

EESTI VABARIIGI TARTU ÜLIKOOI
TOIMETUSED

ACTA ET COMMENTATIONES
UNIVERSITATIS DORPATENSIS

A

MATHEMATICA, PHYSICA, MEDICA

II

TARTU 1921

EESTI VABARIIGI TARTU ÜLIKOOI
TOIMETUSED

ACTA ET COMMENTATIONES
UNIVERSITATIS DORPATENSIS

A

MATHEMATICA, PHYSICA, MEDICA

II

TARTU 1921

K. Mattiesen'i trükk, Tartus

Sisukord. — Index.

1. **Hendrik Bekker.** The Kuckers stage of the Ordovician Rocks of NE Estonia. With 12 plates, 1 map and 12 figures in text.
2. **C. Schlossmann.** Über die Darmspirochäten beim Menschen.
3. **J. Letzmann.** Die Höhe der Schneedecke im Ostbaltischen Gebiet.
4. **Hugo Kaho.** Neutraaloolade mõjust ultramaksimum-temperatuuri peale Tradescantia Zebrina juures. 5 joonisega tekstis.

Reférat: Über den Einfluss der Neutralsalze auf die Temperatur des Ultramaximums bei Tradescantia zebrina.

THE KUCKERS STAGE OF THE ORDO- VICIAN ROCKS OF NE ESTONIA

BY

HENDRIK BEKKER

WITH 12 PLATES, 1 MAP AND 12 FIGURES IN TEXT

Research work carried out in the
Geological Department, Imperial College of Science and Technology,
South Kensington, London, and in the Geological Institution of the
University of Tartu, Estonia

TARTU 1921

Printed by C. Mattiesen, Tartu

Contents.

Pt. I.

The Kuckers stage of the Ordovician Rocks of NE Estonia.

	Page		Page
1. Introduction	5	6. Origin of the kuckersite	25
2. Bibliography and notice of the chief works	6	7. Conditions of deposition of kuckersite	27
3. Brief note on the strata underlying the Kuckers beds	11	8. Correlation of the Kuckers stage	29
4. Stratigraphy of the Kuckers stage	14	9. List of the Fauna of the Kuckers stage in Estonia	32
5. General remarks about Fossils of the Kuckers stage	23		

Pt. II.

New and newly recorded Fossils of the Kuckers stage.

	Page		Page
<i>Spongiae.</i>		<i>Brachiopoda.</i>	
Hazelia cf. palmata Walcott	39	Pachydictya irregularis sp. n.	60
<i>Bryozoa.</i>		Lingula ovata M'Coy	61
Protocrisina disposita sp. n.	40	Pholidops infrasilurica Huene	"
Lioclema spineum ramosum, var. n.	41	" estona sp. n.	"
Hallopora dybovsky Bassler	42	" elegans sp. n.	62
" dumalis (Ulrich)	"	" obtusa sp. n.	63
Diplotrypa moniliformis Bassler	43	" curvata sp. n.	64
" westoni Ulrich	44	Gen. Pseudopholidops, Gen. n.	64
" petropolitana (Nicholson)	"	Pseudopholidops scutellata sp. n.	65
" lamellaris sp. n.	45	" complicata sp. n.	"
Dittopora magnipora sp. n.	46	" pseudocranoides sp. n.	66
Chasmatopora furcata (Eichw.)	49	Orthis sp.	67
" punctata sp. n.	50	Platystrophia lynx Eichw.	68
Phylloporina granistriata Ulrich	51	Plectambonites schmidti Törnqu.	"
" papillosa sp. n.	52	var. leptelloides var. n.	"
Polypora quadrata sp. n.	53	" sericea Sowerby	69
Pseudohornea bassleri sp. n.	54	" quinquecostata M'Coy	"
Nematopora ramosa sp. n.	55	" convexa Pander	70
" granosa Ulrich	56	Leptaena rhomboidalis Wilckens	"
Nematotrypa spiralis sp. n.	57	" estonensis sp. n.	71
Graptodictya bonnemai jaervensis	"	Rafinesquina imbrex (Pander)	72
var. n.	58	" dorsata sp. n.	73
" minima sp. n.	59	" jaervensis sp. n.	75

Pt. I.

The Kuckers stage of the Ordovician Rocks of NE Estonia.

1. Introduction.

The Kuckers stage (C₂) near the village of Järve in Estonia now affords favourable opportunities for fossil-collecting, such as have never before existed, in the large Järve (or Kohtla-Järve) quarry (500 m. long and 250 m. wide) worked for fuel purposes, in the quarries of Vanamõisa near Kunda, and the village of Kukruse, and in the diggings near the Jõhvi estate.

The fauna of this stage is so abundant and frequently so well preserved that it is well worth detailed study.

Only a few classes have been entirely described: the Bryozoa by Bassler, the Ostracods by Bonnema, the Trilobites by F. Schmidt, and the Gastropods by Koken.

I have been enabled to make a detailed study of the bryozoa and brachiopoda, the former specially from the „kuckersite“ beds, at first in the Geological Institution of the University of Tartu between October and December 1919 and later in the Geological Department of the Imperial College of Science and Technology in London, where I worked from January to July 1920. In September I collected further new material from the quarries of Vanamõisa, Järve, Jõhvi and near Tallinn (Reval), which I worked out partly in the Geological Institution of the University of Tartu and partly afterwards in the Imperial College.

I owe my best thanks to Prof. W. W. Watts, and Dr. A. Morley-Davies of the Imperial College, to Prof. J. G. Granö, Tartu, to the University Council of Tartu (Dorpat), who enabled me as a stipendiate of it to carry out the research work in the Imperial College, to the officers of the Geological Department of the British

Museum, to the Librarians of the Geological Society, the British Museum (Geol. Depart.) and the Science Library, to the Estonian Legation in London, to eng. F. Rosenberg, Director of the quarry of Järve, to the officers of the „oil shale“ Department in Tallinn (Reval), and to the Librarians of the Natural History Society in Tartu and the Provincial Museum in Tallinn.

2. Bibliography and notice of the chief works.

1. G e o r g i. 1791. „Von einer feuerfangenden Erde aus der Reval-
schen Stadthalterschaft.“ Auswahl ökonom. Abhandlungen,
welche die freye ökonomische Gesellschaft in St.-Peters-
burg in teutscher Sprache erhalten hat. 3. Bd. Petersburg.
2. J. G. G e o r g i. 1798. Geographisch-physikalische und Na-
turhistorische Beschreibung des Russischen Reichs. Dritter
Teil. P. 333 u. 334. Königsberg.
3. G. v. H e l m e r s e n. 1838. „Mémoire sur le schiste argileux-
bitumineux d'Esthonie, et sur une nouvelle roche com-
bustible découverte dans cette province.“ p. 97—128.
Annuaire du Journ. des Mines de Russie, St.-Petersburg.
4. G. v. H e l m e r s e n. 1839. „Über den bituminösen Tonschiefer
und ein neuentdecktes, brennbares Gestein der Über-
gangsformation Esthlands, mit Bemerkungen über einige
geologische Erscheinungen neuerer Zeit.“ Bullet.-Scient.
publié par l'Acad. Impér. des Sciences de St.-Petersb.
Tome 5.
- 4a. A. v. O s e r s k y. 1842. „Geognost. Umriss d. Nord-westl.
Estlands.“ Verh. d. russ.-k. Miner. Gesellsch. St.-Petersb.
p. 118.
5. A. P e t z h o l d t. 1850. „Ein neues brennbares Mineral aus
Esthland.“ Journal für praktische Chemie. p. 112—113.
6. A. P e t z h o l d t. 1852. „Ein neues brennbares Mineral aus
Esthland.“ Neues Jahrb. f. Miner., Geogn., Geol. u. Pe-
trefakten Kunde. p. 68.
7. E. v. E i c h w a l d. 1854. „Die Grauwackensch. von Liv-
u. Esthland.“ Bull. de la Soc. Impér. des Natural. de
Moscou. Tome XXVII, p. 7. 8.
8. F r. S c h m i d t. 1861. „Untersuchungen über die silurische
Formation von Esthland, Nordlivland u. Ösel.“ Archiv
für die Naturkunde Liv-, Esth- u. Kurlands. I. Serie. Bd. 2.

9. C. Schmidt. 1869. „Das vermeintliche Guanolager zu Kuckers.“ Baltische Wochenschrift VII. № 34.
10. Schamarin. 1874. „Chemische Untersuchung des Brandschiefers von Kuckers.“ Archiv f. Naturk. Liv-, Esth- u. Kurlands. I. Serie. Bd. 5.
11. Fr. Schmidt. 1881. „Revision d. ostbalt. silur. Trilobiten etc.“ Mém. de l'Acad. Impér. des Sciences de St.-Petersb. VII. Sér. Tome XXX. № 1. p. 28—31.
12. Fr. Schmidt. 1882. „On the Silurian (and Cambrian) Strata of the Baltic Provinces of Russia etc.“ Quart. Journ. Geol. Soc. Vol. 38. p. 521.
13. J. E. Marr. 1882. „On the Cambrian and Silurian Rocks of Scandinavia.“ Quart. Journ. Geol. Soc. Vol. 38.
- 13a. Jules Marcou. 1890. „The Low and Middle Taconic of Europe and North America.“ American geologist, v. V. p. 360, 363.
14. Lamansky. 1905. „Die ältesten Silurischen Schichten Russlands.“ Mém. du Comité Géol. Nouv. Sér. Bd. 20.
15. F. R. Cowper Reed. 1906. „Lower Paleoz. Fossils of the Northern Shan states, Burma.“ Paleontol. Indica. Vol. II. Mem. Nr. 3.
16. Bonnama. 1909. „Beitrag zur Kenntnis der Ostrakoden der Kuckerschen Schicht.“ Mitteil. aus d. Geol. Inst. d. Reichsuniv. zu Groningen. Bd. 2. Heft 1.
17. C. J. Gardiner and S. H. Reynolds. 1910. „The igneous and Associated Sedimentary Rocks of Glensaul District. (County Galway).“ Quart. Journ. Geol. Soc., London, vol. 66, p. 253.
18. R. S. Bassler. 1911. „The early Paleoz. Bryozoa of the Baltic Provinces.“ 77 Bullet., U. St. Nat. Mus. p. 14 & 38.
19. Л. Ф. Фокин. 1913. „О строении и продуктах распада битуминозных горных пород Эстляндии.“ Горный журнал (Mining Journ.).
20. A. Born. 1914. „Der Untersilurische Brandschiefer von Kuckers (Estland).“ Eine petrogenetische Skizze. Geologische Rundschau. Bd. V. H. 4. p. 313—317.
21. P. E. Raymond. 1916. „The correlation of the Ordovician Strata of the Baltic Basin with those of eastern North-America.“ Bull. of the Mus. of Compar. Zool. at Harvard College. Vol. 56, № 3, 198.

22. М. Д. Залѣзскій (M. D. Zalessky). 1917. „О морском сапропелитѣ силурійскаго возраста, образованном сине-зеленою водорослью.“ Bull. de l'Acad. Impér. des Sciences. Petrograd.
- 22a. M. D. Zalessky. 1916. „Sur le sapropélite marin de l'âge silurien formé par une algue cyanophycée.“ Annuaire de la Soc. Paleontol. de Russie. Tome I. p. 25—41. Petrograd.
23. F. R. Cowper Reed. 1917. „Ordovician and Silurian Fossils from Jun-Nan.“ Mem. of the Geol. Surv. of India. Paleontol. Indica. Vol. VI, Mem. № 3.
24. F. Beyschlag u. L. v. z. Mühlen. 1918. „Die Bodenschätze Esthlands.“ Zeitschr. f. prakt. Geol. H. 10, p. 145—149.
25. F. M. Behr. 1919. „Das Vorkommen von Erdöl, Erdölgasen u. Brandschiefern in den baltischen Ostseeprovinzen Estland, Livland- u. Kurland. Petroleum. XIV. Jahrg. № 15/16.
26. L. v. z. Mühlen. 1919. Berichtigung z. d. Arbeit von Dr. F. M. Behr: „Das Vorkommen von Erdöl etc.“ Petroleum. XV. Jahrg. № 9. p. 363.
27. H. v. Winkler. 1919. „Destillationsprodukte des Kuckersits (Literaturstudie).“ Petroleum. XV. Jahrg. № 6.
28. Н. Ф. Погребов. 1919. „Прибалтійскіе горючіе сланцы.“ Отд. оттиск из Естеств. произв. силы Россіи.“ т. IV. (N. F. Pogrebov „Oil shales of the Baltic Provinces.“).
29. H. Bekker. 1919. „New Bryozoa from the Kuckers stage in Estonia.“ Ann. and Mag. of Nat. Hist. Ser. 9. voll. 4, p. 327—335.
30. M. D. Zalessky. 1920. Aus dem Russischen übersetzt von H. Lindenbein. „Über einen durch eine Zyanelge gebildeten marinen Sapropel silurischen Alters (kuckersit).“ Centralbl. f. Miner., Geol. u. Paläont. № 5 u. 6. p. 77—94.
31. H. v. Winkler. 1920. Über Umfang und Abbauwürdigkeit estländischer Bodenschätze.“ Mitteil. aus dem Geolog. Inst. d. Univ. Greifswald. III. p. 11—21.

The bituminous Kuckers beds were described for the first time by J. Georgi¹ in 1791. Engelhardt discovered the shale in 1789 near Kohala (Tolks) and sent specimens of it for inves-

tigation to the „Free economical Society“ in Petersburg. Georgi² describes the Kuckers shale as „a brownish, laminated argillaceous or marly bituminous earth (Bergpecherde), which forms a considerable bed 3 feet thick, in the Rakvere (Wesenberg) District, near the Kohala estate (Tolks). The earth burns without an unpleasant smell. Ten ounces of this earth contains 4 ounces of tar and 25 grains of [ash] salt. Shepherds burn this earth in piles. The darker sorts are used in place of umber.“

Later the shale seems to have been forgotten.

In the time of Helmersen the shales were rediscovered by accident. A stove, made near Kohala (Tolks) from shale slabs and bituminous limestone, began to burn.

Helmersen^{3,4}, who investigated the Vanamõisa and Kohala Region, divides the shale thus: 1) shale, more or less laminated, without limestone and 2) unlaminated, compact shale, containing a quantity of calcium carbonate and lying below the first sort. The thickness of the shale beds, pure or intercalated with limestone, was found to be 1.5—4 feet.

Data of one of the diggings near Vanamõisa (Helmersen):

1. Thin covering of earth.
2. Sand 3 feet.
3. Good quality shale . . . 2.5 „
4. Limestone 4.5 „
5. Shale 1.25 „

In 1861 F. Schmidt⁸ furnishes detailed notes regarding the „Brandschiefer“.

Later F. Schmidt¹¹ establishes the *Kuckers* stage which he considers to be closely related by its fauna to the underlying *Echinosphaerite* limestone, but showing faunal as well as lithological peculiarities. *Chasmops odini*, nearly related to *Ch. conicophyalma* from Sweden, is very abundant in all localities in this stage. *C. odini* begins to appear in the „Echinosphaerite limestone“ (C₁). Bituminous marl, says F. Schmidt, is really a bituminous shale, in middle part of the Kuckers stage area, that is a little to north of the railroad between Jõhvi (Jeve) and Rakvere (Wesenberg). Here are the chief localities: Kukruse (Kuckers), Kohtla, Salla, Erra, Vanamõisa (Wanamois), Kohala (Tolks), where the red „Brandschiefer“ reaches a thickness of 1 f. West and east of these localities only thin partings of „Brandschiefer“ are found in marly limestones. The most eastern

locality is the village Djalitzky to south of Gostilitz (Petrograd Distr.) where in a quarry slightly bituminous grey limestone contains: *Chasmops odini*, *Siphonotreta unguiculata*, *Hybocrinus dipentus* etc. To the west of the last named locality the same rock is found near the village Uljatitzky to south of Koporje, but with definite intercalations of the „Brandschiefer“ and with: *Orthis dorsata* His., *Clitambonites marginata* Pahlen, *Rafinesquina imbrex angusta*, all typical forms in C₂.

In american literature of the twentieth century notes on the Kuckers stage and a general description of other Ordovician stages in Estonia are found in Bassler's¹⁸ work.

P. E. Raymond²¹ gives some notes on the Kuckers formation (stage). According to P. E. Raymond (p. 198) „the base of this formation can be seen in the extensive quarries at Reval where the upper three or four feet are a bluish grey calcareous shale and thin-bedded shaly limestone containing numerous cystids, incl. *Echinosphaerites aurantium*, *Caryocystites balticus*, *C. aranea*“. Among other fossils, common in this stage, P. E. Raymond names on the same page *Oxoplecia dorsata*. In my fairly large material of brachiopods I could find nothing, resembling an *Oxoplecia*.

To obtain fuller data on the thickness of the shale beds the Fuel Department Commission in Petrograd began special investigations in 1916, regarding the possibility of technical utilisation of the shale as a fuel.

The results of these investigations have been published by Pogrebov²⁶. He (p. 24) estimates the thickness of pure shale to the north of the railroad between Jõhvi (Jeve) and Kohtla not less than 1 fath. (2.13 m.); he estimates the weight of a cubic fathom of undried shale at 1000 poud (16380 kg.) and the amount of shale on a square verst at the high figure of 250 millions of pounds (4095 mil. kg. or nearly 4 mil. tons). Locally, N of Jõhvi and Kohtla the shale is covered by thin moraine deposits and may be worked in open quarries. The thickness of the Kuckers stage is here approximately 7 fathoms [14.9 m.].

Pogrebov (p. 32) found in the sandy orthoceratite limestone near Järve thin partings of kuckersite with *Gloeo-capsamorpha prisca*, and higher up, in the Jeve limestone, often a small amount of kuckersite.

F. Beyschlag and L. v. z. Mühlen²⁴ pointed out, that

on account of the dip of strata varying from 2° — 5° , the kuckersite can be worked in open quarries in a belt of considerable length but only 32.62—77.36 m. wide.

H. v. Winkler³¹ (1920) estimates the amount of the superficial kuckersite seams in the district between Walgejõgi and Narova at the figure of 128.790.000 tons. He considers the kuckersite as a material of high economic value. It contains 65% ash which lessens its value as fuel, in spite of its heating value of 2400 calories. It is valuable for the obtaining of gas and tar; lubricating oils free of paraffin are obtained by fractional distillation. These oils on account of their resistance to freezing are valuable for the motors of aeroplanes, whereas before only castor oil could be used. The gas-oil obtained from kuckersite is valuable for internal combustion engines. As by-products of the gas oil Winkler mentions methyl-alcohol, acetone, acetic acid, pyridin etc. The gas tar contains benzol and naphthalene. The kuckersite has been satisfactorily employed for firing the revolving furnaces of cement factories.

3. Brief note on the strata underlying the Kuckers beds.

The strata underlying the Kuckers beds are exposed in North Estonia along cliffs (paekallas, Glint) on the shores of the Gulf of Finland.

a. Lower Cambrian.

At the base of the cliffs occurs the „Blue clay“ (sinisavi, blauer Ton). Interbedded with this clay are sandstone layers, especially its lowest and highest beds. The higher sandstone beds are correlated with the *Eophyton sandstone* of Sweden. Higher up comes an almost white unfossiliferous sandstone (correlated with the *Fucoid sandstone* of Sweden) and the lower part of the *Obolus sandstone* (Ungulitensand). Marcou^{13a} named these beds in 1890 the *Esthonia formation*.

b. Ordovician.

