloomustamise juures peatusime varem.

P. Joo. (27) ehitas omale majakese isa talu maale. Iseloomult on ta kerge, salalik ja äärmuseni valelik („üldse ei räägi tõtt"); on valet vandunud; kõige avameelsema ja usutava tooniga räägib ta väga tõetruult asju, mis täiesti valed (pseudologia phantastica). Mõistuselt väga nüri-andevaene. Kaubeldes õuntega ei oska kunagi kõige väiksemaid summe kokku arvata, mispärast naine või keegi lastest peab temaga alati kaasas käima. 1902. a. varguse pärast karistatud 6 kuulise vangistusega. Abielus Ka. Va-ga, kes on korralikust perekonnast ja aus inimene; samuti ausad on ka nende lapsed. Tütar J. (51) sai mehele väljaspool abielu sündinud Pet.-le. Poeg Au. (52), tugeva kehaehitusega, kuid laisk, lamab aina voodis, iseäralik — ebanormaalne, abiellus 1920. a. Ros. Au.-iga; lapsi ei ole. 3 tütart (53—55) ja 2 poega surid 1—5 aastaselt. Poeg O. (50) on puudulise mõistusega, vähearenenud, nõrkade vaimuanne-

tega (debil. m.). Nii näeme, et selles perekonnas on 8 lapsest 2 ebanormaalset ja 5 varakult surnud.

Jak. (24) oli isa järele peremeheks; talu on suur, hea põllupinnaga. Noores põlves oli kord vallavanemaks ja rõugepanijaks, kuid peale 50. eluaastat jäi vaimliselt puuduliseks, istus omaette, ei rääkinud kellegagi, käis vahetevahel karjas, suri 61 a. vanuselt (dementia praesenilis). Ta oli abielus lese Em. Mu.-ga (30 — sünd. Maa Jak. tütar), s. 1854. a. Vod. külas; Em. on samast suguvõsast, kust Jak. isa Marti naine, s. o. ema (19 — Mari Maa); enne abiellumist oli tal juba laps — tütar Jak. enesega, kelle viimane abielludes omaks tunnistas. See tütar (40) oli puudulise mõistusega, kannatas langetõve hoogude all. Lastest on kohtu poolt karistatud vähemalt kord t. Mii. (39) 1898. a. N. S. § 1651 (posti riisumine) alusel $1^1/_2$ a. vangiroodu ja eriliste õiguste kaotamisega ning poeg Ernst (38) 3 a. kindluse vangistusega (1928. a.).

Tütar A. (23) oli tuntud varas ja abiellus kellegi L.-ga (29), kes samuti oli kurikalduvusega lapse east peale ja varas ning valetunnistaja. Ka nende tütar (37) varastas noorena, kuid sai naiseks ausale ja karskele mehele.

Ja. (2) p. Kụ. (22) oli kaupmees Tallinnas ja uppus 1906. a. abiellumata.

Ja. t. Lo. (21) sai mehele Ka. Lui.-le (28) ja asus Tallinna elama; nii naine kui ka mees varguste pärast karistatud; peale mehe surma andus Lo. eriti vargusele ja võttis vargust vastu samuti kui tema alaealine poeg Au. (35), s. 1887. a., kes ka kohtu poolt karistatud. Suur varas on veel nende p. Ka. (34), s. 1881. a.; kahe teise poja, s. o. J. (32) ja Ma. (33) kohta puuduvad andmed, küll aga on kahtlusi J. laste suhtes. Tema poeg (58) on ebanormaalne ja kuritegude pärast kohtu poolt karistatud.

Nii näeme, et selles Sari'de sugukonnas on ainult ühes harus, nimelt poja Mä. (17) järeletulijate hulgas degenerante ja kurikalduvusega isikuid, välja arvatud üks Ha. (10) järglasist, kes Siberi asumisele saadeti. Selle juures on meie arvates oluline see asiolu, et poja Mä. naiseks (19) on Ma. Maa. (Maa'de suguvõsa joon. 15), kes omakord võrsub degenereeruvast ja kurikalduvusega perekonnast, millede üks võsu kuritegijate P. vanaema (Piit'de joon. — 13 ja Maa'de tabel nr. 15) isa poolt. Enne Ma. Maa ilmumist Sari sugukonda ei leidu selles alaväärtuslikka isikuid; ainult üks selle sugukonna esiisa Me, s. 1742. a., jäi liiga noorelt vanadus- nõdra-

meelseks; sama juhtus tema poja-poja-poja Jak.-iga (24); viimane abiellus omakorda naisterahvaga (30) Maa'de sugukonnast ja neil on langetõbine tütar ning pojad kuritegijad.

Maa'de sugukond.

Joon. III.

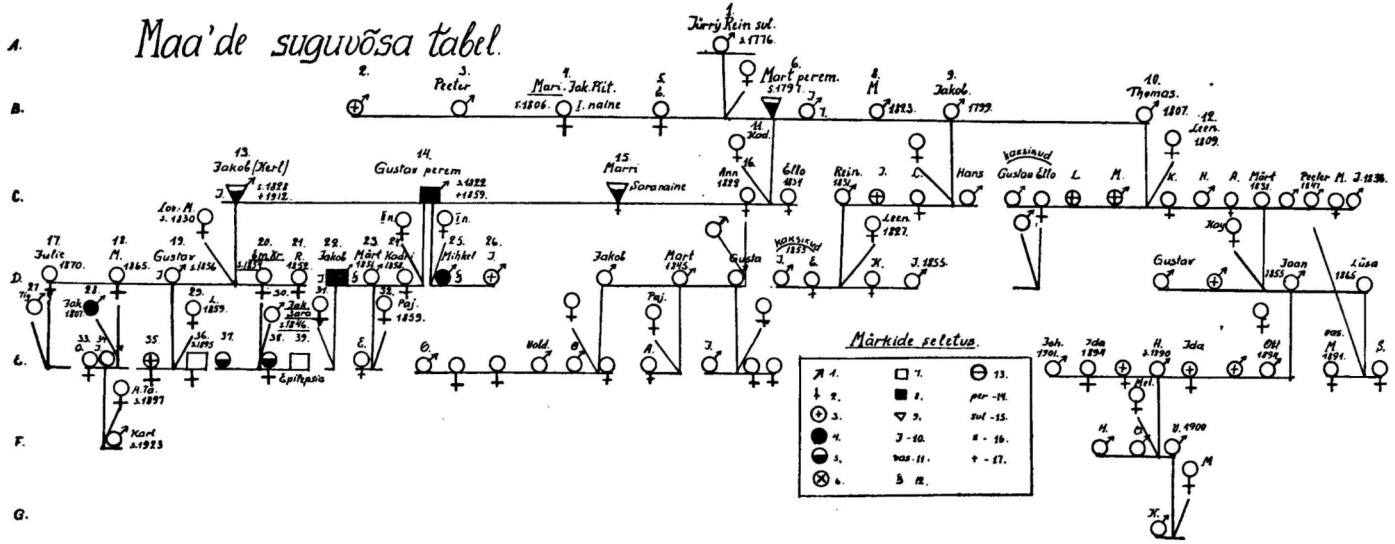
Silmas pidades, et nii Sari'de kui Piit'ide sugukonda on silmnähtavalt pahe kantud Maa'de sugukonnast, vaadelgem lõpuks ka seda sugukonda. Selle perekonna kohta on kirjalikke andmeid olemas aastast 1795, mil elas Ped. Ind. talus Ped. külas sulane Jü.-Re. (1), s. 1776. a.; sealt asus J.-Re. Re. tallu, alul sulaseks, hiljem pooleteraliseks, kuni lõpuks asus Kod. külla Cre. And. tallu peremeheks, kus talu tühjaks jäi peale pererahva väljasuremist arvatavasti taudi tagajärjel (1805—1807). Jü.-Re. abiellus; abielust võrsus temale 7 poega: Pe. (3), Ma. (6), Jak. (9), Tho. (10), Mihk. (8), J. (7) ja B. (2) ning 2 t. — Ma. (4) ja El. (5). Viimane poeg Be. (2) suri noorelt ja Pe. (3) põgenes noorelt orjusest teadmata kuhu. Tütar Ma. sai Jak. Piit'ile naiseks (13 joon. I) ja on seega kuritegijate Piit'ide vanaema (I—13) isa poolt. Tütre El. saatuse kohta puuduvad andmed.

Poeg Ma. (6), s. 1797. a., oli iseloomult väga tige; kakles lastega, eriti poja Jak.-ga; suur kelm, joomar ja varas, mistõttu oli vangis; linavarguse eest sai naabritelt peksa; isa järgi jäi tallu peremeheks. Abiellus kellegi Kadr.-iga; sellest abielust s. tütred A., El., Ma. ja p. 1) Gu. (14) ja 2) Jak. (13) Tütar Ma. s. 1825. a. ületas oma tigeduse poolest isa; vahtis altkulme, noris tüli, varastas tühiseid asju; sai mehele Ma. Sara'le (joon. II—19) eelpool vaadeldud sugukonnast ja osutus seega P. vanaemaks ema poolt.

Tütar Ann läks mehele Toom., kellest tal sündis 3 last: Kust., kes abiellus Ma. E. Velli-ga (nende lapsed Jak., An. ja Ros.) ja asusid 1874. a. elama Tartusse. Teine p. Ma. abiellus L. Pa.-ga, temast on jäänud üks tütar. 3-as p. Jak. abiellus K. Kad.-ga, kellest s. 7 last; 1896. a. asus perekond Tartusse elama.

Poeg Gu. (14) jäi isa järele peremeheks ja abiellus korduvalt; tema esimesest abielust n. Ka.-ga (arvatavasti eelmisest Sa.-de sugukonnast ja nimelt harust, kus leidus palju alaväärtuslikke isikuid); on teada 2 poega: Ja. (26) ja Mi. (25). Mi. oli vägistaja ja suur varas, mistõttu saadeti Siberisse. Teisest abielust n. A. Joon.-ga on 2 p.: Mä. (23), kes abiellus, kuid suri varakult, maha jättes lapsena t. Elli ja p. Jak. (22), kes suri võrdlemisi noores eas, sa-

Joon. — Fig. III.