The *upper beds* of *Obolus sandstone* (upper part of A₂ of Schmidt) begin with a bed of conglomerate. Raymond²¹ (p. 186) describes this bed at Packerort as: „a bed of conglomerate, the matrix of which is an ironstained sandstone, which contains

well-rounded boulders ranging from a few inches up to four feet in the greatest diameter . . . This conglomerate is very irregular, and only two or three feet thick . . . The conglomerate at the base of the formation was seen also along the river north of railroad bridge at Narva. The pebbles of that locality were all rather small, the largest seen being ten inches in diameter.“ This bed, undoubtedly a shore deposit, is the lowest bed of Ordovician age in Estonia. The conglomerate was described in 1842 by the Major A. v. Osersky^{4a}.

The *Dictyonema* (*Dictyograptus*) shale (A_3 — of Schmidt), next in succession, I regard as a shallow water deposit. This is a black or dark brown, bituminous shale, the lower part intercalated with sandstone layers, having an average thickness of 2.5—3 metres (pure shale without sandst. intercalations), but reaching 4.3—5 metres in the most western outcrop (Packerort) in Estonia. It dips (as do the overlying strata) SW. Its height above Sea level at Ontica is 35 m., at Packerort 8 m. Though it thins out to the east, at Narva, it is seen again in Russia still further east, while in Scandinavia on the west it reaches a greater thickness.

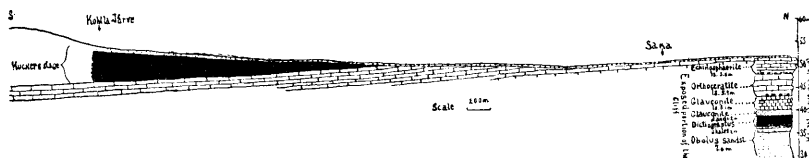
For the *upper beds* of the *Obolus sandstone* and the *Dictyonema shale* Raymond proposes the name *Packerort formation*.

The beds which follow 1) *Glaucinite Sandstone* and 2) *Glaucinite Limestone* (B_1 and B_2 — Glaukonitsand and Glaukonitkalk — of Schmidt, B_I , $B_{II\alpha}$, $B_{II\beta}$, $B_{II\gamma}$ and $B_{III\alpha}$ of Lamansky, *Wolchow* formation of Raymond) have also been regarded as shallow water deposits. They stand out well in the exposures of the Sea cliff by reason of their green colour, often spotted with yellowish-red (Glauc. Limest.). The sandstone is almost entirely made up of glauconite grains, and while 3 m. thick at Packerort it thins to the East and disappears near Narva. The limestone which is poor in glauconite grains, on the other hand, thickens towards the East. Shallowing of the Sea at the end of the limestone period is proved by the presence of borings on its surface, often filled with sandy material, a few inches long and of the thickness of a finger. Lamansky¹⁴ also records a conglomerate at the base of the succeeding limestone containing fragments of the glauconite limestone. (See t. f. 1).

Kunda stage (B_3 — *Vaginatenskalk* — of Schmidt, $B_{III\beta}$ and $B_{III\gamma}$ of Lamansky, *Kunda* formation of Raymond) based on the —

Lower Linsenschicht — „soft clayey limestone 6—12 inches thick, full of small flattened grains of about the size, shape and colour of small *Leperditias*. These small „lenticles“ have a concretio-nary form, . . . consist of clay containing iron oxides and calcium phosphate (Kupfer)“ [Raymond, p. 193]. Raymond thinks „the lower „Linsenschicht“ really represents a basal conglomerate of the Vaginatenkalk, for in places, as at Reval and Packerort, there is a real conglomerate, which replaces the „Lower Linsenschicht“. To the East the limestone deposits of this stage are thicker.

The *Echinosphaerite* Limestone ($C_{1\alpha}$ — Upper „Linsenschicht“ and lower part of the *Echinosphaerite* limestone of Schmidt, *Duboviki* formation of Raymond and $C_{1\beta}$ — upper part of *Echino-sphaerite* limestone of Schmidt, *Reval* formation of Raymond) which follows begins with a similar deposit, the „Upper Linsen-schicht“. The *Duboviki* formation, according to Raymond, thins



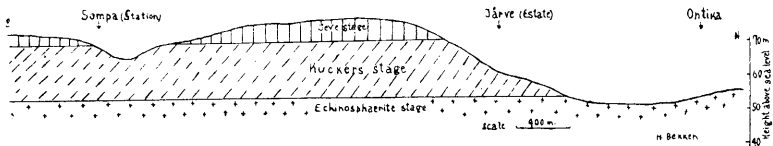
Text fig. I. Section: Kohtla-Järve — Saka.

out towards west: at Reval it is 1 f., at Baltishport 10 inches. To East in Russia on the River Wolchow near Duboviki it is probably 25—30 feet thick. Raymond says (p. 197) „a thin section shows that this rock is made up almost entirely of very small fragments of fossils“. The „*Reval* formation“ next in succession, lies from Wolchow — Reval upon the „*Duboviki*“, westward from Reval upon the „Upper Linsenschicht“. It is a compact, hard, often magnesian, greyish limestone 25—35 feet thick (largely quarried near Tallinn (Reval). Raymond describes the section of this limestone: „irregularly intergrown areas of very small crystals of calcite with irregular boundaries, and areas in which the crystals are of dolomite, about twice the size of those in the areas of calcite, and with definite crystal form. This rock is not made up of fragments of fossils, like that of the calcareous formations below.“

The overlying Kuckers beds indicate a marked change in physical conditions; these beds are not exposed on the Sea cliff.

4. Stratigraphy of the Kuckers stage (C₂ of F. Schmidt).

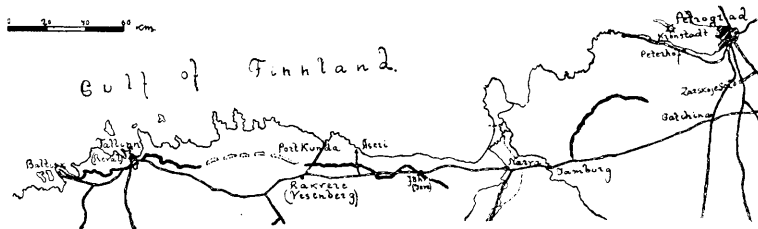
On the attached geological map of Northern Virumaa (Wierland), in the NE part of Estonia, which is identical with the map of J. Krutikov published in Pogrebov's paper²⁸, the outcrop of the Kuckers beds forms an irregular band, 4—10 klm. to south from the Sea shore, varying in width according to the extent to which the overlying Jeve limestone was removed by ice in the



Text fig. 2. Section: Sompä—Ontika.

Glacial Period. The comparatively thin moraine deposits do not completely conceal the terrace-like outcrops which form a feature of the topography from Jõhvi to Järve and in the vicinity of Vanamõisa to S of Kunda (see t. f. 2). This feature is in part the shoreline of the Joldia Sea, which in Pleistocene times covered the northern part of this region.

Near Vanamõisa, Vanaküla and Samma (64 m. above Sea level) the Kuckers stage may be approximately estimated at 11 m. Between Järve and Kukruse its thickness is 15—17 m., locally less.

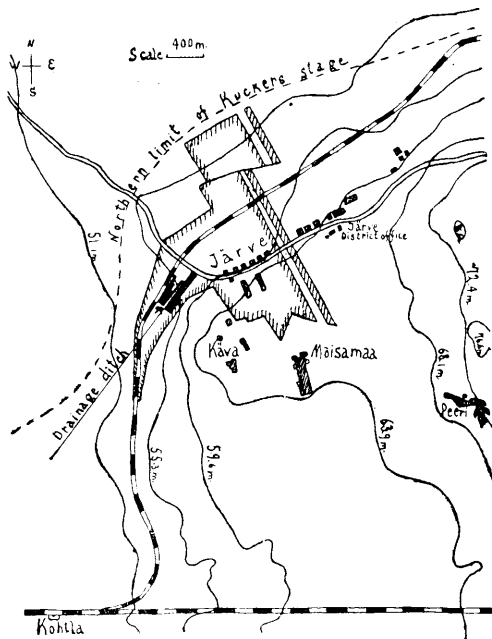


Text fig. 3. Northern limit of the Kuckers stage (The thick black line).

The beds of the Kuckers stage as partly also the *Echinospaerite stage* have been denuded to east of Jõhvi and of Narva in the Narva District. A little to the west of Jambourg in Russia (Ingermanland) the beds of the Kuckers stage appear (t. fig. 3). The shale is worked in quarries near Veimarn in Russia. The morainic deposit is there thicker than in Estonia.

The pure bituminous intercalations of the Kuckers stage are not in the geological sense true „oilshales“ (Brandschiefer), which are made up of fissile argillaceous matter with a sufficient quantity of vegetable (or animal) matter to yield mineral oil on distillation. Pogrebov, Krutikov and Zalessky have proposed to call these deposits „Kuckersite“, a term which I am adopting in this paper.

Kuckersite is a saprocole¹⁾ (Zalessky) of Ordovician age. Its colour varies from different shades of light-brown to dark-brown, according to its oxidation. The colour is partly due to iron-oxides. After extraction of the mineral components by acids, there is left a light-yellow almost pure organic residue, which rapidly oxidises in the air and attains a dark-brown colour (Fokin). The specific gravity of the kuckersite varies from 1.2—1.8. Its hardness is not above 2. It burns with a luminous smoky flame and gives a specific odour of burning copra.



Text fig. 4. Sketch map of the kuckersite quarry of Järve. (After J. Ackerberg).

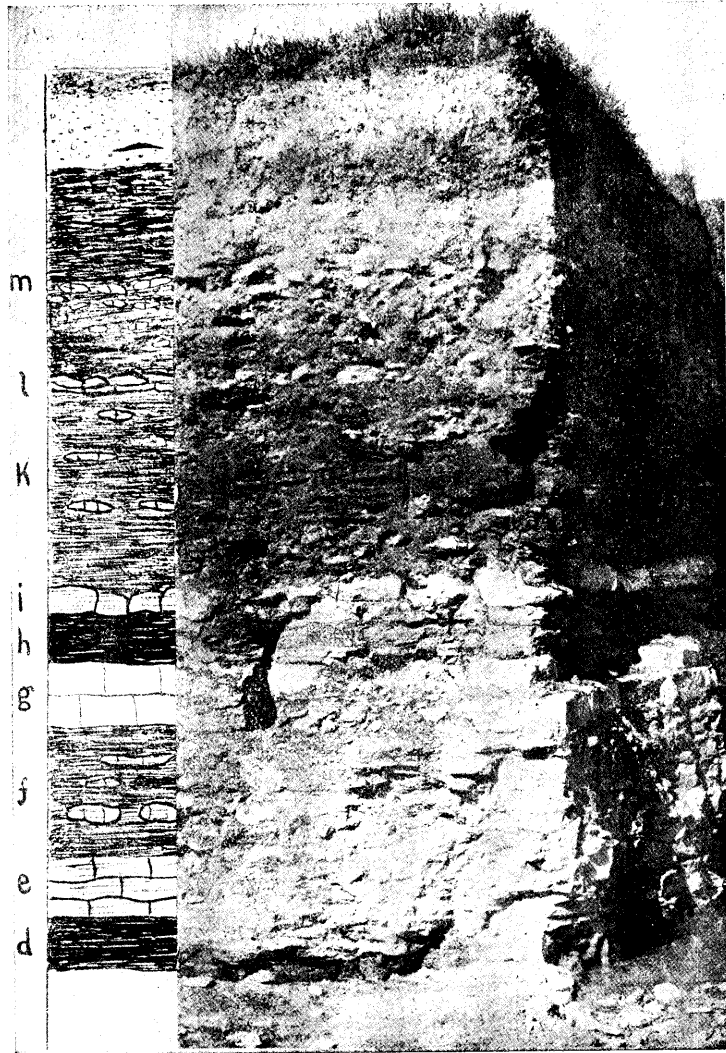
Marly - limestone

beds of the Kuckers stage contain often a large amount of the material, which builds up the pure kuckersite beds.

The beds of the Kuckers stage are best developed and exposed in the large government quarry (see t. f. 4) of Kõhla-Järve (or Järve) and in the quarries beyond the Järve District office and the village Kukruse. (See t. f. 5).

a) Separated by a marly-limestone intercalation a com-

1) Saprocole according to Zalessky is a hardened sapropelite of any geological age, made up without a humic jelly.



Text fig. 5. Kuckersite quarry of Järve. *d* — Brown kuckersite, 0.23 m.; *e* — Grey-brown marly-limestone containing kuckersite, 0.22 m.; *f* — Light-brown kuckersite with marly-limestone concretions, 0.55 m.; *g* — Grey-blue compact limestone „Building Limestone“, 0.26 m.; *h* — Light-brown kuckersite, 0.19 m.; *i* — Marly-limestone, containing kuckersite, 0.1 m.; *k* — Brown kuckersite with limestone concretions, 0.84 m.; *l* — Marly-limestone, often sandy, containing kuckersite, 0.06 m.; *m* — Dark-brown brittle kuckersite with limestone concretions in the lower portion and sand in the upper part, 0.85 m. The „Brittle kuckersite“ is overlain by boulder-clay and sand, which in the Northern portion of the quarry is stratified, 0.4 m. Photogr. by Parikas.

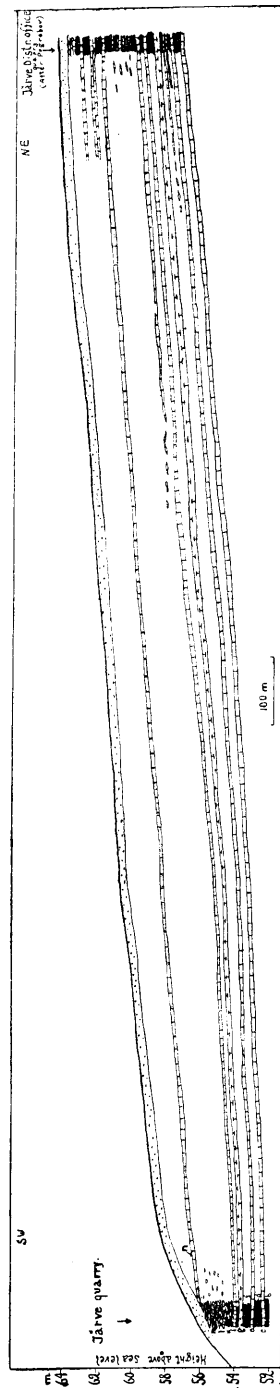
paratively thin kuckersite bed rests upon Echinospaerite limestone at the north end of the drainage ditch in Järve quarry (52 m. above Sea level).

b) Then comes a pure kuckersite bed of 0.3 m. thickness with abundant worm tracks, c) a marly-limestone intercalation (0.15 m.) and d) a kuckersite bed of 0.4 m. thickness.

e) Upon this kuckersite bed rests a greyish-brown marly limestone, containing kuckersite (0.22 m. thick). On the top and below this calcareous bed are thin (1—2 cm.) layers of grey-blue clay.

f) Next comes a light-brown concretionary kuckersite bed (0.55 m. thick). The kuckersite of this bed splits irregularly. Of the fossils from this bed may be mentioned: *Protocrisina disposita* sp. n., *Nematopora ovalis*, Ulrich, *Nematotrypa gracilis* Bassler, *N. spiralis* sp. n., *Chasmatopora furcata* (Eichw.), *C. reticulata* (Hall), *C. punctata* sp. n. *Phylloporina granistriata* Ulrich, *Pseudohornea bifida* (Eichw.), *P. bassleri* sp. n., *Pachydictya elegans* Ulrich, *P. kuckersensis* Bekker, *P. irregularis* sp. n. *Eridotrypa aedilis* (Eichw.), — extremely abundant —, *Hemiphragma maculatum* Bassler, *Leptaena estonensis* sp. n.

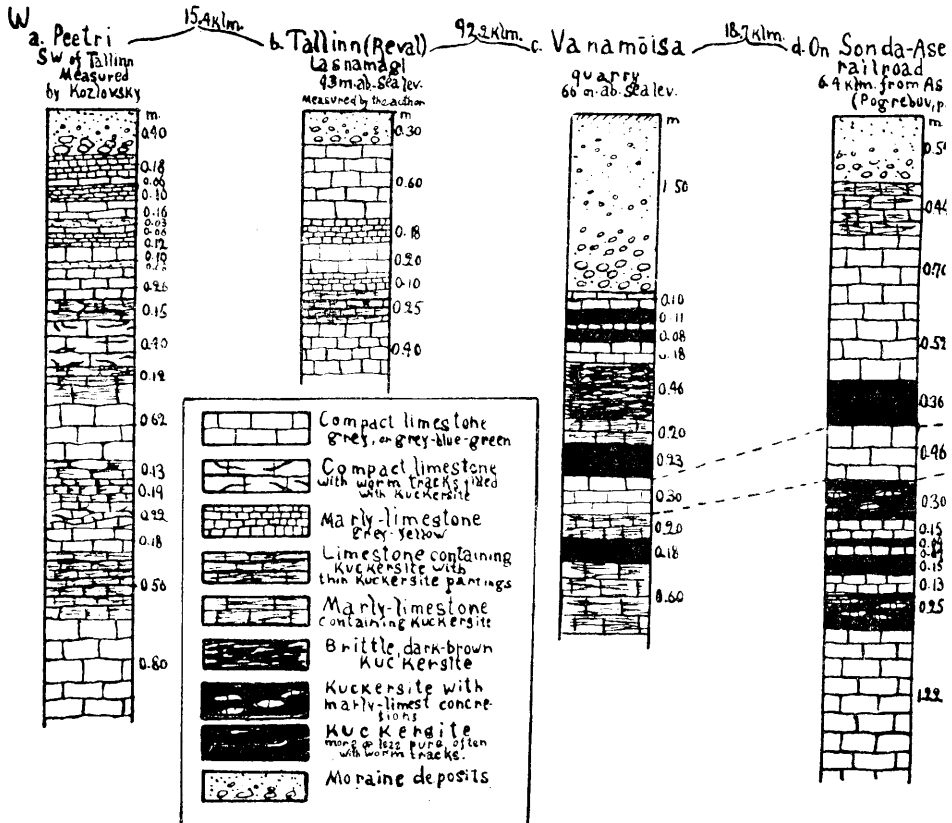
g) Upon this bed clearly marked in the section is a pure compact limestone of light grey-blue colour (0.26 m. thick) used for building and burning. This bed may be traced at a distance of 42 km. from Järve to Vanamõisa (see t. f. 7). Its name in the quarry is „Building limestone“. It is a calcareous mud deposit with scanty fossils. It



Text fig. 6. Ideal section: Järve quarry — Järve District office.

contains no traces of kuckersite. In this bed are found among others: *Porambonites laticaudata* sp. n., *Otenodonda* sp., *Cycloerinus* sp., *Climacograptus* sp. (related to *C. antiquus* Lapw.).

h) Next in succession is a kuckersite bed 0.19—0.22 m. thick of light-nut brown colour; this bed contains no concretions. It shows more or less regular planes of lamination, indicated by

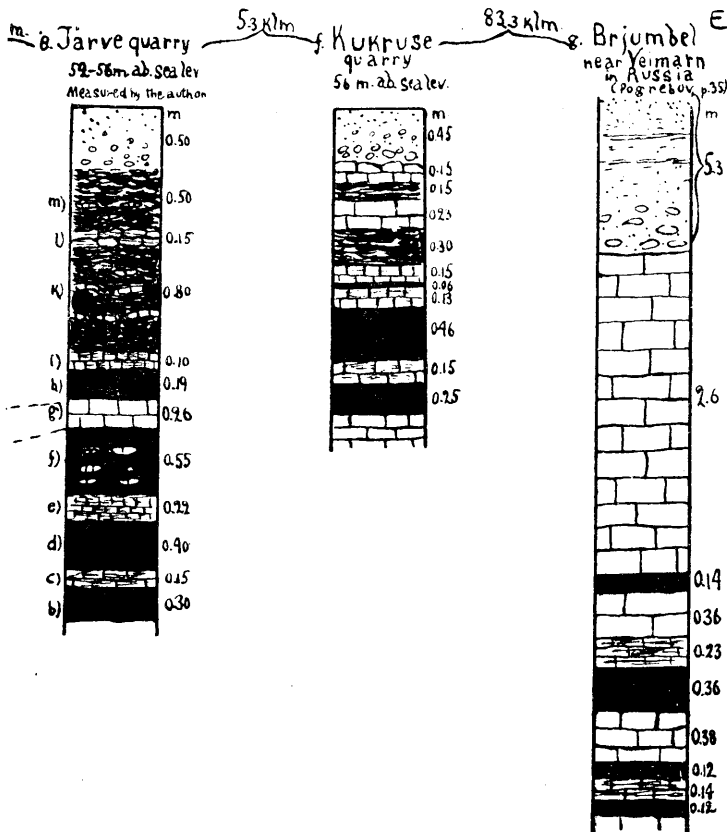


fossils. *Bryozoa*, *brachiopoda*, *trilobita* — usually in fragments — are very abundant.

i) Then follows a thin (0.1—0.2 m.) sandy marly-limestone, of grey-brown colour, containing kuckersite. In the large quarry of Järve the northern portion of the section (t. fig. 12) shows that this bed thins out.

k) This bed is succeeded by a kuckersite bed of 0.3 m. thickness, similar to the „brittle kuckersite“ layer to be imme-

diately described; it is slightly more compact and of a lighter-brown colour; this bed contains marly-limestone concretions (often sandy), not seldom of some continuity, generally small; the concretions contain kuckersite. In this bed are fairly well preserved fossils, such as: *Nematopora consueta* (Bassl.), *N. ovalis* Ulrich, *N. bogoljubovi* Bekker, *Pachydictya elegans* Ulr., *Eri-*



Text fig. 7.

Comparative thickness of the kuckersite beds in the Kuckers stage after data of diggings and exposures in quarries.

dotrypa aedilis minor (Ulr.), *Hallopora dybousky* Bassl., *Lycophoria* sp. etc.

b) Then comes a thin, slightly disturbed, marly-limestone bed containing kuckersite with *Pseudohornea bifida* (Eichwald), *P. bassleri* sp. n., *Graptodictya bonnemai* Bassl., *jaervensis* var. n., *Chasmops odini* (Eichw.), *Cybele rex* Nieszk., *C. coronata* Schm., *Plectambonites sericea* (Sowerby), *Platystrophia biforata* Schloth. etc.

m) Next in succession, immediately below the ground mo-

raine (in Järve quarry), rests the „brittle kuckersite“ bed 0.5 m. thick. As result of oxidation this is of a dark-brown colour: it contains loose sand which is carried by the surface waters from the ground moraine. Of the fossils in this bed only scanty and brittle remains are left: *Rafinesquina dorsata* sp. n., *R. imbrex* (Pander), remains of bryozoa etc.

n) To the east of the Järve quarry exposed in a ditch, is a marly-limestone of yellow-white colour, which overlies the „brittle kuckersite“ (T. f. 6). It is very fossiliferous: *Leptaena rhomboidalis* Wilck., *Orthis kuckersiana* Wysog., *Plectambonites schmidti* Törnqu. *leptelloides* var. n., *Porambonites baueri* Noetl., *P. aequirostris* (Schl.), *Rafinesquina jaervensis* sp. n., *Strophomena asmusi* Vern., *Siphonotreta unguiculata* Eichw., *Trematopora kuckersiana* Bassl., *Diplotrypa petropolitana* (Nichols.), *Cheirocrinus granulatus* Jaekel, *Asaphus kovalevskii* Lawrow, *Chasmops odini* (Eichw.), *Cheirurus spinulosus* Nieszk. etc.

The upper beds are briefly described in the writers²⁹ paper of 1919.

The top layers of this stage in the Region of Järve-Kukruse should be found a little more to south-east of the Järve District office.

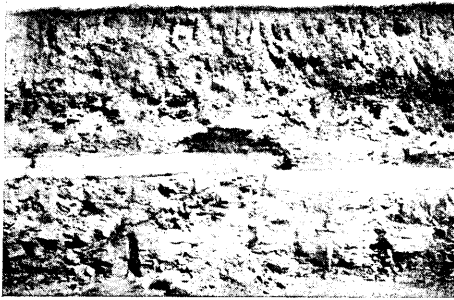
The average collective thickness of all the kuckersite layers including the concretionary kuckersite, in Järve and Kukruse quarry is 2.5—4 m. This thickness decreases to west of Järve (See t. f. 7), as appears from ditches on Sonda-Aseri railroad and Vanamõisa. The kuckersite beds grow scarcer from Vanamõisa to west, so that near Tallinn (Reval) there are only thin (1—1.5 cm.) partings of kuckersite (see t. f. 7). The amount of kuckersite beds may be estimated approximately, in the Region between Vanamõisa and Jõhvi, at the figure of 14.275.080 tons, if we take as the average thickness of all kuckersite beds in this Region 1.9 m., the area of this — unconcealed — kuckersite field equal to 368 □ klm. and the specific weight of kuckersite 1.2.

Near Tallinn on Lasnamägi (Laksberg) near the red lighthouse are trenches, 43 m. above Sea level and on a lower level, in the Kuckers beds. These compose a suite of more or less greyish-white compact limestones intercalated with yellow-brown marly limestone, with abundant crinoid stems. These, often shaly, marly-limestone beds contain thin kuckersite partings.

Of the fossils may be mentioned: *Anolotichia brevipora* Bassl., *Coeloclema laciniatus* (Eichw.), *Homotrypa subramosa* Ulrich, *Lioclema spineum vetustum* Bassl., *Trematopora cystata* Bassl., *Plectambonites schmidti leptelloides* var. n., *P. convexa* Pand., *Rafinesquina jaervensis* sp. n., *Cyrtometopus plautini* Schm., *Chasmops odini* (Eichw.).

To the west of Tallinn at Peetri (Peterhof) the Kuckers stage (9 m.) consists according to Pogrebov²⁶ „of marly-limestone or limestone beds with thin partings of kuckersite or concretionary limestone containing kuckersite“ (see t. f. 7, a).

The kuckersite beds show slight disturbance in Järve quarry (see t. f. 8); the axis of the disturbance runs from W—E and is



Text fig. 9. Thrust-Fault in the kuckersite quarry of Kohtla-Järve. Photogr. by J. Ackerberg.

As already mentioned the outcrops of the Kuckers beds are covered by ground moraine deposits of varying thickness (0.3—1.5 and more metres); these are composed generally of unstratified sand and gravel often with large rounded boulders which are of local origin or were brought over by the ice from



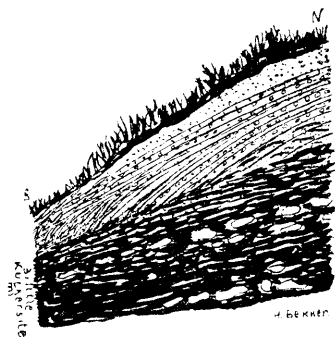
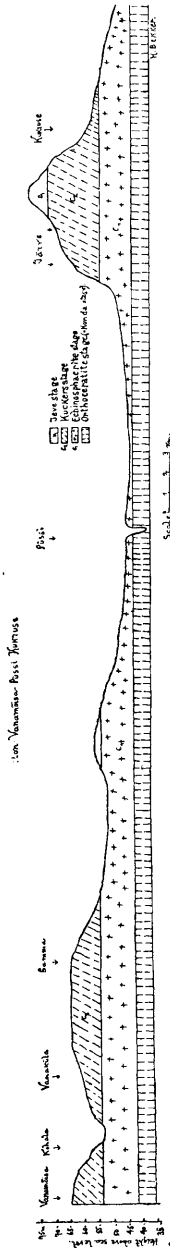
Text fig. 8. Disturbance of limestone and kuckersite beds in the quarry of Kohtla-Järve. Photogr. by J. Ackerberg.

more apparent in the Järve District office quarry; its inclination is here nearly 25° to N and S. A thrust-fault in the Järve quarry was clearly shown by the shift of the „building limestone“; it runs from N—S. (See t. f. 9). The origin of this unimportant thrust-fault (shift — 0.26 m.) may be seen in the ice pressure during the Glacial period.

Finland. Often the ground moraine is clayey. On the northern side of Järve quarry the sand and gravel of the ground moraine above the brittle shale are stratified, with a well marked inclination of the strata from N—S in the lower portion, towards the surface the strata become horizontal. In the lower part of the inclined strata are fine bands of redeposited kuckersite (see t. fig. 10). These stratified beds have been formed very possibly by flowing water under the ice covering in the ice period. Water has denuded the superficial kuckersite and deposited it secondarily as fine intercalated bands in the sand and gravel.

The section of t. f. 11 shows the action of ice during the Glacial period upon the uppermost strata in Vanamõisa—Kukuruse

Text fig. 11. Section : Vanamõisa-Püssi-Kukuruse.



Text fig. 10. Stratified moraine deposits in the quarry of Kohtla-Järve.

District. The upper Echinospaerite limestone and all overlying beds are denuded between Samma and Järve, especially between Püssi and Järve. Near Vanamõisa, Vanaküla and Samma the upper Kuckers beds are carried away. The transported material is found in localities south of the places named. In the large åser of Rakvere, which is composed of sand and gravel, partly stratified, with a large number of rounded boulders, a considerable portion of these consist of kuckersite; they are rounded, oftentimes larger than one foot. Small kuckersite boulders have been found occasionally in more southern localities. A. Petzholdt ^{5, 6} in 1850 mentions bituminous shale near Rannapungerja (Rannapungern), north of

Lake Peipsi. The kuckersite boulders contain fossils as well preserved as those in the quarries.

The denudation of ice in the Glacial period is also shown on the Ideal section (see t. f. 5) from Järve quarry — Järve District office, with the results, that the concretionary kuckersite which in the District office quarry is 3 m. below surface is found in the Järve quarry directly under the ground moraine; the higher kuckersite and marly-limestone beds are absent in this quarry.

5. General remarks about Fossils of the Kuckers stage.

The good and often excellent preservation of Fossils of the Kuckers stage has been pointed out often before. The bulk of the fossils described in the present paper (II part) are from the quarry of Kohtla-Järve or Järve, 5—6 klm. to west from Kukruse (Kuckers). Fossils have not been recorded from this locality previously, for the quarry was only opened in 1916—17.



Text fig. 12. Lateral variation in the facies of the ancient sea bottom in the kuckersite quarry of Järve: The marly-limestone bed *i* (above the „Building Limestone *g*“) changes into concretionary Kuckersite and — in the foreground of the photograph — into pure kuckersite. — Photogr. by J. Ackerberg.

The best preserved fossils are in the marly-limestone or limestone beds. Many brachiopods, trilobites, excellently preserved in these beds, are generally crushed and flattened in kuckersite beds.

The preservation of fossils depends naturally on the thickness of the valves, in the case of brachiopods. Well preserved

brachiopods such as: different *Rafinesquinae*, *Clitambonites*, *Pseudocraniae*, *Plectambonites* and others are found abundantly in the kuckersite beds. Large *Porambonites*, as *P. laticaudatus*, *P. kuckersensis* are usually crushed and flattened, as often large species of *Rafinesquina* and *Leptaena* are.

The statement of A. Born²⁰ that *Clitambonites* (*Orthisina*), *Porambonites* and *Plectambonites sericea* Sow. are almost entirely lacking in the kuckersite beds, is erroneous. *Clitambonites*, *Plect. sericea* are abundant in kuckersite beds. Bifoliate Bryozoas are generally more abundant in kuckersite beds than in the limestone. They are often well preserved.

The tests of trilobites in the kuckersite beds are extremely fragile. They seem to have lost their chitinous substance.

Small brachiopoda, like different sp. of *Pholidops*, *Pseudopholidops*, are well preserved in kuckersite beds.

Excellent fossils are usually collected from slightly weathered limestone or marly-limestone slabs.

The list of the Fauna of the Kuckers stage (p. 32—37) gives fossils of different localities of this stage in Estonia, the bulk of which are to be found in North-eastern Estonia (northern part of Virumaa). From the Kuckers stage near Tallinn only a few fossils are mentioned in the list.

Such fossils as: *Chasmatopora furcata* (Eichw.), *Diplotrypa petropolitana* (Nichols.), *Eridotrypa aedilis* (Eichw.), *Graptodictya bonnemai* Bassler, *Homotrypella instabilis* Ulrich, *Pseudohornea bifida* (Eichw.), *Clitambonites squamata*, *Platystrophia biforata* Schloth., *Plectambonites sericea* Sow., *Rafinesquina imbrex* (Pander), *Chasmops odini* (Eichw.), which have a wide horizontal distribution, are also abundantly represented vertically in different beds of the Kuckers stage and not only in this stage, but in underlying and overlying stages.

Provisionally the following may be regarded as more or less good characteristic fossils of the *Kuckers* stage: *Pterygometopus kuckersiana* Schm., *Cyrtometopus plautini* Schm., *Cybele coronata* Schm., *Acidaspis kuckersiana* Schm., *Pachydictya kuckersensis* Bekker, *Nematotrypa spiralis* sp. n., *Nematopora ramosa* sp. n., *Orthis kuckersiana* Wysog., *Porambonites laticaudatus* sp. n., *P. kuckersensis* sp. n., *Rafinesquina dorsata* sp. n., *R. jaervensis* sp. n., *Leptaena estonensis* sp. n., *L. triangulata* sp. n.

6. Origin of the kuckersite.

Helmersen³ describes these beds as „une argile pénétrée de bitume“.

Eichwald⁷ considers that these beds „may be possibly formed by sea algae and similar plants“.

F. Schmidt¹¹ defined these beds as „reddbrown bituminous marls“.

Chemical investigations of the „Brandschiefer“ were published by Schamarin¹⁰ in 1874, and a good deal of work has been done since.

L. F. Fokin¹⁹ (1913) investigated this material not only chemically and technically but also petrographically and first proved the presence of algae in microscopic sections. He was led to this conclusion by the investigations of Renault and Bertrand, who found that Bogheads consists partly of algae. He describes in his sections: „oval-shaped light-yellow inclusions 0.01—0.07 mm. of diameter, often in grouplets.“ Fokin considers that „the material was deposited in shallow water in which lived a rich fauna and flora. As the organic matter contains a considerable amount of sulphur and nitrogen it may be of animal origin. The material was deposited as slime“.

A. Born¹⁸ failed to see algae in the „kuckersite“. His conclusion is as follows: „Die organische Substanz bildet eine ziemlich grobkrystalline Grundmasse von hellbrauner Färbung.“

Most important results were attained by M. D. Zalesky^{22,30}. He draws attention to „Boghead“, „Torbanite“ and the „Cannel coals“ called by Potonié sapantracones and considers the first two and probably the third to be organic mud or sapropel deposits from the bottom of lakes; all these consist generally of algae. Zalesky describes recent sapropel deposits from lakes Balahash and Beloje (Tver gov.), in the latter of which the sapropel deposit reaches a thickness of 9 m. and is composed generally of Cyanophycean algae, including species of the genera: *Microcystis*, *Aphanocapsa*, *Aphanothece*, *Chroococcus*, *Gloethece*, *Synechococcus*, and of green algae such as: *Scenidium obliquus*, *S. bijugatus* and *Pleurococcus vulgaris*. He says (p. 5): „It has proved that the ‚bituminous oil shale of kuckers‘ long known in geological literature, is a sapropelite formed in sea water.“

Zalesky describes in sections irregular-oval or rounded

amber yellow coloured particles from 0.01—0.08 mm. in diameter, which contain 20—30 or more irregular ovoid or beanshaped brownish corpuscles 5 μ . long and 3.5 μ . broad“ (p. 9). These brownish corpuscles remind one vividly of colonial forms of algae belonging to *Chroococcaceae*, the colonies of which are made up of cells embedded in slime, and especially do they recall recent algae of the gen. *Gloeo capsa* (Pl. I^A f. 2). Zalesky found that moistened particles of kuckersite expand in volume; this is to be expected if the yellow matrix and the other ground mass of the kuckersite is slime.

In diluted chloralhydrate the colonies of algae in the kuckersite become more clearly defined and „the cells, although a little lighter coloured, are clearly to be seen in the slime mass.“ (Pl. I^A, f. 3).

Zalesky says (on p. 14): „Recent forms of *Gloeo capsa* live on moist earth and stones or on rocks in water and form slimy coverings of different colours; as we have seen the kuckersite makes up beds of 3 feet; therefore the algae, which could originate such thick deposits, must have been planctonic or nectonic forms like the recent species of the genera: *Microcystis*, *Aphanocapsa*, *Aphanothece*“ etc.

For the fossil alga Zalesky proposes the name *Gloeo capsamorpha* to indicate its morphological resemblance to *Gloeo capsa*.

Further Zalesky considers that *Gloeo capsamorpha prisca* Zalesky, which compose the kuckersite, lived freely in the water and temporarily covered its surface. „Periodically all this living covering with the other plankton sinks downwards; at the bottom it may continue to grow and live, until covered by next years growth; but the fresh covering will stop the free access of oxygen; and so decomposition of the lower deposits will begin and the accumulation of the algae and other forms of life made up the organic slime, named by Potonié ‚sapropel‘.“

Zalesky thinks that the kuckersite has been deposited in shallow sea lagoons. The origin of thin kuckersite layers between limestones may be explained by transported algal slime taken by the waves from the shallower and deposited in deeper parts, where the limestone was formed. Lastly he considers that the kuckersite beds might even be formed from algae growing on submerged rocks. Vast quantities of these algae would be

torn by the waves from the rocks during the more stormy period of the year and deposited in tranquil waters.

In order to follow up this important investigation of Zalessky I have studied thin sections from different beds and localities: from Järve quarry, and from the trenches of Lasnamägi near Tallinn (Reval). While I have reached nearly the same conclusions as Zalessky (Pl. I, f. 4) I am able to make few additions to his observations. Zalessky says (on p. 8): „the beds in the pure kuckersite are made up only of algae without mineral particles of clay and marl . . .“ I found however, that thin sections of the purest kuckersite under polarized light show minute irregularly shaped fragments (in very small number it is true) of different minerals, generally quartz. A few of these grains are comparatively large. In larger number than these mineral grains there are minute calcite particles — fragments of fossils. The pureer the shale the smaller is the number of particles. The section of kuckersite from Tallinn is much more calcified; nearly half of the matrix of the section appears to be calcareous fragments and grains.

None of the organic material, the umber-yellow ground matrix with the dark-brown grouplets gives any reaction with polarized light. A considerable portion of the grouplets represent the alga described by Zalessky: *Gloecapsamorpha prisca*. But my own observations show that a considerable number of other forms are present, and that a phytoplanktonist could describe a whole flora from the kuckersite. Frequently I found in my sections a form, which resembles very closely a recent *Myconostoc* (Pl. I, f. 4^b), which at the present day lives in rotting mud or slime deposits. There can also be found forms very much resembling *Aphanocapsa*, *Chroococcus*, *Gloethece*, forms resembling Diatomacean algae and forms like bacteria.

For comparison with the kuckersite section on Pl. I, f. 5 and 6, I have given drawings of sections from the Dictiograptus shale of Estonia (f. 5) and from the typical oil shale of Pumpherstone in Scotland.