1. mees — homme
2. naine — femme
3. lapsena surnud — mort en bas âge
4. kriminaalsus — criminalité
5. allealine ehk juhuslik kuritegija — délinquant mineur ou accidentel
6. dementia praesenilis
7. ebanormaalsus — anormalité
8. ebanormaalsus ja kriminaliteet — anormalité et criminalité
9. psükopaatil. isend — psychopathie
10. joomar — ivrogne
11. väljaspool abielu sündinnd — enfant illégitime
12. Siberi saadetud — exilé en Sibérie
13. liiderlik — dépravée
14. peremees — maître de ferme
15. sulane — ouvrier
16. sündinud — né
17. surnud — mort

muti kui t. Kad. (24), s. 1858. a. Gu. ise oli väga piiratud arusaamisega, nõdramõistuslik ja suur joomar: jõi oma talu ära, selle järgi oli lihunik ning suri viinasurma 1859. a. Gu. pojad Jak. ja Mi. olid suured joomarid, hobusevargad ning viimane peale selle kooli ajal vägistaja; mõlemad saadeti Siberi.

Gu. (14) järgi sai peremeheks tema vend Jak. (13), kes oli samuti ebanormaalne, suur joomar, varas ja valetunnistaja; joomise tagajärjel kaotas ka tema talu, elas perekonnaga vaheldumisi Tartu linnas ja Kod. külas, kuni ta viimaks Siberi saadeti. Ta oli abielus Lov. Ro.-ga, s. Mande'ga; neil s. 4 t. (17, 18, 20, 21) ja p. Gu (19), kes samuti oli suur joomar ja lõpuks jõi ka oma osa talust ära. Nii on Ma. Maa (6) talu, mis hiljem kolmeks jagati järeletulijad maha joonud. Jak. t. Ros. (31) elas alul Tartus, hiljem R...., kus abiellus kingsepp A. Kar.-ga. Teine t. Em. Kr., s. 1854. a., abiellus kellegi Mu.-ga ja läksid mõlemad vene-usku; leseks jäänud abiellus E. K. Jak. Sari'ga (1854), uuesti luteri-usku minnes. Nende ainuke tütar on langetõbine ja mõlemad pojad kuritegijad. Kolmas t. (18) abiellus kurikalduvusliku isikuga Kla.-iga (28), neljas t. (17) sai mehele Pihkvas kellelegi Tiga-le

J.-R. kolmas poeg Jak. (9) oli esialul sulaseks Jü. talus venna Th. juures, hiljem võõraste juures Tuim. külas Vi. talus. Seal abiellus kellegi El.-ga: neil s. 2. t. ja pojad Re., Jü. ja H., H. võeti sõduriks. Poeg Re. abiellus sulasena sealsamas; tema järeletulijaist on teada kaksikud E. ja Jak. ning t. Ka. ja p. Ja.

P. Th. (10) abiellus kellegi Lee.-ga 1809. a.: neil sünd. 12 last, kellest ellu jäid Jaa., (s. 1833), Pee. (s. 1845), Mär. (s. 1829), Ha. (s. 1836 võeti sõduriks), kaksikuna sündinud p. G. ja t. El. (s. 1862) ning t. Ma. (s. 1842)., t. Ka. (s. 1829, P.-le mehele saanud), t. A. (s. 1830) ja t. K. (s. 1858 a.). Mär. abiellus Ka. P.-ga. Nende lastest abiellus t. L. (s. 1865 a.) onu Pee.-ga, selle järel kui L. oli s. 1891. a. Pee.-ga väljaspool abielu t. Mii.; tol ajal oli L. 26 ja Pee. 49 a. vana. Mär. p. Ja., kes sai peremeheks Reav. külas, abiellus A. K.-ga; nende 7 lapsest jäid ellu 1 t. ja 3 poega: Joh., Ot. ja Hu., s. 1895. a., kes abiellus Met.-ga, kellest sündis 4 poega.

Iü.-Re. V. noorim p. Mih. (8), s. 1823. a., asus elama Kas. valda. Tema lastest on teada 1) t. Ma., kes abiellus Ma. Ka.-ga; neil. s. 6 last (+3 noorelt surnud); 2) p. Kaarel, kes abiellus Leen. Mäg.-ga; neil on elus 6 lapsest 5, 3) p. Ku., kel on 5 last. Kõik ausad inimesed.

Mä. sugukonnast nagu näeme on degenereeruv ja kurikalduvusega nimelt Ma. (6) ja tema järglased. Maad olid oma kuritegevuse poolest kuulsad üle La. ja To. kihelkonna. Kaugemad sugulased häbenesid seda nime ja üks M.-s asuv kaupmees Maa võttis teise nime, milline toiming oli tol ajal väga keeruline.

Maa sugukonnast on paljud vajanud kui vallavaesed kogukonna toetust. Sari'de sugukonnas oli kogukonna abi vajajaid vähem, Piit'ide sugukonnast aga mitte ühtegi toetust vajajat!

Vaadeldes neid kolme sugukonda P., Sari ja Maa, näeme, et Maa sugukonnas on M. Maa. (4) abiellunud A. Piit'iga; selle vend Ma. (6—III), s. 1797, on ebanormaalne, kurikalduvusega isik ja joomar. Tema lapsed kannatavad sama puue all; üks tema tütar (15—III) abiellus Mä. Sari'ga (17—II), millest peale tekkis Sari'de sugukonnas alaväärtuslik element; siia juure tuleb tähendada, et Mä. Sari ema oli Maa'de sugukonnast. Mä. Sari üks tütar abiellus A. Piit'iga (17—I), kelle ema oma-korda nagu ülal nägime kuulub Maa'de sugukonda. A. Piit'i lapsed osutuvad kirgliste kuritegijaina, millist kalduvust enne pole märgata selles sugukonnas. Ka Sari'de sugukonnas tekkis alaväärtuslik element Maa'de tütarde abiellumisega Sari'de sugukonda; nii on viidud pahe siis kahte sugukonda tütarde kaudu. Selle näite seletamiseks peatume lühidalt pärivuse küsimuste juures.

Ema mõju poegade pärivusele eriti aga soole ja iseloomule on olulisem isa omast. Meessoo tekkimisel on aktiivselt tegev munarakk; sellest tuleb X kromosoomiga-sugugeen eosse, mis ka määrab ära lapse soo; naissoosse aga saadab ka isa sugugeeni (X), mistõttu naisel on 2 sugugeeni ja mehel 1. Teiselt poolt teame aga, et soo olemusega on seotud ka soo iseäraldused, eriti iseloomu omadused ja intellekt; muutuvad või degenereeruvad sugunäärmed, siis võivad tekkida vastupidised tunnused: kana hakkab kirema, kukk kaagutama jne. Pärivuse seaduse järgi kujunevad välja omadused seda paremini, tüübilisemalt, mida sagedamini paarituvad vastava tunnusega või kalduvusega isendid. Käsiteldaval juhul tuleb sellise tunnusena arvesse kurikalduvus päriliku algena mõlemalt vanemalt, ema poolt vähemalt 2 põlve vältel. Domineeruvad omadused esinevad puhtavereselt ja varjuvate omaduste tegurid leiavad suurimal määral kokkusattumise võimalusi ning nähtuvad varjuvad alged. Selliste pärivustingimuste korral pärivad sageli kõik lapsed ühed ja samad kalduvused.

Pärivusest tingitud Piit'ide kurikalduvus ema ja isa poolt viimase ema kaudu on seda olulisem, et isa on iseloomutu, tahtejõuetu, iseäralik psükopaatiline isend. Juba Šopenhauer väitis, et laps pärib isalt tahtejõu ja emalt intellekti. Sedasama väidab Peters ja eriti vaimukalt pärivusteadlane Lenz. Suurvaimude suguvõsa tabelid tõendavad sama. Piit'ide isa tahtejõud oli halvatud pärivuslikult: ei olnud jõudu, mis oleks tasakaalustanud lastes emalt päritud kirge kuritegevusele.

Näib nagu oleks asotsiaalse hingelaadi geenid vähemalt käesoleval juhul suguliitelised. Selge on, et selle hingelaadi tegur pärandatakse, nagu kindel ühik vanemailt lastele ning antakse edasi ühest sugukonnast teisse ja kolmandasse. Mainitud asjaoludega on ka peamiselt seletatav, mispärast kurikalduvus eriliselt avaldub umbes 20—35—40 eluaastani; see on sugulise olemuse õitseaeg ja ühtlasi ka kuritegevuse parim iga; 40 eluaastast peale kahaneb sugutung ja kahaneb ka kuritegevus palju kiiremini kui seda mõjutaks teised vähendavad tegurid, nagu surevus jne. Kuritegevus 21—25 eluaastate vahel oleks kahtlemata palju suurem, kui see on praegu, kui ei oleks takistuseks distsiplineeriv sõjaväeteenistus.

See kurikalduvuse, õigemini asotsiaal-hingelaadi pärandamine põlvest põlve tuleb eriti tüüplikult nähtavale veel Haas. vallast päritoleva R. perekonnas, kus jõuka taluomaniku järeletulijad avaldavad 4 põlve vältel ikka kurikalduvuse tõusvat hoogu.

See pärivuslik dispositsioon asotsiaalsele tegutsemisele oli eelduseks, et noil tingimustel, milles kasvasid üles kuritegijad P.-d (eriti ema eeskuju), nad ei võinud jääda andumata kuritegevusele. Kuritegevuse laad aga oli tingitud tolleaegsest olukorrast ja sotsiaalsest seisukorrast ehki kuritegevuse ala on üldiselt oluliselt tingitud kuritegija erilisest mõnust omandada teatavaid asju. Samuti selgub eeltoodust ema eriline mõju laste kuritegevusele andumisel.

De l'Hérédité dans une Famille de Criminels.

Dr. H. Madisson.

Résumé.

A partir de 1900 les membres de la famille des Piit, qui se composait de 5 fils et de 2 filles et habitait une ferme au village de K. pas loin de Mustvee, s'adonnaient avec entrain tout particulier au vol. La mère volait aussi tandis que le père n'était qu'un spectateur passif. La ferme se trouve au bord de l'ancienne route militaire où maintes fois des individus vigoureux ont été tués. Les habitants du village diffèrent des autres Estoniens par la coloration foncée toute particulière de leurs cheveux et de leurs yeux, par leur caractère agile et leur taille relativement grande. Ils sont croisés de Russes et de Bohémiens. Le sol est relativement bon; jusqu'à 1918 y exista un système de culture russe pratiqué aux villages et nommé système de „terre au cordeau". Voilà ce qui explique, chez les villageois, l'esprit développé de communauté, le manque d'esprit d'individualité et la faiblesse à l'égard de la propriété privée. Il n'y avait guère au village de bandes de voleurs. Il y avait aussi des fermes d'achats; le prix en était, pour la plupart, modéré et, à des fêtes de la Couronne, il était même souvent remis. L'inclination à l'alcoolisme s'ensuivit.

La ferme des Piit, achetée par le père A. Piit, avait la grandeur de 109 lofstelles. Le sol en était bon et la récolte également bonne. Il était aisé de nourrir 5—6 individus adultes. Jusqu'ici on n'avait guère trouvé de criminels dans la parenté des Piit. Donc ce penchant de la famille d'A. P. au mal était tout à fait spontané et incompréhensible à tous.

Les vols de chevaux et les vols avec effraction étaient la spécialité des Piit. L'expédition des objets volés était bien arrangée pour trois gouvernements.

Le fils ainé d'A. P., Auguste, a été condamné à 36—40 ans de prison ou de travaux forcés. Jusqu'à l'âge de 35 ans, il avait déjà passé à peu près 15 ans en prison, les peines judiciaires ayant commencé déjà quand il avait 18—19 ans.

Le deuxième fils, R. V. était un des plus entreprenants et habiles criminels; souvent il réussissait à s'enfuir de la prison; une fois quand il était attrapé, il mit le feu à la maison de sa

fiancée pour s'enfuir à la faveur de la fumée; il réussit à le faire. Plus tard il trouve sa mort par une balle tirée à travers la porte lors de son arrestation. Jusqu'à sa 40-ème année R. V. a été condamné à 34—38 ans de prison ou de travaux forcés. De ce temps il a passé 18 ans, au moins, en prison.

Le troisième fils V. était un voleur entreprenant. Jusqu'à sa 33-ème année, il a passé au moins 9 ans en prison par suite de l'aspèration des peines. Le quatrième fils Vic. prit part à un vol de chevaux quand il avait 14 ans. Jusqu'à sa 35-ème année Vic. a été condamné à une détention de 12—14 ans, quel temps, à cause de l'aspèration des peines diminua à 10 ans. Le cinquième fils O., jusqu'à sa 31-ème année, a été prisonnier, au moins, pendant 6 ans.

Les deux filles, R. N. et E., ont aussi énergiquement pris part aux vols dont elles ont été aussi châtiées. Ces dernières commettaient leurs vols au village natal: voilà pourquoi la plus grande partie de ces vols n'ont pas été découverts, mais, en revanche, au village on causait du dépit surtout aux filles et à la mère laquelle était l'instigatrice et l'âme des vols. La mère accompagnait aussi ses fils aux vols qui étaient commis à des endroits plus éloignés. Déjà avant son mariage la mère avait volé dans une ferme voisine des bas et des vêtements et n'avait pas eu honte de les mettre quand, le lendemain, elle était allée à la même ferme. Elle a été punie de ses vols à plusieurs reprises de même que son mari qui jouait un rôle passif en tous ces crimes.

Quelle était la cause de ce penchant aux crimes chez les P.? Comme nous l'avons vu tout d'abord, ce n'étaient pas les conditions économiques ou le milieu, par extension, qui l'étaient. Au physique, tous les P. étaient vigoureux, corpulents, des brunets aux yeux brunâtres, ils n'étaient pas particulièrement adonnés à l'alcoolisme.

A cause de leur grande force, ils étaient redoutables, voilà pourquoi les villageois évitaient de les irriter et les celaient parce qu'ils avaient peur de leur vengeance. „En moins de 15 minutes, nous démolissons les plus fortes portes et fenêtres", disaient-ils. Ils l'exécutaient aussi.

En ce qui concerne leur esprit, il faut dire qu'ils avaient été très inintelligents à l'école et avaient fait le moins de progrès de tous les écoliers. Leurs facultés intellectuelles étaient mauvaises. O. était même débile quant à l'esprit. Leur conduite avait été entièrement sauvage et brutale, ils avaient battu leurs camarades, les avaient tourmentés comme des animaux, avaient volé de dif-

férents objets aux écoliers, particulièrement leurs sacs à provisions. Étant bergers, plus tard, ils avaient volé des moutons aux voisins. Ils avaient manqué de tout sentiment de correction, ils s'étaient permis d'insulter, de la manière la plus mauvaise, le prêtre aux cheveux gris.

Peut-être était-ce l'éducation imparfaite ou le mauvais exemple de la mère qui provoquaient les mauvaises actions des enfants? A cet égard, il est très intéressant de savoir qu'A. P. a été marié 2 fois: la première femme, en mourant, laissa de petits enfants que la seconde femme éleva. Les enfants de la première femme et les descendants de ses enfants se sont propagés très vite. Ils sont aisés et respectables et il n'y a pas de malfaiteur parmi eux quoique ce soit la seconde femme qui les a élevés, la seconde dont les propres enfants ont été, sans exception, des malfaiteurs cruels. Ce n'est donc pas, en ce cas, l'éducation et le mauvais exemple de la mère qui puissent, à eux seuls, expliquer la disposition au mal des enfants issus du second mariage. Cette disposition s'est déjà démontrée dans quelques petits-enfants.

Ce n'est non plus l'instruction défectueuse qui puisse être décisive en ce cas puisque les enfants du second lit reçurent une instruction même un peu meilleure que ceux du premier mariage, de plus, ils eurent même l'enseignement du travail manuel.

Cette disposition au mal devait absolument être celée comme une particularité d'âme dans l'âme de chacun. Pour se rendre compte de ce fait il est d'intérêt de suivre la généalogie de cette famille.

Dès 1732 nous trouvons au village d'O., à la ferme de Rein Hansu, maître de ferme R. (Fig. I—1) dont le fils, également du nom de R. (2), fut aussi maître de ferme. Ce dernier avait 4 fils et 2 filles; les descendants de tous ces enfants, excepté ceux du quatrième fils, sont des individus laborieux et aisés. C'est ce quatrième fils, nommé Jacob qui nous intéresse particulièrement. Il était d'abord ouvrier de ferme, mais il devint bientôt maître de ferme au village de K., où il se maria plusieurs fois de suite. Sa seconde femme était une certaine M. Ta., dont la plupart des enfants de même que les petits-enfants moururent en bas âge. La première femme de Jacob avait été M. Maa (13); de ce mariage étaient nés 5 enfants dont 3 étaient morts en bas âge. Les enfants de la quatrième fille étaient aussi tous morts. Il n'était resté que le fils Ants (15), qui devint maître de ferme après la mort de son père.

Ants avait le caractère très faible. C'était un psychopathe sans énergie. Au village on lui avait donné le surnom de „petit homme".

Ants se maria à plusieurs reprises: sa première femme était L. Plot. (Fig. I—25) dont il y a beaucoup de descendants respectables et aisés. En mourant elle laissa de petits enfants qui furent élevés par la seconde femme, K. Sari (Fig. I—17). Cette dernière donna vie aux 7 Piit malfamés nommés ci-dessus.

K. Sari était peu développée, extrêmement cruelle, une psychopathe très colère et, pour fin de compte, voleuse. C'est par elle que la disposition au mal fut apportée dans la famille des P. Qui est-ce donc que cette K. Sari, d'où tire-t-elle son origine?

En 1795, au village de Ko., à la ferme de K., vivait le maître de ferme Mert (Fig. II—1) qui était né en 1742. Il mourut à l'âge de 69 ans, aveugle, dans un état de grande faiblesse d'esprit et de corps dont il avait souffert pendant plus de 10 ans; à ce qu'on voyait c'était la dementia senilis qui pour une cause quelconque s'était développée chez lui avant le temps.

On sait qu'il avait 9 enfants, entre eux le fils Jacob (Fig. II—2). Des autres enfants nous intéresse le fils Hans (10) dont le petit-fils fut envoyé en Sibérie à la colonie pénitentiaire. Jacob (2) avait 8 enfants dont le fils Martin (17) fut maître de ferme en suite. Martin se maria à une certaine Ma. Maa. Martin aussi bien que sa femme étaient particulièrement colères et connus pour leur méchancetés. Ils avaient 8 enfants; deux fils moururent bientôt. Le fils Joseph était extrêmement fourbe, il ne disait jamais la vérité. Il mentait de la manière la plus impudente et donnait de faux serments. Il était stupide au plus haut degré et si peu doué qu'il ne pouvait pas même vendre de pommes de son chariot puisque c'était au-dessus de sa portée de faire même les plus petits comptes. Il a été châtié pour vols; deux fils sont des individus anormaux, en ce qui concerne leur intelligence.

Son fils Jacob était marié à E. Maa, individu psychopathe et, de plus, originaire de la même famille à laquelle appartenait la mère de Jacob, M. Maa. Comme son grand-père Jacob, il souffrait de la dementia senilis. Des autres enfants, l'un est anormal et un fils et une fille ont été punis de leurs vols.

Anne (Fig. II—23), la fille de Märt, était une grande voleuse et mariée à un voleur; leur fille unique a été punie de vol. Le mari de l'autre fille de Märt Loviisa (21) de même que deux de ses 4 fils ont été punis de vols. Il faut nommer, en dernier lieu

la fille Kad. (25) dont il a été déjà question ci-dessus puisque c'est elle qui était la mère des Piit malfamés.