7. Conditions of deposition of kuckersite.

I have referred to the considerations of Zalessky. These can be extended by detailed stratigraphical observations.

As evidence of a planctonic mode of life for *Gloeocapsa-morpha prisca* Z. points out, that comparatively thick bituminous marly-limestone beds, deposited in deeper water than the kuckersite beds, contain a considerable quantity of the kuckersite matter or of algae. Such deposits could only be formed when the algae were continually sinking down to the other material which composes the marly-limestone.

The kuckersite beds, which contain small limestone concretions are very turbulent and therefore comparatively shallow water deposits. Such beds are irregularly laminated or show no lamination planes at all. Instead they often have an irregular-conchoidal fracture. Their fossils are generally broken, the fragments are irregularly distributed in the kuckersite, and a single concretion may contain fragments of several different fossils. Worm tracks are often common in these beds as well as in the pure kuckersite beds.

The pure kuckersite beds (without limestone concretions) show a more regular bedding, which is indicated by the fossils, which lie on this plane. The deposition must have taken place under calmer conditions than those of the concretionary kuckersite.

The pure limestone, called the „Building Limestone“ appears to have formed as the result of a sudden deepening of the Sea floor.

In the quarry of Järve we see not only different types or facies of deposits superimposed, but alongside the exposure (from N—S) of the quarry, which together with the ditch has the length about 1 km., we see corresponding lateral variation in the facies of the ancient sea bottom, as shown on the photograph, t. fig. 12. It shows (above the „Building limestone“) a more or less pure, slightly bituminous marly limestone, which changes into concretionary kuckersite and then (in the foreground of the photogr.) into pure kuckersite bed.

Zalessky thinks that the kuckersite may be compared with a tertiary saprocole from Brazil which is called the „Turf of Marahu“. It is a bedded light-yellow material of clay-like aspect; it is very light and burns in a candle flame.

„To the same group of sapropelites“, says Zalessky, „may belong a tertiary saprocole from Kiev District (village Novoselizo); this is yellow, but in KOH it takes a red-brown colour, while kuckersite, even after boiling in KOH, gives only gold-yellow colouring. KOH after boiling with the algal slime from lake

Beloje attains the same colour. It follows, that the saprocole of tertiary age of the Kiev District is more advanced in decomposition, than the silurian saprocole“.

8. Correlation of the Kuckers stage.

As pointed out previously *Chasmops conicophtalmus* of Sweden is nearly related to *Ch. odini* from Kuckers stage; this stage and *Chasmops* or *Macrurus* limestone of Sweden, with *Ch. conicopht.*, *Ch. macrurus*, which in Öland, Westrogothia and Dalecarlia (Dalarne) rests upon the Cystidean or Echinospaerite limestone, are regarded as equivalent in time.

In Norway the lower portion of the stage 4, containing *Chasmops*, is equivalent to our Kuckers stage. Holtedahl⁴, pt. II. (p. 10—11) correlates the Kuckers stage with shales 4 b α containing *C. conicophtalma* and limestones 4 b β in Asker-Baerum and Bundefjord; in Skien-Langesund District are shales and limestones in the lower portion of 4 b with *Ch. conicophtalma*. In the Ringerike District Lower *Chasmops* shale and limestone occur (4 b α and 4 b β).

From 16 different brachiopods of the Strophomenidae recorded by Holtedahl from the above named districts, 6 species are common with those from the Kuckers stage. These are: *Lepetaena rhomboidalis* Wilckens, *Plectambonites quinquecostata* M'Coy, *P. convexa* Pander, *P. sericea* Sow., *Rafinesquina imbrex* Pander, *Strophomena asmussi* Vern.

There is more difficulty in finding equivalent beds in the British islands. As pointed out by J. E. Marr¹³ „the Cystidean limestone (of Sweden) containing Cystideans, such as *Echinospaerites aurantium* and Phacops of the subgen. *Chasmops*, which are found in somewhat earlier beds in Russia, but first occur in Wales in Middle-Bala beds, whilst, as I have before pointed out, the Cystideans did not reach the Lake-District until Upper-Bala times; for there are no shallow water forms of Arenig age, and very few of Lower-Bala age, in the Southern parts of Britain.“

Most interesting is the occurrence of some typical Kuckers stage fossils in the Glensaul District recorded by Gardiner and Reynolds¹⁷. Table III given by these authors contains fossils from the Shangort and Tourmakeady Beds. In ashy and gritty

limestons by foot bridge a quarter of a mile SSW of Garranagerra the following fossils are common or nearly related with those of Kuckers stage: *Plectambonites quinquecostata* M'Coy, *P. sericea* Sow., *Rafinesquina imbrex*, var. *semiglobosina* Dav., *Chasmops aff. odini* Eichw. From others, the species not determined, may be possibly common *Porambonites* sp., *Siphonotreta?* sp., *Cybele* sp., *Remopleurides* sp., *Echinosphaera* sp. etc.

The occurrence of forms which in Scandinavia and Estonia occur in lower stages is most remarkable; thus associated with *Chasmops aff. odini* Eichw. from these beds are recorded *Megalaspis* sp., *Nileus armadillo* Dalm., *Niobe* sp. Quite unknown forms for Europe from these beds are: *Bathyurellus*, *Bathyurus*.

Cowper Reed (In Gardiner and Reynolds) gives to the occurrence of *Chasmops* in Ireland the following explanation: „we can explain its occurrence by regarding the Swedish Orthoceras Limestone fauna, or a certain portion of it, as having lived on later in the West of Ireland, just as, for instance, the Lower Devonian fauna did in the Hamilton Beds of N. America; or we may interpret the fact as an indicating that *Chasmops* appeared at an earlier date in the western than in the eastern parts of its faunal province . . . But there can be no doubt that the general faunastic facies of the Glensaul, Tormakeady and Shangort Beds is Scandinavian, and the whole assemblage of species indicates the lower part of Ordovician“.

R. S. Bassler¹⁸ describes 46 species of bryozoa from the Kuckers stage in Estonia; 14 species are common to this stage in Estonia and the Black River group in America. He says (p. 18): „Beginning with the invading Glauconite sandstone and continuing until the close of the Vesenberg, the faunas are uniformly of Middle Ordovician age and represent the Black River and earliest Trenton formations of the American section.“

P. E. Raymond²¹ has placed in his paper a table in which he gives his „interpretation of the sections and correlation of subdivisions of the Ordovician of Estonia and Scandinavia with those of certain localities in North America“. He correlates with the Kuckers stage:

Leray and Lorette subdivisions from . .	Champlain valley.
Leray and Echinosphaerites' subdivisions	
from	Bellefonte.

- Part of Echinospaerites and Ottosee subdivisions from S. W. Virginia.
 Upper part of Plattville and Lower Decorah subdivisions from Minnesota.
 Leray and Rockland subdivisions from Ottawa and Ontario.
 Leray and Lorette subdivisions from Central New-York.

Of great interest are the records by F. R. Cowper Reed of typical European, especially Scandinavian and Estonian, fossils from Burma and Jun Nan province in China. Strict correlation is naturally not possible; most of the recorded fossils are in Estonia also common in other stages. F. R. Cowper Reed¹⁵ describes from different localities of Burma as follows:

	Localities:	Plate and fig. in the work of Cowper Reed
<i>Plectambonites sericea</i> (Sow.)	Nankat, Nannjun	IV, 36, 37
<i>Rafinesquina imbrex</i> (Pander)	Tanomawgan	V, 9—12
<i>Clitambonites aff. squamata</i> (Pahlen),	Kunlein	V, 14
<i>Porambonites intercedens</i> (Pander),	Sedaw	V, 15 a. b.

The first three of these brachiopods are extremely abundant in the Kuckers stage of Estonia.

The fauna described by Reed²³ from Jun-Nan of the beds at Shih-Tien contains generally local species and says Reed (p. 69): „the Echinospaerite limestone of Dalecarlia may be especially mentioned in connection with the abundance of cystideans in rock types g and h“. These rock types are:

- (g) — Dark greyish-green massive limestone, tough and more or less crystalline.
 (h) — Tough pale pinkish or greenish-yellow limestones or calcareous mudstone, sometimes cleaved or crushed.

From the list of Fossils I call attention to: *Endoceras wahlenbergi* Foord, *Orthoceras regulare* Schl., found also from Kuckers stage in Estonia. F. Reed indicates: „all of them (fossils) indicate the Ordovician and especially suggest stages B and C, the Orthoceras, Cystidean and Chasmops Limestones, of the Baltic Provinces of Russia and Scandinavia“.

9. List of the Fauna of Kuckers stage in Estonia.

	K u c k e r s s t a g e .							
	Vanamõisa quarry 61—63 m. above sea level.	Kohtla- Järve quarry 52—56 m. above sea level	Järve quarry near the District office 60—64 m. above sea level.	Kükruuse quarry 53—56 m. above sea level.	Estate Kükruuse (Kuckers). (Bryozoa after Bassler).	Jõhvi (Jeve) (Between rail- road and estate Jõhvi). 52—55 m. above sea level.	Tallinn (Reval) Lasnamägi Trenches near S. Light- house. 42—43 m. ab. sea lev.	
Spongiae.								
<i>Hazelia cf. palmata</i> Walcott. n. r. 1)	—	×	—	—	—	—	—	—
Cystoidea.								
<i>Cystoblastus kokeni</i> Jaekel.	—	—	—	×	—	—	—	—
<i>Echinospaerites aurantium</i> His.	—	—	—	×	—	—	—	×
<i>Caryocystites b. lticus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>aranea</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Protocrinites</i> sp.	—	—	—	×	—	—	—	—
Crinoidea.								
<i>Chirocrinus granulatus</i> Jaekel	—	×	×	—	—	—	—	—
<i>Hybocrinus dipentus</i> Lindström	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Polyptychella estona</i> Jaekel.	—	×	—	—	—	—	—	—
Bryozoa.								
<i>Anolotichia brevipora</i> Bassler	—	—	—	—	—	—	—	×
" <i>impolita</i> (Ulrich)	—	—	—	—	—	×	—	—
" <i>sacculus</i> Bassler	—	—	—	—	—	×	—	—
<i>Chasmatopora furcata</i> (Eichw.)	—	×	×	×	—	×	—	—
" <i>punctata</i> sp. n.	—	×	—	—	—	—	—	—
" <i>reticulata</i> (Hall.) n. r.	—	×	—	—	—	—	—	—
<i>Coeloclema laciniatus</i> (Eichw.)	—	—	—	—	—	—	—	×
<i>Corynotrypa delicatula</i> (James)	—	—	—	—	—	×	—	—
<i>DeKayella praenuntia</i> Ulrich	—	—	—	—	—	×	—	—
<i>Dianulites petropolitana</i> Dybowski	—	×	—	—	—	×	—	×
<i>Diplotrypa bicornis</i> (Eichw.)	—	—	—	—	—	×	—	—
" <i>hennigi</i> Bassler	—	—	—	—	—	×	—	—
" <i>lamellaris</i> sp. n.	—	×	—	—	—	×	—	—
" <i>moniliformis</i> Bassler n. r.	—	—	—	—	—	×	—	—
" <i>petropolitana</i> (Nicholson)	×	×	×	×	×	×	×	×
" <i>westoni</i> Ulrich n. r.	—	—	—	—	×	—	—	—
<i>Dittopora colliculata</i> (Eichw.)	—	—	—	—	—	×	—	—
" <i>magnipora</i> sp. n.	—	×	—	—	—	—	—	—
<i>Eridotrypa aedilis</i> (Eichw.) n. r.	—	×	×	—	—	×	—	×
" " <i>minor</i> (Ulrich) n. r.	×	×	—	—	—	—	—	—
<i>Estoniopora communis</i> Bassler	—	—	—	—	—	×	—	—
" " <i>curvata</i> Bassler	—	—	—	—	—	×	—	—
<i>Favositella exserta</i> Bassler	—	—	—	—	—	×	—	—

1) n. r. = new record.

	K u c k e r s s t a g e .								
	Vanamõisa quarry 61—63 m. above sea level.	Kohtla- Järve quarry 52—56 m. above sea level	Järve quarry near the District office 60—64 m. above sea level.	Kukruse quarry 53—56 m. above sea level.	Estate Kukruse (Kuckers), (Bryozoa after Bassler).	Jõhvi (Jeve)(Between rail- road and estate Jõhvi). 52—55 m. above sea level.	Fallinn(Reval) Lasnamägi Trenches near S. Light- house. 42—43 m. ab. sea lev.		
<i>Graptodictya bonnemai</i> Bassler . . .	×	×	×	×	×	×	×	×	×
" " <i>jaervensis</i> var. n.	—	×	×	—	—	×	—	—	—
" " <i>minima</i> sp. n.	—	×	×	—	—	×	—	—	—
<i>Hallopora tolli</i> Bassler	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>dumalis</i> (Ulrich)	—	×	—	—	—	—	—	—	—
" <i>dybovski</i> Bassler	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Helopora divaricata</i> Ulrich	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Hemiphragma panderi</i> (Dybovski)	—	×	—	—	—	—	—	—	—
" <i>maculatum</i> Bassler	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>multiporatum</i> Bassler	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>rotundatum</i> Bassler	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Homotrypa subramosa</i> Ulrich	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Homotrypella instabilis</i> Ulrich	—	×	×	×	×	×	×	×	×
<i>Leptotrypa hexagonalis</i> Ulrich	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Lioclema spineum</i> Bassler	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" " <i>ramosum</i> var. n.	—	×	—	—	—	—	—	—	—
" " <i>vetustum</i> Bassler	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Mesotrypa expressa</i> Bassler	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>milleporacea</i> Bassler	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" " <i>parva</i> Bassler	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Mitoclema (?) mundulum</i> (Ulrich)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Nematopora consueta</i> (Bassler)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>lineata</i> (Billings)	—	×	×	×	×	×	×	×	×
" <i>ovalis</i> Ulrich	—	×	×	×	×	×	×	×	×
" <i>ramosa</i> sp. n.	—	×	×	×	×	×	×	×	×
" <i>bogoljubovi</i> Bekker	—	×	×	×	×	×	×	×	×
" <i>granosa</i> Ulrich	—	×	×	×	×	×	×	×	×
<i>Nematotrypa gracilis</i> Bassler	—	×	×	×	×	×	×	×	×
" <i>spiralis</i> sp. n.	—	×	×	×	×	×	×	×	×
<i>Orbipora distincta</i> (Eichw.)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pachydictya bifurcata</i> (Hall)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>crassa</i> Hall	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>cyclostomoides</i> (Eichw.)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>flabellum</i> (Leuchtenb.)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>elegans</i> Ulrich	—	×	—	—	—	—	—	—	—
" <i>irregularis</i> sp. n.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>kuckersensis</i> Bekker	—	×	×	×	×	×	×	×	×
<i>Phylloporina granistriata</i> Ulrich	—	×	×	×	×	×	×	×	×
" <i>papillosa</i> sp. n.	—	×	×	×	×	×	×	×	×
<i>Polypora quadrata</i> sp. n.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Protocrisina disposita</i> sp. n.	—	×	—	—	—	—	—	—	—
" <i>ulrichi</i> Bassler	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>exigua</i> Ulrich	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pseudohornea bassleri</i> sp. n.	—	×	×	×	×	×	×	×	×
" <i>bifida</i> (Eichw.)	—	×	—	—	—	—	—	—	—

	K u c k e r s s t a g g e .								
	Vanamõisa quarry 61—63 m. above sea level.	Kohtla- Järve quarry 52—56 m. above sea level	Järve quarry near the District office 60—64 m. above sea level.	Kukruse quarry 53—56 m. above sea level.	Estate Kukruse (Kuckers), (Bryozoa after Bassler).	Jõhvi (Jeve) (Between rail- road and estate Jõhvi). 52—55 m. above sea level.	Tallinn (Reval) Lasnamägi Trenches near S. Light- house. 42—43 m. ab. sea lev.		
<i>Rhinidictya exserta</i> (Eichw.) . . .	—	×	—	—	×	—	—	—	—
<i>Stellipora revalensis</i> Dybowski . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	×
<i>Stigmatella foordii</i> (Nicholson) . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Stomatopora arachnoidea</i> (Hall) . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Trematopora cystata</i> Bassler . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	×
” <i>kuckersiana</i> Bassler . . .	—	—	×	—	×	—	—	—	×
Brachiopoda.									
<i>Clitambonites marginata</i> Pahlen . . .	—	×	×	—	—	—	—	—	—
” <i>pyramidalis</i> ” . . .	—	×	×	—	—	—	—	—	—
” <i>pyron</i> ” . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
” <i>schmidti</i> ” . . .	—	×	×	—	—	—	—	—	—
” <i>squamata</i> ” . . .	—	×	×	×	—	—	—	—	×
” <i>trigonula</i> ” . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Leptaena estonensis</i> sp. n.	—	—	×	—	—	—	—	—	—
” <i>rhomboidalis</i> Wilkens n. r.	—	—	×	—	—	—	—	—	—
<i>Lingula ovata</i> M'Coy n. r.	—	×	—	—	×	—	—	—	—
<i>Orthis concava</i> F. Schmidt	—	—	×	—	—	—	—	—	—
” <i>frechi</i> Wysogorski	—	—	—	—	—	—	—	—	—
” <i>inostrantzeji</i> ”	—	—	—	—	—	—	—	—	—
” <i>kuckersiana</i> ”	×	×	×	×	—	—	—	—	—
” <i>moneta</i> (Eichw.)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
” <i>umbo</i> Lindstr.	—	×	—	—	—	—	—	—	—
” <i>sp.</i> (sp. n. ?)	—	×	×	—	—	—	—	—	—
<i>Philedra baltica</i> Koken	—	—	×	—	—	—	—	—	—
” <i>rivuloso</i>	—	—	×	—	—	—	—	—	—
<i>Pholidops infrasilurica</i> Huene . . .	×	—	×	—	—	×	—	—	—
” <i>curvata</i> sp. n.	—	—	×	—	—	—	—	—	—
” <i>elegans</i> sp. n.	—	—	×	—	—	—	—	—	—
” <i>estona</i> sp. n.	—	—	×	—	—	—	—	—	—
” <i>obtusa</i> sp. n.	—	—	×	—	—	—	—	—	—
<i>Pseudopholidops complicata</i> g. n. & sp. n.	—	—	×	—	—	—	—	—	—
” <i>pseudocranoides</i> sp. n.	—	—	×	—	—	—	—	—	—
” <i>scutellata</i> sp. n.	—	—	×	—	—	—	—	—	—
<i>Platystrophia biforata</i> Schloth . . .	×	×	×	×	×	—	×	×	×
<i>Plectambonites sericea</i> (Sowerby) . .	×	×	×	×	×	—	×	×	×
” <i>schmidti</i> Törnquist var.	—	—	×	—	—	—	—	—	—
” <i>leptelloides</i> , n. var.	—	—	×	—	—	—	—	—	—
” <i>quinquecostata</i> M'Coy n. r.	—	×	—	—	—	—	—	—	×
” <i>convexa</i> Pander	—	—	—	—	—	—	—	—	×
<i>Porambonites aequirostris</i> (Schl.) . .	—	×	×	×	×	—	—	—	×
” <i>laticaudatus</i> sp. n.	—	—	×	—	—	—	—	—	×
” <i>kuckersensis</i> sp. n.	—	×	×	—	—	—	×	—	×
” <i>baueri</i> Noetling	—	—	×	—	—	—	—	—	×