Donc nous voyons que le mariage du fils de Jacob (2) Märt (17) avec Ma. Maa a apporté à la famille des Sari une dégénération psychique grave et la disposition au mal. De la famille des Sari cette disposition s'est transmise à celle des Piit où elle s'est démontrée de la même manière.

En ce qui concerne les Maa (Fig. III), il est connu qu'au village de Ped. vivait en 1795 un ouvrier de ferme Jü.—Re. (1) Il était né en 1776. Plus tard il reçut, pour son travail, la moitié de la récolte et enfin il devint maître de ferme lui-même quand la ferme était restée déserte (probablement à cause de la peste qui sévit de 1805—1807). Des descendants de ses 9 enfants nous intéressent seulement ceux de son fils Martin, tandis que les descendants des autres enfants ne représentent rien qui diffère de la vie ordinaire d'un citoyen; pour la plupart ils étaient des domestiques.

Mais le fils Martin (6), mentionné ci-haut était extrêmement méchant et sauvage: il querellait ses enfants. Il était un grand filou, ivrogne et voleur. Pour cette cause il fut emprisonné. Il fut battu par ses voisins pour avoir volé du lin du champ. Sa femme n'offrait rien de particulier. De ses 5 enfants la fille Marie était d'un caractère frappant. Par sa méchanceté sauvage elle surpassait même son père: elle regardait souvent travers, cherchait sans cesse querelle aux autres, elle volait des choses futiles. C'est Marie qui devint la femme de Märt Sari et, par conséquent, la grand'mère des Piit.

Le fils Gustave (4) avait la conception dure, c'était un débile. Il était ivrogne et finit par perdre sa ferme en conséquence de son ivrognerie. Il devint boucher et mourut en étant ivre. Ses fils Jacob et Michel étaient de grands voleurs de chevaux; ce dernier, quand il allait encore à l'école, commettait des viols. Ils furent envoyés tous les deux en Sibérie.

Jacob (13) se mit à tenir la ferme à la place de son frère Gustave. Il avait également le caractère anormal. Il était un grand ivrogne et voleur. Il prêtait de faux serments. Il buvait jusqu'à ce que la banqueroute de la ferme s'ensuivit. Puis il vécut en ville. Enfin il fut envoyé en Sibérie à la colonie pénitentiaire. Son fils Gustave (19) était aussi un grand ivrogne qui perdit, à cause de son ivrognerie, la part de la ferme qu'il avait reçue de son père.

A ce que nous voyons, il y a, à la parenté des Maa, parmi les descendants de Märt, beaucoup de dégénérés, de débiles, d'ivrognes et de malfaiteurs. La soeur de Martin, Marie, était mariée à Jacob Piit. De cette union naquit A. Piit, qui était malfamé, sans énergie, sans caractère, psychopathe. Celui-ci épousa Kadri Sari de la branche dégénérée et disposée au mal de la famille des Sari. La mère de Kadri était également un individu anormal; elle était aussi issue de la famille des Maa, étant la fille de Martin, individu indigne.

La grand'mère des Piit laquelle se distinguait par sa disposition au mal, de même la mère des Piit étaient donc originaires de la famille dégénérée des Maa. La dégénération et la disposition au mal furent transplantées, par mariage, de la famille des Maa dans celle des Sari et de là dans la famille des Piit. Chez les Piit cette disposition se manifesta sous la forme la plus grave puisque le mal transporté dans la famille des Piit par M. Maa, fut aggravé encore par le mariage de son fils Ants avec la fille de son frère (Martin). Il est connu que les caractères de telles unions se développent tout particulièrement et distinctement en types. La disposition au mal est héréditaire comme les autres particularités de l'âme et, d'après les lois de Mendel, elle se transmet aux enfants, d'une manière dominante, dans un cas comme celui examiné ci-dessus.

Outlines of the Distribution of Population in Estonia.

By August Tammekann.

Introductory.

A number of censuses have been arranged in Estonia in order to ascertain the population of the country: two during the Russian *régime*, in 1881 and 1894, and one in the independent Estonian Republic — the General Census of December 28 1922. The data of these censuses were published in print (1—4), being arranged according to provinces, towns and parishes. The density of population was illustrated by cartograms drawn according to the relative method of presentation (2, p. 38). We are interested only in the last census, which comprized exclusively the small area of Estonia and therefore admitted of a sufficiently detailed treatment of the matter.

The smallest territorial units in the printed accounts of the First General Census of Estonia are the parishes, the extent of which ranges from 16.9 km^2 (Naissaare) to 320.9 km^2 (Keila). They can be shown conveniently in a map of the scale 1 : 2 000 000. In the case of Estonia this would make a small 20×13 cm map. For the purposes of more detailed presentation smaller units than parishes would have to be adopted. Unfortunately, we have no smaller definite territorial units that we could connect with the number of people inhabiting them. Only the real estates, i. e. the units of land-property constituting a parish, might come into account, but the census was arranged from house to house, not from estate to estate, and the data we have do not enable us to make sure to which estate a house belongs.

However, the situation of houses may be found out from topographic maps which may be supplemented by large land-register maps and plans. Hence, the best method for presenting the distribution of population is the absolute or dot-method. The First General Census did not take into consideration the need of a detailed

cartographic presentation of the population, except in the small cartograms of the average density of population included in the preliminary summaries (2, p. 38). The present paper is meant to serve as a test of the expedience of the absolute method and its practicability in presenting the distribution of population in Estonia.

Materials used.

(1) Statistical materials. The figures are taken from the archive of the Chief Statistical Office in Tallinna, where the data of the First General-Census are kept, summaries of which have been published, arranged according to provinces (3—4). These summaries could not be used here since the smallest units there dealt with are parishes. The written materials of the archives consist of personal forms (1 107 059), house envelopes (160 046, in the towns also lodging forms 84 952), so-called control-forms (about 12 000) and district accounts (409, one to each parish, as well as those of the towns and boroughs). Furthermore, all census districts (towns and parishes) had already before the census submitted lists of houses and schemes for dividing their areas into census subdistricts, pointing out, which houses belonged to each subdistrict, and subjoining small maps often rather superficially sketched. The personal forms and house envelopes might have been used before the final working up of the data of the census when these were still grouped according to districts and subdistricts. Now, however, the personal forms have already been taken out of their house envelopes, the former being grouped according to the occupation of the people, the latter according to the material of the buildings. For our present purpose, the maps and envelopes would have had to be rearranged in a regional order. This would have taken much time and was made difficult by the fact that in part of the personal forms, the residence of the persons was not indicated at all or was indicated in an unsatisfactory manner.

Hence, I had to confine myself to the control-forms and district accounts, which, it is true, are not quite accurate, as they are based on the preliminary summaries. But those sligth inaccuracies (1—5 persons) are negligible in cartographic presentation, since for the computation of the population dots, the figures have to be rounded off. I have used the figures of 10339 subdistricts of 378 parishes, whereas the treatment of larger centres (towns, boroughs, market-towns etc.) is based on the total amounts of population given in the printed summaries (4).

In connection with the sum total of population the question of the growth and change of population since the census of 1922 arises. How far has it changed and how is it distributed: what are the shiftings of population from the country to the towns and *vice versa?* As the subsequent table shows, these changes are slight and almost negligible, if considered from a broader point of view. A population map based on the data of 1922 may therefore be regarded as reflecting present conditions with great accuracy.

Changes in the sum total of population and inner shiftings since the census of 1922 (5):

First General Census	Sum total of population	Rel.	Town inhabitants	%
Dec. 28. 1922 . .	1 107 059	100	321 086	29.0
Jan. 1. 1928	1 114 760	100.7	354 949	31.8
Increase	7 701	0.7	33 863	2.8

(2) Cartographic materials. Save a number of small maps, we have topographic maps of Estonia the scales of which are 1 : 25 000, 1 : 42 000, 1 : 84 000 and 1 : 126 000. The three first-mentioned are based on the 1 : 21000 maps surveyed between 1894 1913, whereas the last one dates from the middle of the 19-th century. In all maps, the individual farms are clearly distinguished, except in the cases of more crowded villages. No boundaries of parishes or real estates are given and the distribution of farms has changed, particularly since the Agricultural Reform of 1920. The scale of our map and the value of the dots have been selected as follows.

Only a smaller general map could be printed, so I decided in favour of the scale 1 : 1 000 000. As the map to be drawn could be two or three times this size, I selected a 1 : 300 000 map already at my disposal, having only to add the population dots.

For showing the distribution of population we need a special map disincumbered of the usual details of topographic maps, which in the present case prove superfluous. If this map should have to reflect the relations between the distribution of population and topographic features, it would have to indicate in a more or less generalized manner the relief, vegetation and roads. The settlement would be shown clearly enough by the distribution of population. The administrative boundaries and chief place-names would also have

to be added, and colours would have to be used, in order to avoid crowding the map in an illegible manner. The large population map of Sweden (1 : 500 000, 6) marks waters with blue, roads, boundaries and names with red, population dots with black and degrees of density of population with various shades of yellow. Perhaps it would be even more expedient to use superficial colours (green or yellow) for the vegetation, principally of the cultivated areas, black or brown stripes for the relief features (in larger maps the contour lines should be indicated), blue for waters, black for roads, boundaries and names, red for population dots.

In the present paper, the idea of giving a coloured map had to be abandoned and only a black-and-white one based on a 1 : 300 000 map could be offered. To make it more readable only the waters and the boundaries of the main administrative units (provinces), were given in addition to the population dots. All other matters have to be studied by way of comparison from the topographic or other maps.

(3) The value of the dots and the method of placing them. In placing the dots, a supplementary 1 : 42 000 topographic map (about 500 sheets) was employed. It showed more in detail the distribution of houses but only the names of villages and isolated farms were indicated, which made it impossible to discover each house. This would have been possible by using large land-register maps, but seemed unnecessary, considering the small scale of the map to be drawn. For this reason I used the figures of the subdistrict accounts, which are identical with those of the control-forms. The population in one subdistrict ranged from 4 (the 36-th subdistrictof the parish of Kehtna in the province of Harjumaa) to 833 (the 12-th subdistrict of the parish of Kulje in Setumaa), but was mostly about 50—60. The subdistricts are usually villages or parts of larger villages, and even the most densely populated subdistricts 200—250 inhabitants) appear on the 1 : 300 000 map as 20—50 mm^2 spots. Hence it seemed natural to take 50 persons as the value of a dot. This is roughly the most frequent amount of population in one subdistrict and therefore, on the whole, coincides with the smallest census units, besides enabling one to place the dots distinctly even in the smallest and most densely populated subdistricts (4—5 dots). Exceptions are found only in the cases of towns, boroughs etc., where the population is symbolized not by groups of dots but larger spheres (7).