	K u c k e r s s t a g e .						
	Vanamõisa quarry 61—63 m. above sea level.	Kohtla Järve quarry 52—56 m. above sea level	Järve quarry near the District office 60—64 m. above sea level.	Kukruse quarry 53—56 m. above sea level.	Estate Kukruse (Kuckers).	Jõhvi (Jève) (Between rail- road and estate Jõhvi). 52—55 m. above sea level.	Tallinn(Reval) Lasnamägi Trenches near S. Light- house. 42—43 m. ab. sea lev.
<i>Pseudocrania depressa</i> Eichw.		×	×			×	×
" <i>planissima</i> "		×	×				
<i>Pseudometoptoma orbiculiforme</i> Huene							
<i>Rafinesquina dorsata</i> sp. n.		×	×	×	×	×	
" <i>imbrex</i> (Pander)		×	×	×	×	×	
" <i>jaercensis</i> sp. n.		×	×	×	×	×	
<i>Strophomena asmussi</i> Vern.		×	×				×
" cf. <i>corrugatella</i> Dav.		×	×				
<i>Siphonotreta unguiculata</i> Eichw.		×	×				
<i>Lycophoria</i> sp.		×					
Pelecyopoda.							
<i>Aristerella nitiduloides</i> sp. n.					×		
<i>Cyrtodonta ? rotundata</i> sp. n.							
<i>Ctenodonta logani</i> Salter					×		
<i>Clionychia</i> cf. <i>lamellosa</i> Hall.			×		×		
<i>Modiolopsis aff. concentrica</i> Hall.					×		
<i>Nucula aedilis</i> Eichw.							
" <i>macromya</i> Eichw.							
Gastropoda.							
<i>Bucania radiata</i> (Eichw.)							
<i>Bucaniella jugata</i> Koken							
<i>Cymbularia galeata</i> Koken			×				
<i>Eccylopterus inrescens</i> (Eichw.)					×		
" <i>tollii</i> Koken							
<i>Euomphalus devezus</i> Eichw.					×		
<i>Haplospira variabilis</i> Koken n. r.					×		
<i>Pleurotomaria elliptica</i> (His.)							
" <i>inflata</i> Koken							
" <i>notabilis</i> (Eichw.)							
" <i>rossica</i> Koken							
<i>Raphistoma acutangulum</i> Koken					×		
" <i>marginale</i> Eichw. mut.							
<i>Salpingostoma compressum</i> (Eichw.)							
<i>Sinuities rugulosus</i> Koken							
<i>Subulites peregrinus</i> Schl. sp.					×		
<i>Worthenia estona</i> Koken							
" <i>mickwitzii</i> "							
" <i>sibirica</i> (Eichw.)							
Cephalopoda.							
<i>Endoceras wahlenbergi</i> Foord.			×				
<i>Orthoceras regulare</i> Schloth. n.r.			×		×		
" sp.		×					

	K u c k e r s s t a g e .								
	Vanamõisa quarry 31—63 m. above sea level.	Kohtla Järve quarry 52—56 m. above sea level	Järve quarry near the District office 60—64 m. above sea level.	Kukruse quarry 53—56 m. above sea level.	Estate Kukruse (Kuckers). Jõhvi (Jevé) (Between rail- road and estate Jõhvi). 52—55 m. above sea level.	fallinn (Reval) Lasnamägi Trenches near S. Light- house. 42—43 m. ab. sea lev.			
Pteropoda.									
<i>Hyolithes striatus</i> Eichw.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Crustacea.									
A. Trilobita.									
<i>Acidaspis kuckersiana</i> Schmidt . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ampyx rostratus</i> Dalman	—	×	—	—	—	—	×	—	—
<i>Asaphus kovalevskii</i> Lawrow n. r. . .	—	×	×	—	—	—	—	—	—
<i>nieszkowskii</i> cf. <i>lepidus</i> Törn. . .	—	—	×	—	—	—	—	—	—
<i>ornatus</i> Pompeckj n. r.	—	—	×	—	—	—	—	—	—
<i>platyurus laticauda</i> Schm. n.r. . .	—	—	—	×	—	—	—	—	—
sp.	×	×	×	×	×	×	×	×	×
<i>Basilicus kuckersiana</i> Schmidt . . .	—	×	—	×	—	—	×	—	—
<i>Ceratolichas inexpectatus</i> "	—	×	—	—	—	—	×	—	—
<i>Chasmops odini</i> (Eichw.)	×	×	×	—	—	—	×	×	×
<i>praecurrens</i> Schmidt n. r.	—	—	—	×	—	—	—	—	—
<i>Cheirurus macrophthalmus</i> Kutorga n.r.	—	×	—	×	—	—	—	—	—
<i>spinulosus</i> Nieszkowski	—	×	×	—	—	—	×	—	—
<i>Cybele coronata</i> Schmidt	—	—	—	—	—	—	×	—	—
<i>kutorgae</i> " n. r.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>rex</i> Nieszkowski	—	×	—	—	—	—	×	—	—
<i>Cyphaspis planifrons</i> Eichw.	—	×	—	—	—	—	×	—	—
<i>Cyrtometopus plautini</i> Schmidt . . .	—	—	—	—	—	—	—	×	—
<i>pseudohemicranium do-</i> <i>lichoccephala</i> (Schmidt)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Homolichas depressus</i> (Angelin) . . .	—	×	—	—	—	—	—	×	—
<i>Hoplolichas conicotuberculatus</i> (Nieszkowski)	—	×	—	—	—	—	×	×	—
<i>tricuspidatus longispina</i> Schmidt	—	—	—	—	—	—	×	—	—
<i>Illaeus crassicauda</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>linnarsoni</i> Holm	—	×	—	—	—	—	×	—	—
<i>oblongatus</i> Angelin	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>sphaericus</i> Holm	—	×	—	—	—	—	—	—	—
<i>Lichas kuckersiana</i> Schmidt	—	×	—	—	—	—	—	—	—
<i>Menocephalus minutus</i> (Nieszk.) . .	×	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Metopias kuckersiana</i> Schmidt . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Nieszkowskia cephaloceras</i> Nieszk. <i>variolaris</i> (Linn.)	—	×	—	×	—	—	×	×	×
<i>Ogygia dilatata panderi</i> Schmidt . .	—	—	—	—	—	—	×	—	—
<i>Pharostoma nieszkowskia</i> "	—	×	—	—	—	—	×	—	—
<i>Pseudasaphus tecticaudatus</i> Steinh. .	—	×	—	—	—	—	×	—	—
<i>Pterygometopus exilis</i> Eichw.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>kuckersiana</i> Schmidt	—	×	—	—	—	—	×	—	—

	K u c k e r s s t a g e .								
	Vanamõisa quarry 61—63 m. above sea level.	Kohtla Järve quarry 52—56 m. above sea level	kucker- site.	marly- limest.	Järve quarry near the District office 60—64 m. above sea level.	Kukruse quarry 53—56 m. above sea level.	Estate Kukruse (Kuckers). (Ostracoda after Bonnema)	Jõhvi (Jõe)(Between rail- road and estate Jõhvi). 52—55 m. above sea level.	Tallinn(Reval)Lasnamägi Trenches near S. Light- house. 42—43 m. ab. sea lev.
<i>Pterygometopus panderi</i> Schmidt n. r.	-	-	×	-	-	-	-	-	
" <i>sclerops</i> Dalman n. r.	-	-	×	-	-	-	-	-	
<i>Remopleurides elongatus elongata</i> Schm.	-	-	-	-	-	-	×	-	
<i>Sphaerocoryphe cranium</i> Kutorga	-	-	-	-	-	-	×	-	
B. Entomotraca.									
1. Ostracoda.									
<i>Bollia granulosa</i> Krause	-	-	-	-	-	-	-	-	
" <i>minor kuckersiana</i> Bonnema	-	-	-	-	-	-	×	-	
" " <i>robusta</i>	-	-	-	-	-	-	×	-	
" " <i>ornata</i> Krause	-	-	-	-	-	-	×	-	
" " <i>latimarginata</i> Bonnema	-	-	-	-	-	-	×	-	
<i>Ceratopsis schmidti</i> Bonnema	-	-	-	-	-	-	×	-	
" " <i>cornuta</i> Krause	-	-	-	-	-	-	×	-	
<i>Otenobolbina carinata</i> Krause	-	-	-	-	-	-	×	-	
" " <i>kuckersiana</i> Bonnema	-	-	-	-	-	-	×	-	
<i>Cytherellina jonesii</i> Bonnema	-	-	-	-	-	-	×	-	
" " <i>krausei</i>	-	-	-	-	-	-	×	-	
" " <i>ruedemanni</i> Bonnema	-	-	-	-	-	-	×	-	
" " <i>ulrichi</i>	-	-	-	-	-	-	×	-	
<i>Entomis flabellifera</i> Krause	-	-	-	-	-	-	×	-	
" " <i>obliqua kuckersiana</i> Bonnema	-	-	-	-	-	-	×	-	
" " <i>oblonga</i> "	-	-	-	-	-	-	×	-	
" " <i>quadrifera</i> Krause	-	-	-	-	-	-	×	-	
" " <i>variolaris</i> Bonnema	-	-	-	-	-	-	×	-	
<i>Macronotella kuckersiana</i> Bonnema	-	-	-	-	-	-	×	-	
<i>Primitia decumana</i> Bonnema	-	-	-	-	-	-	×	-	
" " <i>dentifera</i> "	-	-	-	-	-	-	×	-	
" " <i>estonia</i> "	-	-	-	-	-	-	×	-	
" " <i>kuckersiana</i> "	-	-	-	-	-	-	×	-	
" " <i>molli</i> "	-	-	-	-	-	-	×	-	
" " <i>kapteyni</i> "	-	-	-	-	-	-	×	-	
" " <i>tolli</i> "	-	-	-	-	-	-	×	-	
" " <i>rossica</i> "	-	-	-	-	-	-	×	-	
<i>Primitiella kuckersiana</i> Bonnema	-	-	-	-	-	-	×	-	
<i>Streptula kuckersiana</i>	-	-	-	-	-	-	×	-	
" " " <i>acuta</i> Bonnema	-	-	-	-	-	-	×	-	
<i>Tetradella calkeri</i>	-	-	-	-	-	-	×	-	
" " " <i>convexa</i> "	-	-	-	-	-	-	×	-	
<i>Ulrichia kuckersiana</i> Bonnema	-	-	-	-	-	-	×	-	
" " " <i>cf. bidens</i> Krause	-	-	-	-	-	-	×	-	
2. Cirripedia.									
<i>Plumulites estonicus</i> Withers	-	×	-	-	-	-	-	-	

Pt. II.

New and newly recorded fossils from the
Kuckers stage¹).

Spongiae.

Gen. *Hazelia* Walcott.

Walcott, 1920 *Cambr. Geol. and Paleontol.* N 6, Middle Cambrian Spongiae,
p. 281, *Smiths. Miscell. Coll.* vol. 67, N 6.

Hazelia cf. *palmata*, Walcott (Pl. I, f. 17. Pl. III, f. 20).

Hazelia palmata Walcott, 1920, *Smiths. Miscell. Coll.* Vol. 67, N 6 p. 282,
pl. 69, f. 1, 1a—e pl. 67, f. 2.

Material: 1 specimen in the Geological Museum of the University Tartu (Dorpat)²).

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry, Estonia, Kuckers stage (C₂)³. Middle-Ordovician⁴).

1) The material I collected in the summers of 1917 and 1919 from the uppermost shale and marly limestone beds, 1—3 metres from the surface in the kuckersite quarries in the Kuckers District.

4—5 tons of shale from the oil-shale quarries in Järve, from a depth of 2—3 metres from the surface, was transported at the end of 1919 to London for chemical investigation. It was kept at the Esthonian Legation and there I was able to split up nearly 2 tons of the shale. Many new species and records I got in this way such as: new species of *Pholidops*, *Pseudopholidops*, *Strophomena*, *Nematotrypa spiralis*, *Diplotrypa lamellaris*, the sponge *Hazelia* cf. *palmata*, *Plumulites* (named by T. Mc. Withers *P. estonicus* W.) etc.

In September 1920 I collected abundant additional material from the quarries of Järve and Vanamõisa, as also near Jõhvi (Jeve) and near Tallinn (Reval).

2) In the following descriptions G. M. U. Tartu or Geol. Mus. Univ. Tartu.

3) " " " " Kuckers stage = C₂ (of F. Schmidt).

4) " " " " M. Ordovic = Middle Ordovician.

Measurements: Diameter of strands 0.2 mm. Diameter of the frond 11 and 21 mm.

Description: The skeleton is a flattened layer on the shale surface (Pl. III, f. 20); the irregular, undulating fibrous strands form something like a meshwork, with more or less elongated interspaces (Pl. 1, f. 17). Near the border on the side of the frond in the delicate meshwork of the sponge seems to lie the pointed basal portion.

The spicules are not preserved in this species from the Kuckers stage, but the frond closely resembles Walcott's species.

Bryozoa.

Gen. *Protocrisina* Ulrich.

Protocrisina Ulrich, 1890, Geol. Surv. Illinois, vol. VIII, p. 369.

" " 1911, R. S. Bassler, The early Paleoz. bryozoa of the Baltic Prov., 77 Bull. U. St. Nat. Mus., p. 71.

Protocrisina disposita sp. n. (Pl. VIII, f. 16, 17, 18).

Diagnosis: Four rows of zooecial apertures: two on the front, one on each of the borders. Each of the zooecial apertures on the lateral sides of the stem has on its lower end one small aperture. On the noncelluliferous side is a regular row of small elliptical apertures.

Material: Holotype (fragment of a branch) in authors collection. Geol. Mus. Univ. Tartu.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry, Estonia. In the kuckersite bed *h*. Kuckers stage. M. Ordovic.

Measurements: Fragmentary branch.

Diameter 0.5 mm.

Longitudinally zooecial apert. in 1 mm. 2.

Description: There is only a fragment of a stem, but in its essential features it shows so characteristic a structure, that we may be sure we have here an undescribed species. The cross section of the branch is rounded quadrangular. The elliptical, often ovoidshaped, zooecial apertures are in 4 characteristically disposed rows. Two rows on the front of the branch stand close to each other (Pl. VIII, f. 17). On each of the borders is one row of zooecial apertures; each of these apertures has near the lower end a small aperture. It is natural to suppose that

above these small apertures have been avicular appendages. (Pl. VIII, f. 16). On the back of the branch in a hollow sulcus are small apertures, of the same size as those described (Pl. VIII, f. 18).

Relations: *P. ulrichi* Bassler described by R. S. Bassler from the Kuckers stage differs as it has only 2 rows of zooecial apertures. *P. exigua* Ulrich, from Borkholm limestone (F₂), shows small pores also on the front of the stem, which are more or less irregularly dispersed as also on the noncelluliferous side.

Gen. *Lioclema* Ulrich.

Lioclema Ulrich, Geol. surv. Illinois, vol. 8, 1890, pp. 376, 425.

Lioclema spineum ramosum, var. n. (Pl. VI, f. 14—18).

Lioclema spineum Bassler, 1911, Early Paleoz. Br. of the Balt. Prov. 77, Bull. U. St. Nat. Mus. p. 248, f. 142.

Diagnosis: Zoarium pointed, branching. Zooecial apertures multiangular; large mesopores less angular. Acanthopores 3—4 to each zooecium, comparatively small, elevated.

Material: Holotype in G. M. U. Tartu.

Locality and Horizon: Järve; kuckersite quarry, Estonia. C₂. M.-Ordovic. In the kuckersite.

Measurements:

Diameter of the circular pointed end of zoarium 2 mm.
 " " " compressed portion of the zoarium
 higher up 3—11 "

In 2 mm. longitudinally 5—6 zooecial apertures.

Description: This variety of *Lioclema spineum* bears a very spiny surface, as the acanthopores project fairly high. The acanthopores with circular or quadrangular openings, are usually in the junction between the polygonal zooecia. The large mesopores are usually penta- or sixangular (Pl. VI, f. 14).

A vertical section (Pl. VI, f. 18), for which I had to sacrifice the pointed end of the zoarium, shows the mode of growth and the arrangement of the zooecial tubes from the first growth stages of the zoarium. The zooecial tubes have become filled with matrix in this part of the zoarium. The thread-like axis is well seen in the lower portion; higher up the zoarium is found the usual construction of mature zone of the species: tabulated tubes. In the younger portion of the zoarium diaphragms are

met only occasionally. The strong acanthopores are well developed in this portion of zoarium.

Vertical section (Pl. VI, f. 16) from the mature zone of zoarium shows more or less closely tabulated mesopores, sparsely tabulated zoecial tubes near the surface (the actual immature zone of the living specimen) and the more or less equally tabulated central tubes (actual mature zone). The section (Pl. VI, f. 17) has cut a few acanthopores near the surface.

The tangential section (Pl. VI, f. 15) is not successful on account of its obliquity.

Relations: I am disposed to regard this described specimen as an intermediate form between *Lioclema spineum* Bassler and *Lioclemella clava* Bassler. The acanthopores of my specimen agree much more with those of *Lioclemella*, but the habit of growth (*Lioclemella clava* — clubshaped) separates them. *Lioclema spineum* has much larger acanthopores and larger apertures.

Gen. *Hallopora* Hall.

For Synonyms see *Hallopora* Bassler, 1915, R. S. Bassler, Bibliogr. Index of amer. Ordovic. and Silurian Fossils. Vol. 2, 92 Bull. U. St. Nat. Mus. p. 1021.

Hallopora dybovsky Bassler (Pl. IX, f. 1—4).

Hallopora dybovsky Bassler, 1911, „Early Paleoz. Br. of the Balt. Prov.“ 77, Bull. U. St. Nat. Mus., p. 335, pl. 5, f. 1—1e, t. f. 211, 212.

Material: My collection in Geol. Mus. Univ. Tartu.

Locality and Horizon: Kukruse, Estonia. C₂. M.-Ordovic. In the kuckersite.

Description: As an addition to Bassler's description of this species I give the figures of one specimen, which has not the usual hemisphaeric or dome-shaped zoarium of the species, but has a zoarium like a stout branch (Pl. IX, f. 1). The figures (Pl. IX, f. 2—4) of the zoarial surface, tangential and vertical thin sections may be compared by the reader with the figures given by Bassler, and need therefore no further explanation.

Hallopora dumalis Ulrich (Pl. VI, f. 9—13).

See Synonyms in Bassler monogr.: „Early Paleoz. Br. of the Balt. Pr.“ etc. p. 331, t. f. 207.

Material: G. M. U. Tartu.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry, Estonia. C₂.
M. Ordovic. In the kuckersite.

Measurements: Length of the fragmentary zoarium 22 mm.

Width " " " " 2 "

In 2 mm. 4—5 zooecial apertures.

There is no need for a new description of this species. I have been compelled to give the figures and to direct the attention to the two vertical sections (Pl. VI, f. 9, 11) taken from different parts of the zoarium. As we see there are slight differences. In the section from the younger portion of the zoarium the walls of the central zooecial tubes are irregularly flexible (Pl. VI, f. 9); in the older portion the walls of the zooecial tubes are straighter (Pl. VI, f. 11). The mesopores are well-developed (Pl. VI, f. 10).

Gen. *Diplotrypa* Nicholson.

For Synonyms see *Diplotrypa* Nicholson, 1915, R. S. Bassler, 92 Bull. U. St. Nat. Mus. v. I, p. 456.

Diplotrypa moniliformis Bassler (Pl. IX, f. 7—9).

Diplotrypa moniliformis Bassler, 1911, Early Paleoz. Br. etc. 77, Bull. U. S. Nat. Mus., p. 321, t. f. 199.

Material: My collection, Tartu, Estonia.

Locality and Horizon: Kukruse, Estonia. Kuckers stage (C₂).
M. Ordovic. According to Bassler the species is apparently rare in Jevé limestone (D₁).