In the original map, then, 50 person dots are small 1 mm^3 spheres (in print about one third of the original size). The spheres representing denser agglomerations increase proportionally to the population and the value of the dots. Inaccuracies are possible within limits not exceeding 24 persons.

If one dot comes to a subdistrict, which is usually the case, this dot corresponds to the only house or larger group of houses of the subdistrict. Two, three or more dots denote more densely populated centres. Where no such are found, the number of houses indigated by one dot has been computed and the dots have been placed accordingly. All dots correspond to houses, to show the character of settlement. The grouping of the dots indicates the shape of this latter.

Analysis of the distribution of population.

Taken as a whole the distribution of population in Estonia is fairly even without any outstanding centres of accumulation or gaps. This is mainly due to the small percentage of town inhabitants — a feature common to Northern and Eastern Europe.

The percentage of town inhabitants in Estonia

In Estonia as whole	**29.0**
The province of Harjumaa	60.3
„ „ „ Tartumaa	34.4
„ „ „ Valgamaa	30.6
„ „ „ Virumaa	28.1
„ „ „ Pärnumaa	25.6
„ „ „ Viljandimaa	17.9
„ „ „ Järvamaa	14.0
„ „ „ Võrumaa	8.7
„ „ „ Läänemaa	7.9
„ „ „ Saaremaa	6.3
„ „ „ Setumaa	3.3

The term „towns“ includes towns, boroughs, market-towns etc. The percentage of inhabitants is large in Harjumaa (over 50 %), moderate in Tartumaa, Valgamaa, Virumaa, Pärnumaa, Viljandimaa and Järvamaa (10—50 %) and slight in the rest of the state (under 10 %).

The poor quality of the soil in the neighbourhood of Tallinna, the chief town of the state, and the unfavourable conditions of life

in that part of the country impair the concentrating power of the capital. Hence Harjumaa, including Tallinna, is not the most densely populated part of Estonia. These parts are found in certain country-districts of the South.

Another cause of the even distribution of population is the similarity of topographical conditions all over the state (8). Very few elevations interrupt the level character of its relief, and the dif-

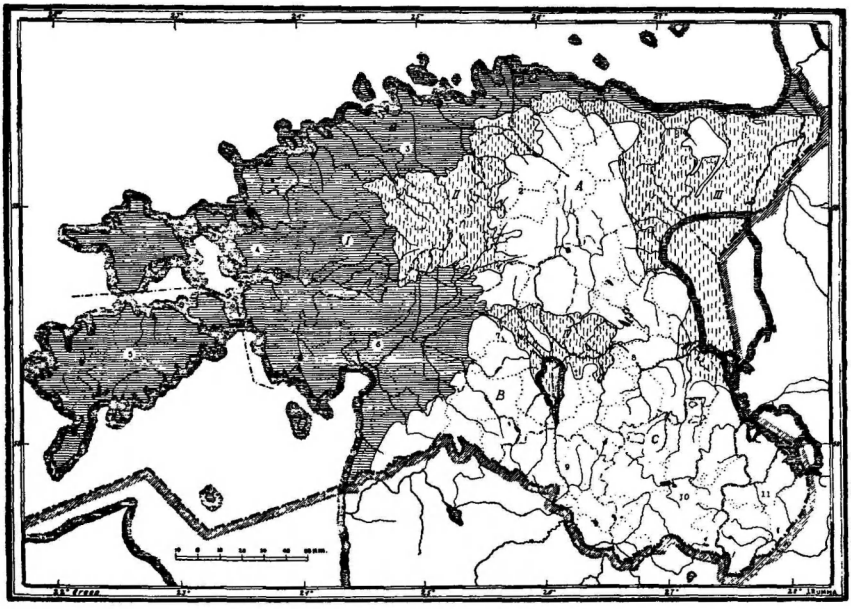


Fig. 1. Division into provinces and chief physiographic features of Estonia.

1 — Province of Virumaa, 2 — Järvamaa, 3 — Harjumaa, 4 — Läänemaa, 5 — Saaremaa, 6 — Pärnumaa, 7 — Viljandimaa, 8 — Tartumaa, 9 — Valgamaa, 10 — Võrumaa, 11 — Setumaa; I — area of Late-glacial marine transgression; II—IV — Glacial lakes: II — of North-Estonia, III — of Peipsi, IV — of Võrtsjärv; A—C — large superaquatic elevations: A — of Pandivere, B — of Sakala, C — of Ugala.

ferences are rather in the structure of the surface and the soil than in height. Much importance is to be attributed to the boundary of the late glacial transgression (Fig. 1). In the part above it there the predominante characteristic is clayey moraines untouched by water, whereas below it (I on fig. 1) there are sands and silts, deposited in the water, or moors and bogs, which have supplanded

lagoons and glacial lakes now overgrown. Tracts resembling the territory formed by the glacial transgression are found in Central resp. Eastern Estonia in the areas once occupied by the glacial lakes Võrtsjärv and Peipsi (Fig. 1, III, IV). Accordingly, the superaquatic moraines of Estonia are divided into three large elevations: the elevation of Northern Estonia (or Pandivere) north of the basin of the Võrtsjärv and Peipsi, (Fig. 1, A), that of Viljandi (or Sakala) west of the Võrtsjärv basin, (B), and of Otepää-Haanja (or Ugala) just between those two basins (C).

These outlines of the relief of Estonia are reflected in the character of its vegetation and in the extent of cultivated land. The main centres of cultivated soil are found on the three elevations just mentioned. On these, only a few groves and groups of trees are left of former tracts of continuous mixed or fir woods. In wet parts less suited for cultivation the woods have been turned into pasture-land or meadows. In the transgression areas as well as in the Võrtsjärv and Peipsi basins, the case is different: bogs and boggy woods predominate, though part of the latter have been made into pasture-land or meadows. The cultivated parts appear only as smaller spots or are centred round particularly suitable places, such as elevations, along rivers, coasts etc.

On the other hand, some unevenness of population, though more in points of detail than in general, has been caused by the conditions of land property which prevailed until lately. About half the area of the country was divided into large estates. This caused the appearance of considerable centres of cultivated land uninhabited by peasants — spots which appear as gaps in the population map. The Agricultural Reform of 1920 cut most of these large estates into pieces, and new settlements are arising little by little in the uninhabited fields. During the census of 1922 this process was still going on and even the settlers in the large estates already divided had not yet been able to build new houses of their own, so that they were crowded into the old buildings of the estates. The map shows slight agglomerations surrounded by empty spaces — the fields of the old estates. As the Agricultural Reform is proceeding, those centres gradually melt away and the distribution of population becomes even. On the other hand, the very same reform is accelerating the accumulation of people into boroughs and market-towns, which grow continuously. These smaller centres formerly arose mainly on the areas of large land estates where they lacked most conditions

POPULATION MAP OF ESTONIA 1922

A. TAMMEKANN

LEGEND

• 50 rural inhabitants

TOWNS AND BOROUGHS

2 000 · 50 000

5 000 · 100 000

20 000

SCALE 1:1000 000

K. Mattiesen'i trükk, Tartus.

of free growth and development. The division of the large estates added to the landed property of most of those bodies and made them grow rapidly. Their growth is perhaps the most notable change since the census of 1922.

A more detailed study of the distribution of population shows much more heterogeneousness. The map (Pl. I) illustrates the greater concentration of population on the three principal superaquatic elevations which more or less concentrically surround a steadily rarefied region of density. Outside these centres of density an important zone of concentation is the coast — particularly the middle part of the coast of Northern Estonia and the coast of the Livonian Gulf as well as the tract of land bordering on the Peipsi and the lake of Pihkva. Here the people live mainly on fishery and navigation. The main gaps in the distribution of population — areas either thinly inhabited or quite uninhabited — are found in the north-western part of the Peipsi basin, the north-eastern section of the Võrtsjärv basin and the eastern corner of the transgression-plain of Pärnu, opposite the mouth of the valley of Navesti. All these are regions of the late glacial transgression and consequently of recent origin and even now little fit for inhabitation.

References.

1. Depouillement des données du recensement de 1922 et le contenu des tableaux des résultats définitifs. Bureau Central de Statistique de l'Esthonie, Tallinna 1923.
2. Résultats preliminaires du recensement de 1922. Tallinna 1923.
3. Résultats du recensement de 1922. Tome II: Pour toute la République, Tableaux synoptiques. Tallinna 1924.
4. Résultats du recensement de 1922. Tome IV—XI: Arrondissements. Tallinna 1923—1927.
5. G. Tomberg. Population des villes et bourgs en 1927. *Recueil mensuel du Bureau Central de Statistique de l'Estonie, 1928 № 5.*
6. Sten de Geer, Atlas över befolkningens fördelning i Sverige. Stockholm 1919.
7. B. Adlercreutz, En undersökning av den sfäriska absoluta metoden vid konstruktion av folkmängdskartor. *„Terra"* 1924 № 4, Helsinki.
8. J. G. Granö, Die landschaftlichen Einheiten Estlands. *„Loodus"* 1922, Tartu.

Autoreferate[1].

J. PIIPER: **„Die Evolution der Wirbelsäule des Vogels, illustriert auf Grund ihrer Entwicklung bei Sturmmöve und Strauss".** 3 und 17. 2. 1927.

Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelsäule von *Struthio australis* Gurn. und *Larus canus L.* haben den Referenten zu einigen Ergebnissen geführt, welche die morphologische Deutung der in der Entwicklung auftretenden Bestandteile des Wirbels in anderem Lichte erscheinen lassen als die gegenwärtig herrschende Anschauung zu lehren pflegt. — Die Entwicklung der Vogel-Wirbelsäule wird dadurch eingeleitet, dass die Sklerotome („primäre Sklerotome" d. Autors) sich sehr früh in eine innere und eine äussere Schicht („sekundäres Sklerotom" d. Aut.) spalten. Sowie die äussere, ist auch die innere Schicht anfangs segmentiert und umgibt in der Form von breiten mesenchymatösen Ringen („perichordale Ringe" d. Aut.) die intrasklerotom verbreiterten Abschnitte der Chorda. Bald verschmelzen die sukzessiven perichordalen Ringe in eine die Chorda kontinuierlich umfassende prochondrale Röhre („perichordale Röhre" d. Aut.). In dieser Röhre entwickeln sich intersklerotom knorpelige Ringe („Vertebralringe" d. Aut.), welche die Anlage der inneren Schicht des definitiven knorpeligen Wirbelkörpers bilden. Die zwischen den Vertebralringen liegenden Abschnitte („interstitielle Körper" d. Aut.) der perichordalen Röhre differenzieren sich in drei Segmente, von denen das vordere und hintere („opistho- und prospondyle Zone" d. Aut.) mit den anliegenden Vertebralringen verschmelzen und die primären Wirbelzentra bilden. Aus der mittleren Zone des interstitiellen Körpers entsteht der innere Teil des primären Intervertebralkörpers. Der primäre chondrale Wirbelkörper verwächst nun mit den dorsalen und vorderen ventralen chondralen Bogenpaaren *(Araealia)*, welche aus den kaudalen und kranialen Hälften („Sklerotomiten" d. Aut.) der sekundären Sklerotome entstanden. Der Hauptteil des unteren hinteren Bogenpaares verweilt in prochondralem Zustande und verwächst mit dem primären Intervertebralkörper zum sekundären Intervertebralkörper, aus welchem die *Liga-*

Referate sind hier unberücksichtigt geblieben.

menta suspensoria und *Menisci intervertebrales* entstehen.

Daraus folgt, dass die ältere Ansicht, nach welcher der Vogelwirbel aus einem primären und sekundären Teil aufgebaut ist und zu welcher Schwark auf Grund anatomischer Beobachtung gekommen, auch embryolo-

1) In vorliegendem Bande als selbständige Arbeiten veröffentlichte

gisch beweisbar ist. Auch ist aus obigem ersichtlich, dass die prochondralen *Interventralia* die Anlage zu einem Teil des Intervertebralapparates bilden, was schon von Schauinsland vermutet aber nicht bewiesen wurde.

Soweit dem Referenten nach diesbezüglicher Literatur bekannt ist, ist das Auftreten der Äquivalente der prochondralen und chondralen *Interdorsalia* (hinteren oberen Bögen) in der Entwicklung des Vogelwirbels nicht beschrieben worden. Die Anlage eines *Interdorsale* in weiterem Sinne entsteht in der Halsregion aus dem oberen (neuralen) Teil der kranialen Sklerotomhälfte. Das *Interdorsale* erscheint in der Form von zwei Gewebsverdichtungen, von denen die eine dorsal die andere ventral vom Spinalganglion gelegen ist. Die obere Anlage verwächst bald mit dem dorsalen Ende des unmittelbar kranialwärts liegenden *Basidorsale* (vorderer oberer Bogen) und verknorpelt fast gleichzeitig mit dem letzteren. Diese Anlage die man als *Interdorsale dorsale* bezeichnen kann liefert in definitivem Zustande den *Processus articularis posterior*. Der unterhalb des Spinalganglions gelegene Teil des hinteren oberen Bogens — das *Interdorsale s. str.* (I. in engerem Sinne) des Autors trägt zum Aufbau der hinteren Hälfte des *Arcus neuralis* bei und bildet zugleich die Hauptmasse der dorsolateralen Region des knorpeligen Wirbelkörpers. Die starke Beteiligung des *Interdorsale s. str.* am Aufbau des knorpeligen Wirbelkörpers steht in Widerspruch mit der herrschenden Theorie, nach welcher der Vogelwirbel zum sogenannten „gastrozentralen" Typus gehört, wo das Wirbelzentrum hauptsächlich aus *Interventralia* besteht. Wenn der Beteiligungsgrad der Bogenanlagen am Aufbau des Wirbelzentrums als Basis für die Aufstellung der Wirbeltypen aufgestellt wird, gehört der Vogelwirbel nicht dem gastrozentralen Typus an, sondern steht näher dem „notozentralen" Typus, wo nicht die *Interventralia*, sondern die *Interdorsalia* die Hauptmasse des Wirbelzentrums abgeben.

Von besonderem Interesse ist, dass die *Intercentra* aus den subchordalen Abschnitten der Sklerotome entstehen und dass ursprünglich in ihrem Aufbau nicht nur die kaudale, sondern auch die kraniale Hälfte des Sklerotomes beteiligt ist. — Auch verdient hervorgehoben zu werden, dass im Gegensatz zu anderen Wirbelsäule-Regionen die *Intercentra* der synsakralen Region als paarige Gebilde entstehen und bis zu ihrer definitiven Athopie in paarigem Zustande verharren.

JAAN PORT: **„Über die Wirkung der Neutralsalze auf die Koagulation des Protoplasmas bei *Paramaecium caudatum*"**. 31. 3. 1927.

Bei der Hitzekoagulation des Paramaecienplasmas in der Kulturlösung konnte ich 4 Koagulationsstufen unterscheiden: 1) Anfang der Koagulation[1]); die Pulsation der Vakuolen ist lebhaft; die Bewegungen der Tiere laufen in spiraligen Bahnen. Ultramikroskopisch ist das Plasma „leer", ungeronnen. 2) Koagulation des Plasmas wird an der Zelloberfläche bemerkbar. Die Bewegungen der Tiere hören auf. Die Pulsation der Vakuole kommt zum Stillstand. Die Zilien schlagen noch kräftig, ± normal. 3)

1) Die Tierkörper sind angeschwollen

Die Koagulation des Plasmas schreitet von den beiden Polen in das Innere der Zelle fort. Der Makronukleus ist noch normal (ungeronnen). Die Zilienschläge werden schwächer. 4) Das Erstarren des Makronukleus und der Tod der Tiere. Die Zilien aber schlagen noch eine kurze Zeit post mortem weiter.

Bei höheren Temperaturen folgen die genannten 4 Stufen schneller aufeinander und sind schwerer trennbar. In den zwei ersten Stufen ist die Koagulation des Plasmas reversibel.

Bei der Koagulation des Paramaecienplasmas in den hypertonischen Neutralsalzlösungen ist die Trennung der beiden ersten Stufen schwer zu unterscheiden. Sonst aber ist die Koagulation im ganzen analog der Hitzekoagulation.

Die Neutralsalze, die schnell ins Plasma eindringen können (NH_4-Salze, Rhodanide), beschleunigen die Geschwindigkeit der Hitzekoagulation des Paramaecienplasmas. Auch Ba-Salze und $Mg(NO_3)_2$ fördern die Hitzekoagulation. Die langsamer durch das Plasma permeierenden Salze hemmen bei den Temperaturen über 40° C und beschleunigen unter 40° C die Geschwindigkeit der Hitzekoagulation des Paramaecienplasmas. Unter 40° C wird die Geschwindigkeit der Hitzekoagulation durch die Neutralsalze nach der lyotropen Reihe der Anionen ($CNS > NO_3 > Cl > SO_4$) gefördert. (Eine Ausnahme bilden die Li-Salze).

In hypertonischen Neutralsalzlösungen wächst die Koagulationsgeschwindigkeit des Paramaecienplasmas mit dem Steigen der Salzkonzentration.

In 0,1 norm. Salzkonzentration koaguliert das Paramaecienplasma am schnellsten in Rhodaniden, NaBr- und $BaCl_2$-Lösungen, am langsamsten in Sulfat-, KCl-, $LiNO_3$- u. $CaCl_2$-Lösungen. In hypertonischen Neutralsalzlösungen fängt die Plasmakoagulation von der Zelloberfläche an und schreitet zentripetal fort. Dabei entstehen lokale Einstürzbildungen der Zelloberfläche; nach der Stärke der letzten Erscheinung richtet sich auch die Korngrösse des entstehenden Koagulums.

Das Plasma der konjugierenden und in der Teilung begriffenen Paramaecien ist viel resistenter gegen die Hitze, als dasjenige der normalen Tiere.

K. ORVIKU: **„Zur Kenntnis der untersten mittel-devonischen Schichten in Eesti".** 31. 3. 1927.

Es werden eine Anzahl Aufschlüsse vorgeführt von den Flüssen Pärnu und Nawesti, von wo blossgelegte Schichten in der Literatur zweideutig beschrieben worden sind. Grewingk (1859) und Schmidt (1859) haben die aufgeschlossenen Schichten als Gotlandium bezeichnet, Pander dagegen (1870) als Mittel-Devon.

In diesen Aufschlüssen findet man zuunterst in einer Mächtigkeit von über 10 m einen weissen, lockeren, kreuzgeschichteten Sandstein mit mitteldevonischen Fischfragmenten und dem problematischen *Aulacophycus sulcatus* Göpp.; danach wird auch der Sandstein als *Aulacophycus*-Sandstein bezeichnet. Der Sandstein keilt nach Osten aus und bei Tammeküla findet man als Hangendes des Gotlandiums den Trochiliskен-Sandstein,

dessen Mächtigkeit nirgends mehr als 2 m erreicht. Seine Grenze gegen das Gotlandium ist als scharfe Korrosionsfläche ausgebildet. Der Sandstein ist dichter als der vorige, gelblichgrau, grobkörnig und enthält in das Mittel-Devon gehörige Trochilisken.

Auf diesem Sandstein liegen in Wechsellagerung die Tonmergel- und Mergeldolomitschichten, welche mitteldevonische Fischreste führen.

Nach den Versteinerungen sind alle drei Schichtenkomplexe dem Mittel-Devon anzureihen, doch von dem typischen mitteldevonischen roten Sandstein, welcher das Hangende aufgezählter Schichten bildet, als selbständige stratigraphische Einheit abzugliedern. — Sie bilden die untersten Schichten des Mittel-Devons in Eesti.

So haben die Untersuchungen an den Flüssen Pärnu und Navesti gezeigt, dass alle Sandsteine und mergelige Gesteine, welche da auf dem Gotlandium liegen, ohne Ausnahmen in das Mittel-Devon gehören. Der Gotlandische Sandstein fehlt.

A. AUDOVA: **„Immobilisationszustände (Thanatose) des grossen Rosskäfers** ***Geotrupes stercorarius*** **L“.** 6. 10. 1927.

Beim grossen Rosskäfer erscheint die Immobilisation in zwei Formen: 1. mit ausgestreckten und 2. mit angezogenen Extremitäten. Die erste Form bezeichnen wir als Extensionszustand, die zweite als Flexionszustand. Beim Käfer mit ausgestreckten Beinen sind die Muskeln hypertonisch, augenscheinlich stark tetanisch kontrahiert: oft ist an den Beinen ein Zittern zu beobachten und die Starre lässt oft ruckweise nach. Der Extensionszustand wird hervorgerufen durch plötzliche, insbesondere aber starke mechanische Reize (Z. B. Schlag usw.). Auch dem Umkippen des Insekts folgt oft eine Immobilisation mit ausgestreckten Extremitäten. Die sicherste Methode zum Hervorrufen des Extensionszustandes ist ein Schlag. Dagegen folgt sogar einem starken Druck auf die Thorakalsegmente keine Thanatose.

Wird der Käfer aus dem Dunghaufen oder der Erde ausgegraben, so sind alle Extremitäten dicht dem Körper angezogen. Solch ein Flexionszustand ist entstanden durch — Reibung der Ventralseite des Käfers gegen die Erde oder den Mist: wird ein Käfer vorsichtig angefasst und im Sande etwas hin und her geschoben, so folgt gleich die Thanatose mit angezogenen Extremitäten. In derselben Weise lässt sich gewöhnlich der Extensionszustand in den Flexionszustand überführen. Und im Gegenteil, der Flexionszustand ist sehr leicht in einen Extensionszustand transformierbar, — man braucht nur dem Käfer einen Schlag zu erteilen, z. B. gegen die Thorakalsegmente.

Die Rezeption der Reibungsreize geschieht mittels der Härchen auf den Extremitäten, dem Thorax und auf dem Kopf. Infolgedesen lässt sich der Extensionszustand in den Flexionszustand transformieren, indem man auf die Ventralseite des Käfers bläst. Die Lage der Extremitäten hängt davon ab, ob die Härchen gereizt werden oder nicht und insbesondere welche Härchen gereizt werden. Zum Beispiel, reizt man im Extensionszustande des Käfers die Härchen an der Vorderseite des Femurs des Hin-

terbeines, so wird der Femur angezogen, und bei der Reizung der Härchen an der Hinterseite der Tibia wird diese flektiert. Die Reizung der Hinterseite des Femurs ruft die Flexion der Tibia hervor und die Reizung der Tibialvorderseite führt zum Anziehen des Femurs an den Thorax.

So kommt der Flexionszustand infolge des Überwiegens der Erregung zustande, die in den den Flexionszustand hervorrufenden Härchen entsteht.

Die Thanatose lässt sich sehr leicht durch Essigester aufheben.

J. PIIPER: **„Die ontogenetischen Stadien und die Phylogenie des Vogelwirbels".** 20. 10. 1927.

Man kann auf Grund der Gestalt der Chorda, der An- oder Abwesenheit der Perichordal- und Vertebralringe, der Intrasklerotomspalten und der Intercentra die ontogenetische Evolution des Vogelwirbels in vier Stadien einteilen. 1. Das präspondyle Stadium. Chorda nicht differenziert zylindrisch. Die Sklerotome sind durch den intrasklerotomen Spalt in kraniale und kaudale Hälften („Sklerotomite") geteilt. Dieses Stadium könnte gewissermassen mit den embolomeren Wirbeln der fossilen und rezenten *Amioidei* und einigen karbonischen Stegocephalen parallelisiert werden. 2. Das prospondyle Stadium. Die Chorda zeigt intrasklerotome Anschwellungen, welche von den Perichordalringen eingeschlossen werden. Die an den Seiten eines jeden Perichordalringes befindlichen Sklerotome differenzieren sich in dorsale (neurale) und ventrale (chordale) Teile. Dieses Stadium wäre vergleichbar mit einer mehr primitiven Form der rhachitomen Wirbel, welche aus zwei Paar dorsalen und zwei Paar ventralen Arcualia zusammengesetzt sind (*Archegosaurus*). 3. Das mesospondyle Stadium. Die Chorda zeigt intersklerotome Anschwellungen, welche von den Vertebralringen bedekt sind. Die Vertebralringe liefern mit den dorsalen und vorderen ventralen Arcualia verwachsend sekundäre (definitive) Wirbel. Die zentralen Teile der Sklerotome bilden die provisorischen und definitiven Intercentra. Auf Grund des Vorhandenseins der Intercentra entspricht dieses Stadium den Wirbeln gewisser *Cotylosauria* und *Rhynchocephalia*. 4. Das metaspondyle Stadium. Die Chorda schnürt sich intravertebral ein und der Wirbelkörper wird amphizoel. Später verschwindet die Amphizöelie und der Wirbelkörper wächt stark in die Länge. Die Intercentra der Hals- (exclus, Atlas und Axis), Rücken-, Synsakral- und einigen (Strauss) auch der Kaudalregion atrophieren. Die erste Phase dieses Stadiums ist vergleichbar mit den Wirbeln einiger bezahnten metozoischer Vögel, welche amphizoele Zentra besitzen.

A. PALDROCK: **„Neuere Untersuchungen auf dem Lepra-Gebiete".** 3. 11. 1927.

Als Reiztherapie führt das Erfrieren vermittelst CO_2-Schnee zur Autoimmunisation des Behandelten, die Kälteeinwirkung hat eine Zustandsänderung der Kolloide zur Folge, vorbei die Eiweisse sich nach der grobdispersen Phase hin verändern und zugleich von den Körperkräften aufgespalten und über den Körper geschwemmt werden. Als Antigene werden sie Anlass zur Anitkörperbildung. Es genügt 3—4 Sekunden einen 5 mm dicken CO_2-Schneestab einwirken zu lassen, um die gewünschte kolloidale Zustandseän-

derung hervorzurufen. Alle drei Wochen kann immer an je 10 Stellen das Erfrieren wiederholt werden und so die Behandlung 2 Jahre lang, bis zum Eintreten der Gewöhnung an diesen gleichgebliebenen Reiz, fortgesetzt werden. — Darnach geht man chemotherapeutisch gegen die ihrer Hülle beraubten körnchenförmigen Lepraerreger vor, welche aus freiem Lipoid, Lipoproteiden mit ihren grampositiven und gramnegativen Lipoidsäuren, Nukleinsäure, Nukleoproteid und Plasteoproteid bestehen, und welche alle an ein aus basischen Eiweiss bestehendes Gerüst gebunden sind. Diese Substanzen haben Affinität zu organischen Verbindungen von Schwermetallen. Das Solganal wirkt spezifisch, indem es die grampositive Lipoidsäure aus den Lepraerregern ausspaltet und auf diese Weise die Körnchen weiter aufspaltbar macht, deren immer Kleinerwerden im Verschwinden seinen Abschluss findet.

Die Leprabehandlung hat sich sowohl des CO_2 schnees als immunisierenden, wie auch des Solganals als chemotherapeutischen Mittels zu bedienen. Beide Mittel sind aufeinander angewiesen und ergänzen sich gegenseitig bei der Leprabehandlung.

L. POSKA-TEISS: **„Über den Bau der larvalen Amphibienepidermis".** (Vorläufige Mitteilung). 17. 11. 1927.

Die Untersuchung ist unternommen worden, um Klarheit zu verschaffen über genetische Beziehungen einiger der vielen verschiedenartigen Zellen der larvalen Anurenepidermis; zu welchem Zwecke aufeinanderfolgende Entwicklungsstadien der Larven von *Bufo calamita* Laur. (gezüchtet aus dem Laiche, der am 30. V. 25 auf der Insel Wormsi abgelegt war) durchgesehen wurden.

Ich habe feststellen können, dass die Zilien auf der Deckschicht zuerst auf der Bauchseite der Larve in der Saugdrüsengegend erscheinen, später vorne und unmittelbar hinter der Drüsengegend und noch später weiter kaudalwärts. Die meisten Flimmerzellen und am stärksten entwickelte Zilien finden sich in der Drüsengegend auf der Bauchseite der Larve, d. h. dort, wo sie am frühesten erscheinen; daselbst persistieren sie auch am längsten. Doch da, wie auch überall sonst auf der Oberfläche der Larve, finden sie sich nur auf einer bestimmten Art von Deckschichtzellen, den Zellen II, die dazwischenliegenden Deckzellen; Zellen I entwickeln niemals Zilien. Die Zellen II erleiden bei *B. calam.* folgende Veränderungen: sie verlieren ihre Zilien, zeigen Anzeichen einer sekretorischen Tätigkeit, verbunden mit Vakuolisierung des Protoplasmas, Ansammlung von Pigment als Resultat des Stoffaustausches und Metamorphose des Kernes, wobei sie in diesem Stadium, abgesehen vom Pigmentreichtum, grosse Ähnlichkeit mit den Leydig'schen Zellen der Urodelenlarven bekunden, weshalb sie auch als Leydig'sche Zellen der Anuren bezeichnet werden können, trotzdem sie ihre Zugehörigkeit zu der Deckschicht nicht verloren haben und sich nach aussen öffnen.