Description: The irregularity of the zooecial walls figured and described by Bassler is not so marked in the Kuckers specimen but the tabulation makes me believe that it belongs to the named species. The diaphragms are uniformly distributed in the zooecial tubes and mesopores and stand nearly at equal distances from each other (Pl. IX, f. 7).

In the lower part of the vertical thin section through the centre of the Kuckers specimen (a half of the zoarium I used for the section) we see initial budding stages of the colony (Pl. IX, f. 8). The zooecial tubes, which are growing in different directions (in the centre nearly straight), similar to recent *Lichenopora* of the Cyclostomata, are cut transversely (the rounded apertures on the section) and vertically (the prolonged tubes of the section). The walls of this part of the zoarium are thick. Then in a more advanced growth stage the walls of the zooecial tubes, as we

see in the section higher up, become the characteristic structure of the Trepostomata and in the tubes are developed diaphragms, which in some of the tubes are sparsely developed in this portion of the zoarium. The vertical section (Pl. IX, f. 7) is from the mature zone of the zoarium. Fig. 9, pl. IX shows the tangential section of this species.

Diplotrypa westoni Ulrich (Pl. IX, f. 6).

Diplotrypa westoni Ulrich, Bassler, 1911, Early Paleoz. Br. of the Balt. Prov. 77, Bull. U. S. Nat. Mus. p. 323, t. f. 201.

Material: My collection, Tartu (Specimen and thin section).

Locality and Horizon: Kukruse, Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic.

According to Bassler this species is „Apparently common in the Chasmops limestone at Nittsjö, Rättvik, Dalarne, Sweden and South Bödahamn, island of Oeland“.

To recognize the identity of the Kuckers specimen with this species compare Bassler's text fig. 201 f., with the fig. of my vert. section (Pl. IX, f. 6) of the Kuckers specimen, which shows the characteristic angularity of the zooecial walls, also the sparse diaphragms in the zooecial tubes.

Diplotrypa petropolitana Nicholson (Pl. X, f. 1—11).

See Synonyms in Bassler's: 1911 Early Paleoz. Br. of the Balt. Prov. 77, Bull. U. S. Nat. Mus., p. 313, t. f. 192—195.

Material: In the G. M. U. Tartu and my collection.

Locality and Horizon: Kukruse, Järve, Estonia. Kuckers stage (C₂). M. Ordovic. In the kuckersite and marly limestone, abundant.

Description: To show the great variability of this species it seems to me useful to give the figures of vertical and tangential thin sections on Pl. X.

Fig. 1. represents a specimen with unusual mode of growth. The epitheca, concentrically striated, measures 8 cm.; higher up the zoarium grows larger and the diameter of the flattened top is 12 cm. The top of the zoarium bears traces of weathering, possibly on the sea floor, of Ordovician age. There are on the top of the zoarium deep hollows filled up by marly limestone. The height of the specimen is 4 cm.

The vertically cut zoarium of same specimen (f. 1) shows a secondary growth zone.

The vertical and tangential thin sections are from the upper border (mature zone) of same (f. 1) zoarium (Pl. X, f. 2—4). In this portion of the zoarium the mesopores are very closely tabulated, 3—4 diaphragms in the space of a mesopore diameter. The zooecial tubes are sparsely tabulated.

The zoaria of the other specimens for the sections on Pl. X. are hemispherical, often conical. Sometimes the lower portion of the zoarium is slightly narrower, with a hemispherically expanded upper portion. The average diameter of all these specimens is 1—2 cm. Often 3—5 cm.

Vertical thin sections through the centre of the zoarium of two specimens (Pl. X, f. 5 and 9) as also the second growth zone (Pl. X, f. 6), give some idea of the initial growth stages of the zoarium. There are the prolonged young zooecial tubes, without diaphragms, thick walled, as we see on the figures 9 and 6; the mesopores are developed very early (Pl. X, f. 9 and 5).

The zooecial tubes never grow straight up, except in large zoaria in the mature zone, usually they bend in a different manner and on account of this the vertical sections rarely show a zooecial tube in its full length. The same is to be said about mesopores.

The mesopores are less densely tabulated in the young portion of the zoarium (Pl. X, f. 5 and 9). The vertical section (Pl. X, f. 6) from the same zoarium as f. 5. shows clearly bordered two growth zones. In the mature part of the first zone the mesopores are much closer tabulated than in the younger portion or the beginning of the second growth zone of the zoarium (Pl. X, f. 5).

The zooecial tubes have sometimes nearly straight walls, but the angularity of the mesopores is usually more constant and deflects also the walls of the zooecial tubes.

In tangential sections we see usually the polygonal apertures of the zooecial tubes; often the tubes are attached, but usually separated by the mesopores of very irregular size and shape (Pl. X, f. 4. 8). Often the angularity of the zooecial tubes increases to such extent that the apertures of the tubes appear in tangential section almost circular or elliptical (Pl. X, f. 11.).

Diplotrypa lamellaris, sp. n. (Pl. IX f., 10, 11).

Diagnosis. Zoarium irregularly expanded, lamellose. In the expanded portions, more or less evidently growing in two su-

perimposed layers. The central portion of zoarium thickened, stem-like rounded in transverse section. Zooecial walls thick, mesopores closely tabulated.

Material: Fragmentary specimens in Geol. Mus. Univ. Tartu. Authors collection.

Locality and Horizon. Järve, kuckersite quarry; Estonia. Kuckers stage (C₂). M. Ordovic. In the kuckersite bed *h*.

Measurements:

Thickness of the central portion of zoarium 1 cm.
 " " " lamellose expansion 1—3 "
 In 2 mm. 5—6 zooecial apertures.

Description: The zooecial apertures on the surface of zoarium are usually sixangular. Two zooecial tubes are rarely in contact. The dividing dark line in the walls of zooecia and mesopores appears distinctly on the tangential section (Pl. IX, f. 11). The apertures of the mesopores of the same section appear more or less uniformly small; most of them are quadrangular, but there are 3-, 5- and 6-angular mesopores.

The vertical section (Pl. IX, f. 10) shows closely tabulated mesopores, 2—3 in the space of a diameter of the mesopore. The zooecial tubes are without diaphragms or have these in the upper part of the zooecium. The same section shows the biserial mode of growth of the zoarium in its expanded lamellose portion.

Gen. *Dittopora* Dybovsky.

Dittopora Dybovsky, 1877, Die Chaetetiden der Ostbalt. Silur-Formation, p. 84.
 " " , 1911, The early Paleoz. Br. of the Balt. Prov., 77 Bull.,
 U. St. Nat. Mus., p. 301.

Dittopora magnipora, sp. n. (Pl. VI, f. 1—8).

Diagnosis: Zooecial apertures irregularly shaped, often with rounded lobes, rarely oval. Peristomes of the apertures on the surface of zoarium more or less distinct. Large acanthopores surround the zooecial apertures and are in the interspaces in the angles of the mesopores; the walls of the mesopores are not seen on the surface.

Material: Holotype in the G. M. U. Tartu. Authors collection.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry, Estonia. Kuckers stage (C₂). M. Ordovic. In the kuckersite.

<i>Measurements :</i>	1-st spec. (Pl. VI, f. 1)	2-nd spec.
Length	25 mm.	10 mm.
Width at the base of zoarium	1 "	4 "
" " " top " "	2.5 "	5 "
Zooecial apertures, longitudinally in 2 mm.	5—6	5
" " transversally " "	2—3	

Description : Two well preserved fragmentary specimens, one with the pointed basal portion (Pl. VI, F. 1. 2) found in the kuckersite. The end of the zoarium (Pl. VI, F. 1) is incurved. The basal portion is an upturned cone (Pl. VI, f. 2) with irregularly scattered acanthopores; some of these are inconspicuously larger than others. Regular zooecial apertures appear 3—4 mm. from the end.

The surface of the zoarium appears rough by presence of the considerably elevated large acanthopores, which surround the zooecial apertures, 2—4 to each zooecium. The acanthopores often separate the approached zooecial apertures. The interspaces on the surface are solid, no visible mesopore walls (Pl. VI, f. 4).

The zooecial apertures are rarely rounded-oval, common are irregularly shaped apertures.

Internal structure is similar to that of *Dittopora colliculata* (Eichwald). Vertical section (Pl. VI, f. 5) from the basal portion of zoarium, shows the large acanthopores, usually not filled by calcite; the zooecial tubes are without diaphragms, filled by calcite. In this part of the zoarium mesopores are wanting. The right half of this well-preserved thin section shows the method of growth of the zooecial tubes. Vertical section from the upper part of the same zoarium (Pl. VI, f. 3) exhibits closely tabulated mesopores; their diameter is nearly equal to that of the zooecia. The zooecial tubes have only a few diaphragms in this part where they bend from the axial region outwards. In the axial region the walls of the zooecial tubes are flexuous, but less than in the young or basal portion of the zoarium; diaphragms are wanting in the axial portion. A vertical section of another specimen (Pl. VI, f. 8.) shows similar structure; on the left side of the figure are two acanthopores. In the axial portion the walls of the zooecial tubes are not preserved; it is filled by calcite. This zoarium shows a false hollow of the stem, which we often meet with in the branches of *Homotrypella instabilis* Ulrich from the same stage.

The tangential section (Pl. VI, f. 6) shows the angular network formed by the walls of the mesopores. The acanthopores are in close contact with the zooecial apertures; walls of these and of the acanthopores are clearly seen in the section; they are thicker than the walls of the mesopores. Other acanthopores are in the interspaces in the angles of the mesopores. A tangential section of the other specimen (Pl. VI, f. 7.) taken close to the surface of the zoarium, shows no mesopore walls; these are concealed by solid tissue.

Relations: There is the fact that the two sets of acanthopores, seen in the Gen. *Dittopora*, in this species are almost obscured. But it is interesting to remark, that the described species has acanthopores of three or more sizes, but there is no distinctly marked difference in the size of them. Among large and conspicuous acanthopores are those of medium and of still smaller size.

The similarity of the vertical sections of *Dittopora colliculata* (Eichw.), (Bassler, Early Paleoz. Br. Balt. Prov. etc., p. 307, f. 189 b) and of my species (Pl. VI, f. 3) must be noted. The hemisepta in Bassler's figures (Bassler, Early Pal. etc. t. f. 189 b. and 190 c.) are, as I believe, broken fragments of diaphragms.

It is interesting to note the similarity of the vertical sections from the basal portion of the described species (Pl. VI, f. 5) and of *Lioctema spineum ramosum* (Pl. VI, f. 18).

Gen. *Chasmatopora* Eichwald.

Chasmatopora Eichwald, 1860, Lethe a Rossica, vol. I, p. 370.

" " 1911, R. S. Bassler, The early Paleoz. Bryozoa of the Balt. Prov., 77 Bull., U. St. Nat. Mus., p. 169.

This gen. of the Fam. *Phylloporinidae* as many other requires special study.

In the material, I have at my disposal, may be noticed two types. Seen in transverse sections one type has the zooecial tubes more or less regularly disposed on one side of the zoarial rounded branch; this type could include all species of the gen. *Chasmatopora*.

The other type is with zooecial tubes irregularly disposed throughout the whole branch of zoarium. This type could include the species of the gen. *Phylloporina* Ulrich.

As it proves the shape of fenestrules is the most constant of the specific characters.

The character of the surface in immature and mature zones of the zoarium differs often considerably.

Chasmatopora furcata Eichwald (Pl. VII, f. 1--6, pl. XII, f. 4).

Polypora furcata Eichwald, 1860, Lethaea Rossica, vol. 1, p. 378, pl. 23, f. 11 a. b.

Chasmatopora furcata (Eichwald), 1911, Bassler. Early Paleoz. Br. of the Balt. Prov., 77. Bull. U. S. Nat. Mus. pl. 12, t. f. 87.

Material: In the G. M. U. Tartu.

Locality and Horizon: Järve, Kukruse, kuckersite quarries, Estonia.

Kuckers stage: (C₂) M.-Ordovic. In the kuckersite abundant.

Measurements: Diameter of the branches 0.5 mm.
 Width of anastomoses. . . 0.1—0.3 "
 Length of fenestrules . . . 1—5 "
 Width " " . . . 0.5—1 "

In 1 cm. are usually 3—5 fenestrules.

In 2 mm. longitudinally 8—9 zooecial apertures.

Description: The fenestrules are prolonged elliptical or triangular or prolonged angular; their size varies greatly. The zooecial apertures are in the mature zone of zoarium (Pl. VII, f. 1) of variable size and often more or less angular; the celluliferous side of zoarium bears 4 or more rows of zooecial apertures. In the younger part of zoarium the apertures are elliptical, and on the surface between the apertures there are often fine ridges. In the younger part of the zoarium the noncelluliferous side bears parallel fine grooves (Pl. VII, f. 4), between which are longitudinal rows of elevated granules with minute apertures in the centre; they are often confused with regular ridges. In the more mature zone also (Pl. VII, f. 3) the granules are in more or less regular parallel rows, but the grooves are wanting.

The transverse section of a branch from a well-preserved part of zoarium, (Pl. VII, f. 5, 6) shows 4 spaces of the zooecial tubes disposed regularly on one side of the zoarial branch: well preserved specimens show on other side of the transverse section a group of fine pores, which are transversely cut tubules of the pores of the noncelluliferous side.

Sometimes (Pl. VII, f. 1) on the celluliferous side of the

branches are small pores in the interspaces of the zooecial apertures, often near the lateral borders of these; they suggest the places of attachment of avicularia of recent bryozoa. The non-celluliferous side of such a specimen is shown on Pl. VII, f. 3.

Chasmatopora punctata, sp. n. (Pl. VII, f. 7—11).

Diagnosis: The fragmentary zoarium is a reticulate expansion. The fenestrules are rhomboidal in outline. The zooecial apertures are surrounded by numerous pores. On the noncelluliferous face are pores distributed irregularly or in longitudinal rows.

Material: Holotype in Geol. Mus. Univer. Tartu.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry, Estonia. Kuckers stage (C₂); M.-Ordovic. In the kuckersite.

Measurements: Length of fenestrules 1.5—2 mm.

In 2 mm. longitudinally 10 zooecial apertures.

Description: The zoarium builds a flattened reticulate expansion on the surface of the shale. Most of the fenestrules are rhomboidal (Pl. VII, f. 7). The fine branches of the zoarium are circular, often slightly compressed. The elliptical zooecial apertures are in 3 more or less regular longitudinal rows. The zooecial apertures are encircled by numerous minute pores, about 9 or 10 to each aperture, pores are also in the interspaces (Pl. VII, f. 9). The peristome of the zooecial aperture is poorly developed.

The noncelluliferous side of the zoarial branches is covered with irregularly distributed granules (Pl. VII, f. 8); often the granules or pores are in longitudinal rows.

On the transverse section (Pl. VII, f. 10, 11) we see zooecial tubes in cross section, in well preserved parts of zoarium of very regular disposition (Pl. VII, f. 11): 2 large transversely cut tubes, with small tubes between these. A other figure is a section from a slightly compressed branch (Pl. VII, f. 10).

Comparison with other Estonian species of *Chasmatopora*. The fenestrules are similar to those of *Ch. tenella*, but the non-celluliferous side of *Ch. tenella* is longitudinally striated and this species has no pores regularly encircling the apertures on the celluliferous side. *Ch. reticulata* has smaller fenestrules and the noncelluliferous side is also longitudinally striated. *Ch. furcata* differs in the shape of the fenestrules, and the absence of the minute encircling pores around the apertures.

Gen. *Phylloporina* Ulrich.

Phylloporina (Ulrich) Foerste, 1887, Bull. Sc. Lab. Denison Univers. vol. 2, p. 150.
 „ Ulrich, 1890, Geol. Surv. Illinois, vol. 8 pp. 399, 639.

Genotype: *Phylloporina granistriata* Ulrich.

Phylloporina granistriata Ulrich (Pl. VII, f. 12—15, Pl. XII, f. 3).

Phylloporina granistriata Ulrich, 1890, Pal. of Illinois, P. 639, pl. XXIX, f. 3—3a.

The original description of Ulrich: „Zoarium an undulating expansion, consisting of more than ordinarily rigid, slender branches, from 0.3—0.5 mm. in width, that inosculate at rather long but irregular intervals. Fenestrules narrow, with an average length of about 4 mm. but varying from 2—6 mm. Width from 0.2—0.7 mm. Reverse side with fine, granulose, longitudinal striae. Celluliferous side not seen. Zooecia (in section) tubular, arranged in 3 rows. Apertures circular, with a small peristome, 0.09 mm. in diameter. 10—11 in 2 mm. Rows of cells separated by slightly elevated carinae, bearing 1 small acanthopore to each zooecium.“

Material: G. M. U. Tartu.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry, Estonia, Kuckers stage (C₂) M.-Ordovic. In the kuckersite.

Measurements: Width of fragmentary zoarium 25 mm.
 Length „ „ „ 10—11 „
 Width of the basal stem of zoarium 1.5 „
 Length of fenestrules 0.5—2.5 „
 Width „ „ 0.5—1 „

In 2 mm. longitudinally 8—9 zooecial apertures.

In 1 cm. in the average 5 fenestrules.

Description: The fenestrules are prolonged multiangular more or less like those of *Ch. furcata*, but much smaller (Pl. VII, f. 12, Pl. XII, f. 3).

The celluliferous side of the branches (Pl. VII, f. 13) bears flexuous ridges. The central ridge is stronger than the others. Between the ridges are four longitudinal rows of elliptical or circular zooecial apertures, with poorly developed peristome. Some of the ridges on the sides of the zoarium branch up from the central ridge. In the interspaces are a few acanthopores.

The noncelluliferous side of the zoarium (Pl. VII, f. 14)

bears longitudinal grooves, which give the striated character. In the grooves are often acanthopores.

In a transversally cut branch of a zoarium we see (Pl. VII, f. 15) the zooecial tubes in the whole space of the branch. The zooecial tubes show often in tang thin sections diaphragms.

Phylloporina papillosa, sp. n. (Pl. VIII, f. 23, 24, 25).

Diagnosis: Zoarium a reticulate expansion. The comparatively small fenestrules elongated angular of rather regular outlines. The branches are rounded triangular. The zooecial apertures in rather regular 4 longitudinal rows. In the middle portion of the branch, separating at each side 2 rows of zooecial apertures, is a slightly elevated ridge with papillae at regular intervals. The reverse side is longitudinally striated.

Material: Holotype in authors collection, Geol. Mus. Univ. Tartu.

Locality and Horizon: Kohtla-Järve, kuckersite quarry. Estonia. In the kuckersite. Kuckers stage (C₂). M. Ordovic.

Measurements: Length of fenestrules . . . 1.5—2 mm.

Width „ „ . . . 0.5—1 „

In 1 mm. longitudinally 4 zooecial apertures.

Description: The fenestrules of the fragmentary zoarium are generally elongated elliptical, but there are often more irregular, slightly angular fenestrules. The zooecial apertures of the triangular branches (in cross section) are elliptical, with a slightly raised epistome. In the centre, between two associated zooecial rows is a ridge with prominent papillae at same distance from each other as the zooecial apertures (Pl. VIII, f. 23). In the direction of the longitudinal axis of the branch the slopes of the papillae are gentle, laterally they are abrupt. The reverse side is striated, on better preserved portions of zoarium the striae are subparallel; they bear also small papillae (Pl. VIII, f. 24). No small pores (acanthopores) are seen, as are usually seen in *Chasmatopora*.

In transverse section (Pl. VIII, f. 25) of a branch we see transversly cut zooecial tubes distributed irregularly.