Leydig'sche Zellen der Urodelen werden beschrieben, wie grosse vakuolenhaltige Drüsenzellen mit gesetzmässiger Kernmetamorphose, die aber, wie es die meisten Autoren annehmen, immer in der Grundschicht

gelegen sind und nie die Epidermisoberfläche erreichen. Über ihre Entstehung sind verschiedene Meinungen geäussert worden. Da aber aus zerstreuten Bemerkungen und einzelnen Abbildungen verschiedener Forscher folgt, dass die Urodelenflimmerzellen genau den Anurenflimmerzellen entsprechen, dass sie sich auf entsprechenden Stellen länger erhalten, ebenso wie Leydig'sche Zellen, die in besonders starker Ausbildung auf der Bauchseite der Urodelenlarven sich befinden, so will mir scheinen, dass es dieselben Zellen sind, von denen man auch bei Urodelen, trotz der vielverbreiteten Meinung annehmen muss, dass sie der Deckschicht entstammen.

Weiterhin verändern sich die Zellen II der Anuren in 2 verschiededen Richtungen: sie verwandeln sich in gewöhnliche Deckzellen, dieses ist der seltenere Modus, oder sie sind dermassen abgearbeitet, dass sie, abgesehen von einer wandständigen Pigmentschicht, leer erscheinen und von den Zellen I von der Oberfläche abgedrängt werden. In diesem Stadium der regressiven Metamorphose sind sie den bei den Urodelen beschriebenen Langerhans'schen Schaltzellen gleichzustellen, welche, folglich auch bei den Urodelel eine Beziehung zu den Flimmer- und Leydig'schen Zellen haben müssen.

A. MIELER: **„Vorläufiger Bericht über die Geomorphologie des Peipusbeckens."** 17. 11. 1927.

Den Küstensaum des Peipussees umgibt eine durch die fennoskandische Hebung entblösste Zone des Peipus-Eisstauseebodens. Diese Zone wird landeinwärts von Strandterrassen, Wällen und alten Küstenformen umrahmt und weist eigenartige morphologische Züge auf.

Die Landhebung des Peipus-Eisstauseegebiets steigt in N 15° W Richtung von der durch die Mitte des Pleskauer Sees ziehenden O Isobase durchschnittlich um $^1/_3$ m auf 1 km. Sie hat 128 km nördlicher auf der Isobase von Kuremäe (Pühtitz) die Höhe von 43 m.

Die Landhebung weist eine geringe Anomalie auf, indem eine Zone von 30 km Breite eine überall gleiche Hebung zeigt. Diese Zone zieht in S 75° W Richtung vom Peipus, wo ihre Mittelachse die Embachmündung trifft, zum Wirtzjärw.

Nördlich vom Peipus finden sich in grosser Anzahl bewaldete Parabeldünen, von denen einige unmittelbar auf Bänderton ruhen. Ihre konkave und flachere Seite ist nach NW gerichtet. Die Umbildung dieser Dünen konnte schon in subarktischer Zeit beginnen, da die Niederung nördlich vom Peipus, wie Torfproben beweisen, in dieser Zeit schon trocken lag.

Hart am Nordufer des Peipus ziehen sich abweichend von den Parabeldünen gerichtete Dünen hin, die parallel dem Seeufer verlaufen; ihre Südseite wird vom Hochwasser stark zerstört. Diese Dünen dürften jüngeren Alters als die Parabeldünen sein.

Am Südende des Peipus, dem Pleskauer See, hat Referent an Kliffküsten Bänderton in grosser Verbreitung festgestellt. Der Bänderton erreicht hier in mächtigen Schichtenmassen eine Höhe von 6 m über dem Seespiegel. Der Bänderton ist hier meistens mit einer Moränenlehmschicht bis zu $1\,^1/_2$ m Mächtigkeit überlagert, ein Beweis des erneuten Vorstosses des Eisrandes.

Neu beschriebene sowie für Estland (Eesti) erstmalig festgestellte Tierformen — für 1927.

Protozoa.

I. **Flagellata.** Für das Gebiet erstmalig nachgewiesen (S. 81—85): *Mastigamoeba longiflum* Stokes., *Codonosiga furcata* Kent., *Salpingoeca convallaria* St., *Salp. fusiformis* Kent., *Monas dangeardii* Lemm., *M. minima* Meyer., *Bodo obovatus* Lemm., *B. uncinatus* Klebs., *Mallomonas acaroides* Perty., *Mall. producta* Iw., *Mall. producta var. marchica* Lemm., *Mall. tonsurata* Teil., *Dinobryon divergens var. schauinslandi* Lemm., *Cryptomonas ovata var. curvata* Lemm., *Chilomonas oblonga* Pasch, *Euglena proxima* Dang., *Eug. rubra* Hardy., *Eug. sociabilis* Dang., *Eug terricola* (Dang.) Lemm., *Eug. tripteris* (Duj.) Klebs., *Lepocinclis steinii* Lemm., *Phacus acuminata* Stokes., *Ph. caudata* Hübn., *Ph. pyrum* (Ehrbg.) St., *Ph. triqueter* (Ehrbg.) Duj., *Trachelomonas armata var. steinii* Lemm., *Trach. euchlora* (Ehrbg.) Lemm. *var?*, *Trach. globularis* (Auerb.) Lemm., *Trach. horrida* Palm., *Trach. spiculifera* Palm., *Eutreptia lanovii* Steuer., *Eut. viridis* Perty., *Astasia klebsii* Lemm., *Menoidium pellucidum* Perty., *Asinonema acinus* Duj., *Entosiphon sulcatum* (Duj.) St.

II. **Sarcodina.** Für das Gebiet erstmalig nachgewiessn (S. 87—92): *Amoeba angulata* Mer., *A. aquarum* Jollos, *A. dubia* Schaeff., *A. fluida* Gruber., *A. guttula* Duj., *A. limax* Duj., *A. nitida* Pen., *A. radiosa* Duj., *A. spumosa* Grub., *A. terricola* Ehrbg., *Pelomyxa fragilis* Pen., *Cochliopodium actinophorum* Auerb., *Cochl. bilimbosum* Auerb., *Coch. obscurum* Pen., *Difflugia arcula* Leidy., *Diff. bacillifera* Pen., *Diff. hydrostatica* Zach., *Diff. pulex* Pen., *Diff. rubescens* Pen., *Diff. saxiola* Pen., *Diff. tuberculata* Wall., *Nebela bursella* Vejd., *Neb. collaris* Leidy., *Neb. flabellulum* Leidy., *Neb. lageniformis* Pen., *Neb. militaris* Pen., *Quadrula discoides* Pen., *Arcella artocrea* Leidy., *Arc. hemisphaerica* Perty., *Centropyxis aculeata var. ecornis* Leidy., *Pyxidicola cymbalum* Pen., *Pscudodifflugia archeri* Pen., *Pseud. fascicularis* Pen., *Euglypha alveolata* Duj., *Eug. ciliata* Ehrbg., *Eug. laevis* Perty., *Assulina seminulum* Leidy., *Trinema complanatum* Pen., *T. enchelys* Leidy., *T. lineare* Pen., *Corythion dubium* Taranek., *Heterophrys fockei* Arch., *Het. glabrescens* Pen. *Raphidiophrys intermedia* Pen., *Acanthocystis aculeata* Hertw. & Less., *Acanth. myriospina* Pen., *Acanth. pertyana* Arch., *Clathrulina cienkowskii* Meresch., *Clath. elegans* Cienk, *Vampyrella lateritia* Fresn.

III. **Infusoria. A.** Für das Gebiet erstmalig nachgewiesen (S. 94—107): *Holophrya ovum* Ehrbg., *Urotricha farcta* Cl. & L., *Urot. furcata* Schew., *Urot. globosa* Schew., *Spathidium lieberkühni* Bütsch., *Spath. spathula* O. F. M., *Lacrymaria coronata* Cl. & L., *Lac. olor* O. F. M., *Prorodon edentatus* Cl. & L., *Pror. farctus* Cl. & L., *Pror. niveus* Ehrbg., *Plagiopogon coleps* Ehrbg., *Coleps uncinatus* Cl. & L., *Amphileptus claparedei* St., *Amph. incurvatus* Duj., *Lionotus folium* Wrzesn., *Loxophyllum setigerum* Quenn., *Loxodes rostrum* O. F. M., *Nassula rubens* Prty., *Chilodon gouraudi* Certes., *Chil. uncinatus* Ehrbg., *Dysteria fluviatilis* St., *Glaucoma colpidium* Schew., *Ophryoglena flavicans* Ehrbg., *Lembadion bullinum* O. F. M., *Blepharisma lateritium* Ehrbg., *Metopus contortus* Lev., *M. sigmoides* Cl. & L., *Condylostoma*

patens O. F. M., *Thylacidium truncatum* Schew., *Bursaridium schewiakoffi* Lauterb., *Climacostomum patulum* St., *Clim. virens* St., *Stentor niger* Ehrbg., *Caenomorpha medusula* Perty., *Strombilidium gyrans* Stokes., *Strombidium turbo* Cl. & L., *Stromb. viride* St., *Stenosemella nucula* Laackm., *Urostyla viridis* St., *U. weissii* St., *Stichotricha secunda* Perty., *Stich. socialis* Grub. *Uroleptus rattulus* St., *Pleurotricha grandis* St., *Oxytricha ferruginea* St., *Oxyt. parallela* Engelm., *Oxyt. platystoma* Ehrbg., *Stylonychia histrio* O. F. M., *Psilotricha acuminata* St., *Uronychia transfuga* O. F. M., *Vorticella alba* From., *Vort. longifilum* Kent., *Vort. microstoma* Ehrbg., *Vort. putrinum* O. F. M., *Epistylis umbellaria* Lachm., *Ep. umbilicata* Cl. & L., *Cothurnia nodosa* Cl. & L., *Cot. spissa* From., *Acineta papillifera* Keppen., *Podophrya brevipoda* Sand., *Pod. libera* Perty., *Pod. maupasi* Bütschli., *Pod. sandi* Collin., *Metacineta mystacina var. longipes* Mereschk.

B. Neu beschrieben (S. 99): *Lembadion bullinum var. levanderi* Irene Jacobson.

Errata: p. 125 „Summary“:

2nd line *for* contraction *read* expansion,
7th „ „ contract „ expand,
8th „ „ contraction „ expansion.