As distinction from *P. granistriata* Ulrich may be mentioned the papillose ridge on celluliferous side as also the smaller size of fenestrules.

Gen. *Polypora* M'Coy.

For Synonyms see *Polypora* M'Coy, 1915, R. S. Bassler, 92 Bull., U. St. Nat. Mus., p. 1021.

Polypora quadrata, sp. n. (Pl. VII, f. 16—20, Pl. XII, f. 4).

Diagnosis: The fenestrules are quadrangular. The branches of zoarium more or less parallel. The celluliferous side with 4 rows of zooecial apertures, the circular apertures have a peristome. The reverse side often has a central ridge.

Material: Holotype in my collection.

Locality and Horizon: Kukruse, Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. Rare in the kuckersite.

Measurements:

Width of the fragmentary zoarium	10	mm.
Length " " "	18	"
" of the fenestrules	1—2	"
Width " " "	0,5—1	"
Diameter of the zoarial branches	0,5—0,75	"
" " " anastomoses	0,1	"

In 1 mm. longitudinally 4 zooecial apertures.

Description: It is difficult to determine the complete shape from the fragmentary zoarium (Pl. XII, f. 4): it may have been funnel-shaped or a flabellate expansion. The branches are more or less parallel, they are united by numerous anastomoses at right angles, forming quadrangular prolonged fenestrules. The convex celluliferous face bears circular zooecial apertures (Pl. VII, f. 16) in more or less regular rows. The apertures have an elevated peristome. Reverse side is less convex (Pl. VII, f. 19); in the middle of this side, longitudinally to the axis, is a carina or ridge. On some parts of the branches the ridge is wanting (Pl. VII, f. 18). The transverse section of a branch (Pl. VII, f. 20) shows that the zooecial tubes in the branches are close to the noncelluliferous side from where they bend outwards (not figured in section).

Comparison with related species. The shape of the zoarium resembles the zoarium of a *Fenestella*; but the described species has no carina between the two zooecial rows, as *Fenestella*. Near by related to the described species is *Polypora incepta* Hall. (See: Bassler¹¹); the shape of zoarium is similar, but on the noncelluliferous face of *Polypora incepta* we see striated structure, which, except the central ridge, is wanting in my species. On

the fig. of Dr. Bassler we see no peristomes; the described species has distinct peristomes.

The general shape of zoarium separates this species from *Chasmatopora* and *Phylloporina*.

Gen. *Pseudohornea* Roemer.

For Synonyms see *Pseudohornea* Roemer, 1915, R. S. Bassler, 92 Bull., U. St. Nat. Mus., p. 1054.

Pseudohornea bassleri sp. n. (Pl. VII, f. 21—24, Pl. XII, f. 1).

Diagnosis: The zoarium is bush-like, dichotomously branching, growing as other *Pseudohorneas* from a flat basal expansion. The oblique zooecial apertures are arranged in 5 longitudinal rows. The noncelluliferous side is covered with irregularly distributed small papillae, which have minute apertures in the centre.

Material: Holotype in the Geol. Mus. Univ. Tartu.

Locality and Horizon: Järve kuckersite quarry, Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In the kuckersite bed *f*.

Measurements:

Length of nearly complete zoarium . . . 6 cm.
 Width " " " " . . . 4 cm.
 Diameter of the basal portion of the stem. 1,5 mm.
 Average diameter of the branches . . . 0,25—1 mm.
 Distance between the bifurcations . . . 4—5 mm.
 Longitudinally in 2 mm. 6 zooecial apertures.

Description: The nearly complete zoarium (Pl. XII, f. 1) is an expanded bush, dichotomously branching at regular intervals. The branches are more or less circular in cross section.

On the celluliferous side of zoarium (Pl. VII, f. 22) are rows of oblique zooecial apertures. The walls between the apertures are not very thick. The shape of apertures is often elliptical.

The noncelluliferous side of zoarial branches (Pl. VII, f. 21) is covered with irregularly scattered papillae (on some parts of zoarium they are in flexuous rows); the papillae are usually elliptical, with gentle slopes and apertures on the top in the centre. On some parts of the noncelluliferous face may be found single or double zooecial apertures of the usual size (Pl. VII, f. 21).

On a rough vertical section (Pl. VII, f. 23) we see zooecial tubes spreading from a thin lamina; this and the walls of zooecial tubes are white in the greyish calcite mass, which has filled

the zoarium. The other side of the vertical section shows minute white tubules in the grey calcite; some of the tubules are communicating. The usual direction of the tubules is the direction of the long axis of zoarium, except where they bend outwards and open on the papillae.

On the transverse section (Pl. VII, f. 24) we see zooecial tubes in cross section; the shape is rounded-irregular.

Comparison with other Estonian species of Pseudohornea:

Pseudohornea orosa (see Bassler's: Early Paleoz. etc. 1911, p. 174) differs in all from the described species.

For comparison of *P. bifida* and *P. bassleri* I have figured the noncelluliferous face of *P. bifida* (Pl. VII, f. 27), the celluliferous side (Pl. VII, f. 26) and the cross section of a zoarial stem (Pl. VII, f. 28).

Gen. *Nematopora* Ulrich.

For Synonyms see *Nematopora* Ulrich, 1915, R. S. Bassler, Bibliogr. index of american Ordovic. and Silurian Fossils, 92 Bull., U. St. Nat. Mus., p. 850.

Nematopora ramosa, sp. n. (Pl. VII, f. 29, 30, 31).

Diagnosis: The branching of the zoarium is distichous. The rows of zooecial apertures are separated by striated interspaces. The zooecial apertures are far remote (longitudinally) from each other.

Material: Holotype in G. M. U. Tartu.

Locality and Horizon: Kukruse; kuckersite quarry, Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. Rare in the kuckersite.

Measurements:

Length of the fragmentary zoarium	6,5 mm.
Diameter of the main stem of zoarium	0,5 "
" " " " " of branches	0,25 "
Distance of the branches from each other	0,75—1,0 "
Angle of branching rarely 90°, usually 58°—60°.	

In 2 mm. longitudinally 3—3,5 zooecial apertures.

Description: The branching of the zoarium is distichous. The zooecial apertures are elliptical; they are in 7 longitudinal rows around the stem (Pl. VII, f. 29). The rows of zooecial apertures are between linear ridges.

On the transverse section (Pl. VII, f. 31) we see 7 transversely cut zooecial tubes; from the same section is clearly shown the ridged surface of zoarium.

Comparison with other Estonian species of Nematopora: The described species differs from all other species in Estonia by its mode of branching. The zooecial apertures, too, are more remote from each other (longitudinally) than in the other species. The grooves between the zooecial apertures relate this species to *N. bogoljubovi* mihi (H. Bekker, pt. I, 29), but it differs by the absence of transverse ridges in the grooves and by the far more remote zooecial apertures longitudinally.

Nematopora granosa Ulrich (Pl. VIII, f. 19—22).

Nematopora granosa Ulrich, 1890, Journ. Cine. Soc. Nat. Hist. vol. XII, p. 196.
 " " " 1895, Geol. of Minnes., Paleont., vol. III, pt. I,
 p. 205, pl. III, f. 17—20.

Material: Fragmentary specimen in authors collection; Geol. Mus. Univ. Tartu.

Locality and Horizon: Järve; kuckersite quarry; Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In the kuckersite.

Measurements: Diameter of zoarium . . 0,2 mm.
 Longitudinally in 1 mm. 3 zooecial apertures.

Original description of Ulrich: „Zoarium ramose; branches bifurcating at rather long intervals, from 0.25—0.38 mm. in diameter, the smallest quadrangular in cross section and with only four rows of zooecia; those of the average size, pentagonal, and with five rows of cells. Zooecial apertures small, narrow, about seven in each range in 2.5 mm., enclosed by a series of minute granules. Longitudinal interspaces with a small number of similar granules. Rows of apertures separated by more or less well-developed straight or slightly flexuous granulose ridges.

Form. and Local.: Galena shales, near Cannon Fall, Minnesota.“

Description: The estonian specimen is rounded quadrangular (in cross section) with four rows of zooecial apertures (Pl. VIII, f. 22): in the longitudinal interspaces are 2 rows of granules; the elongated elliptical zooecial apertures are encircled by minute elongated granules (Pl. VIII, f. 20. 21).

This species seems to be related with *N. consueta* Bassler (pt. I, 18, p. 155, f. 76 c. d.) but it is smaller, differs by its more elongated zooecial apertures and the surface ornamentation.

Gen. *Nematotrypa* Bassler.

Nematotrypa Bassler, 1911, Early Paleoz. Br. of the Balt. Prov. 77, Bull., U. St. Nat. M., p. 164.

Nematotrypa spiralis, sp. n. (Pl. VII, f. 32—37).

Diagnosis: The pointed zoarium has a continuous elevation in zigzag line around the stem; on this elevation are arranged the zooecial apertures, forming a more or less spirally winding band of zooecial apertures on the zoarium. In the zooecial inter-spaces and the depressions on the sides of zoarium, are numerous small apertures of angular mesopores.

Material: Holotype in Geol. Mus. Univ. Tartu.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry; Estonia. Kuckers stage (C₂), Middle-Ordovic. In the kuckersite.

Measurements:

Length of nearly complete zoarium	103 mm.
Width of the base of complete zoarium	2,5 "
" " other parts of zoarium	4—9 "
" " the depressions (no apertures) of zoarium	0,5—1 "
" " " band with zooecial apertures	1 "
In 2 mm. 6—7 zooecial apertures.	

Description: The appearance of this fine specimen is unique. The zoarium is slightly flattened, possibly compressed, and the elevations on the borders are highest. The lower part of the zoarium is broken, but the general shape of the portion left from the end leaves no doubt that it has been pointed (Pl. VII, f. 32). The bands of zooecial apertures on the elevations of the spire (Pl. VII, f. 36) are connected by bands of zooecial apertures in front and on the back of the zoarium. The irregularly scattered ovoidal zooecial apertures (Pl. VII, f. 34) are separated by numerous small angular mesopores. The walls of the zooecial tubes are thin, on the surface of the zoarium they give the appearance of low peristomes. The spaces in the depressions on the sides of the zoarium contain small angular mesopores, often larger than the mesopores in the interzooecial spaces. In small fragments of paratypes, there are in the depressions between the mesopores longitudinal ridges. This feature may be of specific value, but is more probably an individual variation, caused by the arrangement of the mesopores in more regular rows. Near the base the zoarium of the described species is striated (Pl. VII, f. 37). In this portion the zooecial apertures are sparsely distributed.

The vertical section (Pl. VII, f. 33) shows the bending zooecial tubes, which spread from a thread-like axis. In the imma-

ture zone of the zooecial tubes are blunt, often clubshaped, hemisepta. The interzooecial spaces seem to be filled by vesicular tissue, produced by closely and irregularly tabulated mesopores. Very similar is the vertical section (Pl. VII, f. 35) of a paratype, mentioned before.

Comparison of the vertical sections of this species with the vertical section of *Nematotrypa gracilis* Bassler (Early Paleoz., Br. Balt. Prov. p. 165, f. 83 e) leaves no doubt that my species belongs to the named genus. More, there is the external similarity (compare Bassler's figure 83 b, c with my figures 36 on pl. VII).

But there are sufficient strong specific characters for the described specimen as: nonbranching zoarium, arrangement of zooecial apertures, more abruptly bending (internally) zooecial tubes. I have found no pores in the walls of my specimen.

Gen. *Graptodictya* Ulrich.

For Synonyms see *Graptodictya* Ulrich, 1915, R. S. Bassler, Bibliogr. index etc., 92 Bull., U. St. Nat. Mus., p. 567.

Graptodictya bonnemai jaervensis var. n. (Pl. VIII, f. 1—4).

Graptodictya bonnemai Bassler, 1911, Early Paleoz. Bryozoa of the Balt. Prov. 77, Bull., U. S. Nat. Mus., p. 123, pl. 8, f. 3; t. f. 48.

Diagnosis: The bifoliate zoarium, dichotomously branching at irregular intervals has ovoidal zooecial apertures. The pointed ends of the apertures are directed downwards. The zoarial margins are very narrow.

Material: Geol. Mus. Univ. Tartu.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry, Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In the kuckersite.

Measurements:

Length of fragmentary zoarium	2,5 cm.
Width of branches	1,75—2 mm.
Thickness of branches (shorter diameter of cross section)	0,75 mm.
In 2 mm. — longitudinally	5—5,5 zooec. apert.
Transversly in 1 mm.	7 rows of zooec. aper.

Description: The zooecial apertures are distinctly ovoid, directed with the pointed end downwards. The zooecial apertures are quite close to each other, leaving very narrow interspaces (Pl. VIII, f. 2).

Striking is the regularity of the diagonal zooecial rows; each of such diagonal row contains 7—11 zooecia. The margins of the zoarium are very narrow, striated. The vertical section is a typical section of very regular structure, of *Graptodictya bonnemai* (Pl. VIII, f. 4).

Comparison with related species. I have examined a large number of typical *G. bonnemai*, nearly one of the commonest bryozoa in the kuckersite, and found that its zooecial apertures are pointed at both ends, sometimes nearly hexagonal, or if the one end is pointed, it is turned upwards (see Bassler „Early Paleoz. Br. etc.“, Pl. VIII, f. 3).

Graptodictya minima sp. n. (Pl. VIII, f. 5—8).

Diagnosis: The bifoliate minute zoarium dichotomously branching bears on each side 5—6 rows of zooecial apertures. The zoarium branches at moderately long intervals.

Material: Holotype in Geol. Mus. U. Tartu.

Locality and Horizon: Järve and Kukruse, kuckersite quarries, Estonia, Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In kuckersite and marly limestone.

Measurements: Length of zoarial fragments 5—15 mm.
Diameter of zoarium . . . 0,3—0,5 „
In 1 mm. longitudinally . . 4 zooec. apert.

Description: The minute zoarium may easily be taken for a *Nematopora*, but closer study will show that it belongs to the gen. *Graptodictya*. To be sure of this it is only necessary to compare the vert. section of my specimen (Pl. VIII, f. 8) with Bassler's figure (Bassler's „Early Paleoz. Br. of the Balt. Prov.“, p. 123, f. 48 b — right part of the figure).

The surface of the zoarium has 5—6 longitudinally arranged rows of zooecial elliptical apertures, with peristomes. The sharpened ends of the apertures are connected by ridges on the surface and in the interspaces are ridges (Pl. VIII, f. 5). The margins are developed in the zoaria but very narrow (Pl. VIII, f. 6); the shape of the zoarium in transverse section is seen on Pl. VIII, f. 7.

Gen. *Pachydictya* Ulrich.

- Pachydictya* E. O. Ulrich, 1882, Journ. Cinc. Soc. Nat. Hist., vol. V, p. 152.
 „ „ 1890, „Paleoz. Bryozoa“ Geol. Surv. Illinois, vol. VIII, pt. 2.
 „ „ 1915, R. S. Bassler, 92 Bull., U. St. Nat. Mus., p. 928.

Pachydictya irregularis, sp. n. (Pl. VIII, f. 9—15).

Diagnosis: The bifoliate, transversely cut elliptical zoarium has irregularly distributed zooecial apertures on both sides. The transverse and vertical sections are of a typical *Pachydictya*.

Material: G. M. U. Tartu.

Locality and Horizon: Kukruse, Estonia; Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In the kuckersite.

Measurements:

Width of fragmentary zoarial branches 2,5—3 mm.

In 2 mm. longitudinally 5—6 zooec. apertures.

Description: The fragmentary zoarium is figured on Pl. VIII, f. 9. From one of the branches springs off a young branch. This branch (Pl. VIII, f. 13), enlarged, is grooved. In the grooves are elliptical zooecial apertures in longitudinal rows. Between the grooves on the elevations are often some apertures. On the mature zone (Pl. VIII, f. 10) we see the zooecial apertures distributed irregularly on the surface of the zoarium. A few of the apertures are very close to the margin of the zoarium. The shape of the zooecial apertures has become nearly circular, with a slightly elevated peristome. The interspaces are finely punctured.

The transverse section is with a median lamina, the tubules in this lamina are not visible (Pl. VIII, f. 11).

A vertical thin section (Pl. VIII, f. 15) shows fine pores in the walls of the zooecia. The structure of walls is laminated, composed of horizontal laminae.

Pl. VIII, f. 14 tang. thin section shows the zooecial apertures more elliptical shaped, with walls and the pores.

By the irregularly disposed zooecial apertures this species differs from all other species of *Pachydictya* in Estonia.

Most related to this species is *Pachydictya kuckersensis* Bekker (see H. Bekker²⁹, pt. I, p. 329, pl. VII, f. 1—6). It differs from *P. kuckersensis* by its irregularly scattered zooecial apertures; by zooecial apertures which are often on the margins.

The surface of the described species is similar to *Euspilopora* ? *barrisi* Ulrich¹², but the internal structure differs.

Brachiopoda.Gen. *Lingula* Bruguière.*Lingula ovata* M'Coy.*Lingula ovata* M'Coy, 1864—5, Davidson, Brit. Foss. Brachiop., p. 38, pl. 11, f. 19—23.*Material*: 1 Spec. in Geol. Mus. Univ. Tartu.*Locality and Horizon*: Järve, kuckersite quarry, Estonia. Kukers stage (C₂). M.-Ordovic. In marly-limestone.Gen. *Pholidops* Hall.*Hall and Clarke*, 1892, Paleontol., Geol. Surv. of New-York, vol. VIII, pt. I, p. 155.*Pholidops infrasilurica* Huene (Pl. II, f. 1—3).*Pholidops infrasilurica* Huene, 1899, Verh. d. russ. K. Mineral-Gesellschaft St. Petersburg., II. Ser., 36. Bd., p. 268, pl. II (X), f. 18 a, b.*Material*: Geol. Mus. Univ. Tartu.*Locality and Horizon*: Järve, kuckersite quarry. Kukers stage (C₂). Fairly abundant in kuckersite. M.-Ordovic.

	Dors. v.	Ventr. v.
<i>Measurements</i> : Length . . .	2,25 mm.	(fragm.)
Width . . .	1,5 „	1,5 mm.

Description: The specimens which I referred to this species agree nearly with the descriptions and figures of v. Huene, except the position of the posterior adductor scars of dorsal valve, which in my specimens are not so high up in the apical cavity as figured by Huene. Further, in my specimens (Pl. II, f. 2) the elongate median scars separate also the posterior adductors, which Huene has found close together.The *ventral* valve is almost as figured by Huene (Pl. II, f. 3). In my specimen the muscular area is more angular. The anterior adductors are confused, clearly marked are the posterior adductors, but of different shape from those figured by Huene.*Pholidops estona* sp. n. (Pl. II, f. 4, 5).*Diagnosis*: Muscular area rounded quadrangular. The scars elongated elliptical. From the united ends of the anterior adductors proceeds a short rostellum.

Material: Geol. Mus. Univ. Tartu.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry, Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In the kuckersite; well preserved specimens rare.

	Dors. v.	Ventr. v.
<i>Measurements</i> : Length . . .	2,25 mm.	2,25 mm.
Width . . .	1,3 „	1,3 „

Description: The muscular area of *ventral* valve (Pl. II, f. 4) is rounded quadrangular. The posterior adductor scars are elongated elliptical. The central adductors are not developed, or more probably not preserved. The anterior adductors have left an elongated mark with uniting ends in the centre of the valve; from the united ends a short rostellum is directed towards the anterior end. Near the anterior end we find a central mark: two rib like processes, of obscure meaning.

The *dorsal* valve shows a tendency (Pl. II, f. 5) for the anterior and posterior adductor scars to become separate; the continuous band, slightly or more abruptly bent, which unites the mentioned scars, loses here its continuous character. The muscular area is less sharply defined. The elliptical marks of anterior adductors stand separated nearly in the centre of the valve. The posterior adductor scars are visible as elongated, club shaped marks above the anterior adductors. The elongate median scars are not preserved or are wanting.

The valves in the kuckersite specimen were close together, as figured for *Ph. elegans* (Pl. II, f. 8); this is often the only more or less sure indication that the unarticulate valves belong to the same species.

Pholidops elegans sp. n. (Pl. II, f. 6—9).

Diagnosis: Valves with slender apical portion. Large anterior adductors of dorsal valve united with the small posterior adductors by slightly curved parietal bands.

Material: Geol. Mus. Univ. Tartu.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry, Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In the kuckersite.

	Dors. v. (f. 6)	Dors. v. (f. 8)	Ventr. v. (fragm.)
<i>Measurements</i> : Length	3 mm.	1 mm.	—
Width	2 „	0,5 „	1,5 mm.

Description: The *dorsal* valve (Pl. II, f. 7, 8) shows in the apical cavity two closely opposed posterior adductor scars, which

are united by two fine bands (parietal?) with the larger anterior adductors, nearly in the middle of the valve. The elongated median scar we see in the smaller specimen (Pl. II, f. 8).

The exterior of the valve is concentrically striated; at the apex the striae or growth lines are naturally more crowded (Pl. II, f. 6). The posterior end of the valve is more or less sharply pointed, the apical angle is 50—55°.

The supposed *ventral* valve (Pl. II, f. 9) shows in the muscular area a rhomboidal mark, bordered by the parietal band; $\frac{1}{3}$ of shell length from the beak are the anterior adductor scars, from these two bands proceed to the beak and may touch in the apical cavity the posterior adductor scars, these are not preserved in the specimen.

The interior of dorsal valve is similar to that of *P. infra-silurica*, but the slender shape differs considerably.

Pholidops obtusa sp. n. (Pl. II, f. 10, 11).

Diagnosis: Apex of valves obtuse, broadly trapezoidal. Rostrum of ventral valve comparatively strong.

Material: Holotype in Geol. Mus. Univ. Tartu.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry, Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In the kuckersite.

	Dors. v.	Ventr. v.
<i>Measurements</i> : Length . . .	2 mm.	2,25 mm.
Width . . .	1,5 „	1,75 „

Description: *Ventral valve* (Pl. II, f. 10). Shell ellipsoidal, beak very obtuse, broad, with rounded edges. The central adductor scars must have been strong; they have left in the centre of the valve two deep circular depressions. The posterior scars are not preserved in the described specimen. From the central marks proceed towards the beak, two slightly curved bands (parietal), broader just above the central scars and with small depressions there; these are possibly marks of the anterior adductors. Below the central adductor scars is a comparatively strong rostrum.

Dorsal valve (supposed). Shell ellipsoidal, beak broad, lower than the beak of the ventral valve. The anterior and posterior adductor scars are connected by a band as in *Ph. elegans*, only the scar marks are smaller. The mark of the linear median scar proceeds from the centre of the valve nearly to the border

of the beak; anteriorly this mark does not traverse the elevated strong anterior margin of the muscular area.

Pholidops curvata sp. n. (Pl. II, f. 12, 13).

Diagnosis: Upper margin of central border, below the beak curved. Besides 2 pairs of anterior and posterior adductor scars, there are marks of central adductors.

Material: Holotype in Geol. Mus. Univ. Tartu.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry, Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In kuckersite.

	Dors. v.	Ventr. v.
<i>Measurements</i> : Length . . .	2,3 mm.	2,25 mm.
Width	1,5 „	1,5 „

Description: *Ventral valve* (Pl. II, f. 12). Shell ellipsoidal; beak broadly triangular. The contact border below the beak slightly curved towards the anterior end. Nearly about the middle of the valve are two central adductors. The posterior adductor scars are in the apical cavity below the contact border. Between these scars, in the middle of the connecting band are 2 marks, possibly the anterior adductors. The anterior parietal scar connects the central scar, with a curve towards the anterior end. Outside the muscular area, in the anterior part of the valve, are concentric striae, indicating, that the valve is externally striated. The concentric striae are crossed by a few coarser radial striae (palleal marks?).

Dorsal valve (Pl. II, f. 13). The central border below the beak is curved similar to the opposite valve. There seems to be a pedicle furrow (also in the opposite valve), but it is really a shell fissure. The anterior and central scars are widely divergent, from the anterior scars two bands proceed towards the apical cavity where the posterior scars are not visible. Between the central scars are two elongated median scars.

Gen. *Pseudopholidops* Gen. n.

Genotype: *Pseudopholidops scutellata* sp. n.

Diagnosis: The valves generally of the shape and size of *Pholidops*: ellipsoidal, with a terminal sharpened or obtuse beak. In dorsal valves occurs a pair of muscular scars, the obliqui interni, as in *Pseudocrania*. The muscular scars are usually

separated. There is no strongly limited muscular area, as often in *Pholidops*.

Pseudopholidops scutellata sp. n. (Pl. II, f. 14, 15).

Diagnosis: Valves ellipsoidal, obtuse beak. Muscular marks separated. Single and double growth lines on surface alternate.

Material: Holotype in Geol. Mus. Univ. Tartu.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry, Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In the kuckersite.

	Dors. v.	Ventr. v.
<i>Measurements</i> : Length . . .	3 mm.	—
Width . . .	2 „	—

Description: *Dorsal valve*: Shell most convex near the apex. Beak terminal, trapezoidal. The border of contact is strongly developed posteriorly in the apical region. Towards front of the shell it gently slopes and disappears in the anterior part of valve. Outlines of valve ellipsoidal, beak obtuse.

The surface is marked by concentric striae (Pl. II, f. 15) in this order: a slightly elevated growth line (or stria) is followed by a smooth (but seen under microscope it is minutely striated) interspace, then a double growth line, again the smooth interspace followed by single growth line etc. The surface is as seen different from the surface of *Pholidops*.

The interior shows separated muscle scars; there is no connecting parietal band as in *Pholidops*. The anterior adductor scars are nearly in centre of the shell; they are separated by elongated median scars. The posterior adductors are in the apical cavity below the beak. Between these scars is a heartshaped callosity (as in some species of *Obolus*) and just above the ant. add. scars a pair of strong marks, possibly marks of *obliqui interni* (on fig. 14, Pl. II o. i.) as in *Pseudocrania antiquissima* Eichw. (See v. Huene, op. 1), pushed only in the described species more to the centre of valve. Between the post. adductors in the centre is a small mark possibly the mesenteric, as in *Pseudocrania divaricata* (See: Davidson, op. 2).

Ventral valve unknown.

Pseudopholidops complicata sp. n. (Pl. II, f. 16, 17).

Diagnosis: Valves elliptical, more or less acuminate beaks. Ventral valve with triangular muscular area. Anterior adduc-

tors elongated; contact border encircles the valves. Muscular scars in dorsal valve separated.

Material: Geol. Mus. Univ. Tartu.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry, Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In kuckersite.

	Dors. v.	1. specim.	2. specim.
<i>Measurements</i> : Length . . .	2 mm.	3 mm.	2 mm.
Width . . .	1,3 „	1,75 „	1 „

Description: *Ventral valve* (Pl. II, f. 16): The interior is marked by a triangular muscular area. Anterior adductors of elongated shape, nearly in centre of valve. Posterior adductors in the apical cavity near the contact borders, which here encircle the valve. Just below the beak, from the apical cavity proceeds to the anterior end a divergent then uniting mark of obscure meaning. *Dorsal valve* (supposed) (Pl. II, f. 17) has anterior adductors nearly in centre of valve. The separated posterior adductors are clubshaped turned with the finer ends to the beak. From a median callosity just below the anterior adductors two bands proceed towards anterior end and nearly reach the contact border. These are possibly traces of pallial sinuses.

Pseudopholidops pseudocranoides sp. n. (Pl. II, f. 18).

Diagnosis: Valves elliptical. Contact border very narrow. Anterior adductors separated by upper part of rostrum.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry, Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In kuckersite.

	Fragm. dors. v.
<i>Measurements</i> : Length . . .	2 mm.
Width . . .	1 „

Description: The ellipsoidal *dorsal valve* has a marginal beak. The contact border is very narrow and anteriorly not expressed.

The anterior adductors, nearly in middle of the valve, are separated by upper part of rostrum; just on the end of this rostral process are two scars, possibly *obliqui interni*.

In the apical region are faint marks of posterior adductors. For the general resemblance of the arrangement of muscular scars with *Pseudocrania divaricata* Davidson (see: Davidson, op. 2) is given expression in the trivial name.

Gen. *Orthis* Dalman (s. str.).*Orthis* sp. (Pl. II, f. 19—25).*Material*: Geol. Mus. Univ. Tartu.*Locality and Horizon*: Järve, kuckersite quarry, Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In kuckersite.

	Dors. v.	Ventr. v.
<i>Measurements</i> : Length . . .	8 mm.	13 (?) mm.
Width . . .	13 „	24 „

Description: *Dorsal valve* (Pl. II, f. 19—21). Valve convex. Near the apex convexity strongest. Widest at the slightly curved hinge line. The area very narrow and covers only about $\frac{1}{3}$ of width of shell (Pl. II, f. 19, 21). The delthyrium obscured by the median callosity between the strong crural plates (Pl. II, f. 21). This callosity extends like a process over the cardinal area (Pl. II, f. 20). It seems to fit in the delthyrium of ventral valve. No muscle marks are visible below the crural plates.

The surface of one remarkably well preserved fragmentary specimen (Pl. II, f. 20, 24) shows on the apex of the valve the protegulum, which has the shape of a broad Obolus and is concentrically striated like many of the *Atremata*. Further down begin radial corrugations and then strong rounded ribs, crossed transversely by continuous growth lines.

Ventral valve (fragment) (Pl. II, f. 22, 23). There is a half from the similarly convex ventral valve. The hinge line is more or less straight. The cardinal angle of the valve is worn. The apex is slightly curved and higher than the apex of the opposite valve. Below the apex is a triangular slightly concave, primitive area. The delthyrium is possibly elongated (judging from the callosity of opposite valve) like an split. The tooth is trilobed and is supported by an outgrowth of the inner shell layer; this supporting lamina slightly curved, extends nearly to one third of length of valve towards anterior margin of the valve.

Relations: The described specimen resembles slightly the gen. *Plectorthis* Hall, but it seems to belong to a more primitive group as the primitive area shows.

I could not find relatives from the *Eoorthis* and *Protorthis* of Walcott.

Gen. *Platystrophia* King.*Platystrophia lynx* Eichw.

Material: 3 specimens in authors collection. Geol. Mus. Univ. Tartu.

Locality and Horizon: Ülemiste, nr. Tallinn (Reval), Jõhvi, Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In marly limestone.

Gen. *Plectambonites* Pander.

Plectambonites schmidti Törnquist, var. *leptelloides*, n. var. (Pl. III, f. 16; Pl. IV, f. 12; Pl. V, f. 9—13).

Diagnosis: The valves concavo convex, the lateral angles auriculate. Outlines of margins rounded triangular. The line from beak about the highest portion of the valve towards anterior margin is hemisphaerical. Widest near the straight or slightly incurved hinge line. Beak incurved. The triangular delthyrium covered by the cardinal process of dorsal valve. The surface transversely striated with stronger ribs at intervals of 1 mm. average. Between two coarser ribs are 9—15 finer, sometimes less than 9. Irregular concentric growth lines are visible specially in anterior part of valves. Very faint concentric wrinkles are often present anteriorly.

Material: Geol. Mus. Univ. Tartu authors collection; Imper. College, London.

Locality and Horizon: Järve, Kukruse; in kuckersite quarries, Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. Abundant in kuckersite.

Specim. on Pl. V, f. 9, 10

<i>Measurements</i> : Width at hinge line	11 mm.
Greatest width	13 „
Length	10,5 „
Height	6 „
Thickness	3 „

Description: The area of the *ventral* valve is slightly concave (Pl. V, f. 11); the edges of valve rounded, often slightly auriculate. The incurved beak proceeds 0,5—1 mm. above the area. The triangular delthyrium is 1,5 mm. wide. On angles of the area and delthyrium are small prominent hinge teeth (Pl. IV, f. 12; Pl. V, f. 11).

They are supported by spondylial-like lamellae which enclose the muscular area. These lamellae or dental plates with a curvature to the sides proceed to one third of length anteriorly, then they turn up, become united, then diverging, they enclose the area of adductors. From the muscular area enclosed by the outer lamella, radiate fine striae, often strongly expressed.

The greatest width of valve is 1—2 mm. from area towards anterior margin. The valve is highest nearly in its middle portion. In a great number of specimens the interior of ventral valves is found as figured on Pl. V, f. 11. I found a valve with much more elongated muscular area, figured on Pl. V, f. 11 a.

Dorsal valve is concave, with a straight or slightly curved linear hinge line. The cardinal process is broad, triangular, slightly contracted about the hinge line, proceeding towards the anterior margin of the visceral field. The muscular area is not clearly expressed. A prominent feature are the broad, flabellate, strongly elevated on the valve, visceral fields. On the visceral fields are fine striae. To the sides of the cardinal process are well developed dental sockets (Pl. V, f. 11 b).

Of interest is the resemblance of the visceral area of dorsal valve with that of *Leptella sordida* Billings (Hall and Clarke, op. 3).

Plectambonites sericea (Sowerby) (Pl. III, f. 21).

Plectambonites sericea (Sowerby), 1892, Hall and Clarke, Brachiop. pl. XV, f. 25—29.

Material: Geol. Mus. Univ. Tartu.

Locality and Horizon: Järve; Kukruse, kuckersite quarry, Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In kuckersite and marly limestone. The commonest of brachiopods in C₂.

Plectambonites quinquecostata M'Coy (Pl. III, f. 14, 15).

Leptaena quinquecostata M'Coy, Davidson, 1864—65, Fossil-Brachiop., p. 322.

Plectambonites quinquecostata M'Coy, O. Holtedahl, 1916, The Strophomenidae of the Kristiana Region, p. 78, p. XV, f. 9.

Material: Geol. Mus. Univ. Tartu.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry, Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In kuckersite; not very common.

Plectambonites convexa Pander (Pl. I, f. 16).

Plectambonites convexa Pander, 1830, Beitr. zur Geogn. Russl., p. 91, pl. 19, f. 5.
Leptaena convexa Gagel, 1890, Brachiop. d. cambr. und silurischen Geschichte
 im Diluv. Ost- u. Westpr., p. 49, pl. III, f. 24.

Plectamb. convexa Pander, 1915, O. Holtedahl, The Strophom. of the Krist.
 Reg., M. N. Kl. N. 12, p. 78, pl. XIV, f. 9.

Material: 2 specim., authors collection, Geol. Mus. Univ. Tartu.

Locality and Horizon: Ülemiste, near Reval; Kuckers stage (C₂).

Measurements:

	Ventr. v.
--	-----------

Width	10 mm.
-----------------	--------

Length	8 "
------------------	-----

Height	4.5 "
------------------	-------

Description: This species from the Kuckers stage near Tallinn (Reval) has nearly rhomboidal outlines; lateral slopes of the convex ventral valve are considerably abrupt. On the preserved portion of surface, on lateral slopes, are seen between 2 stronger striae 5—7 finer striae which are shallowly pitted.

Interior of valve not exposed.

This species closely resembles the species figured by Holtedahl. Closely related to the small forms of *P. schmidti* var. *leptelloides* (abundant in the Kuckers stage), it differs by its more pointed, rounded triangular, apical portion.

Gen. *Leptaena* Dalman.*Leptaena rhomboidalis* Wilckens (Pl. IV, f. 9).

Leptaena rhomboidalis Wilckens, Hall and Clarke, 1892, Geol. Sur. New-York, Paleontol., vol. VIII, p. 676, pl. VIII, f. 17—31.

Leptaena rhomboidalis Wilckens, O. Holtedahl, 1915, The Strophom. of the Krist. Region, M. N. Kl. N. 12, p. 69, pl. XII, f. 1—12.

Synonyms see:

Strophomena rhomboidalis (Wilck.), Davidson, Brit. Sil. Brachiop., p. 281.

Leptaena rhomboidalis (Wilck.), Schuchert, Synopsis of American Fossil Brachiop., p. 240.

Material: 2 valves (dors. and ventr.) in authors collection, Geol. Mus. Univ. Tartu.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry, Estonia. In uppermost marly-limestone. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic.

Measurements:

	Dorsal v.	Ventr. v.
--	-----------	-----------

Width	19.5 mm.	21 mm.
-----------------	----------	--------

Length	13.5 "	13 "
------------------	--------	------

Description: The convex *ventral* valve is posteriorly flattened-convex, bent anteriorly at one third of length from hinge. Corrugations strongly developed. The muscular field is bordered by a lamella, the width of which is more than its length (Pl. IV, f. 9).

The *dorsal* valve shows the exterior. The corrugations are most strong in the middle portion of valve. The surface striae are nearly of uniform size. In posterior portion are some striae stronger with 2—3 finer intercalated.

Relation: The described specimens correspond nearly in size and externally with the specimen from stage 4 of Kristiania Region figured on pl. XII, f. 8 by Holtedahl (see Holtedahl, referred above). Compare also with Hall's figure of a ventral valve (op. 3, pl. VIII, f. 25).

Leptaena estonensis sp. n.

(Pl. I, f. 7, 8; Pl. III, f. 17; Pl. IV, f. 8 and 10).

Diagnosis: Valves normally concavo-convex. The size large. Hinge line nearly straight. Area of the ventral and dorsal valves well developed. Hinge teeth strong, supported by elevated lamellae, which limite laterally the muscular area. More or less continuous corrugations are developed in posterior portion and especially on the lateral borders of the valves.

Material: 3 ventr. v. (exterior), 2 fragm. ventr. v. (interior), 2 dorsal valves (interior) in authors collection; Geol. Mus. Univ. Tartu.

Measurements:

	Ventr. v. (exterior)	Ventr. v. (exter.)	Fragm. ventr. v. (inter.)	Dors. v. (inter.)
Width . .	55 mm.	42.5 mm.	48 mm.	55 mm.
Length . .	40 "	39 "	39 "	39 "

Locality and Horizon: Järve, Kukruse; kuckersite quarries; Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In uppermost marly-limestone and kuckersite.

Description: The material is in the kuckersite usually broken; it is better preserved in the marly-limestone. The shells have been very thin and fragile.

Ventral valve: The posterior portion is nearly flat, slightly raised in apical region. Nearly at one third of length of valve from the anterior end it bends at an angle of 100°—130°. The flat posterior portion shows more or less concentric corrugations, in apical region only very faintly marked. (Pl. IV, f. 10).

The surface is marked by strong striae, which are crossed by fine growth lines. Towards apical region and posterior portion of lateral borders striation is nearly uniform, in 1 mm. there are 4 striae. At anterior end a number of striae becomes much stronger; they stand at 1 mm. or a little more from each other; between stronger striae are intercalated, in middle of anterior end of valve, 7—14 finer. Towards lateral borders the stronger striae may stand from each other 1.5—2 mm. with 6—9 intercalated finer striae.

Dorsal valve: A dorsal valve shows the bifid cardinal process and the straight narrow area. The muscular area is posteriorly limited by a slightly raised lamella. In the central portion of the muscular field a thin septum-like ridge extends over half the length of the valve. The adductors show fine borders. In the middle portion of the central disc the continuity of some of the corrugations is interrupted (Pl. III, f. 17).

So far as external features go, this species appears to be closely related to *Strophomena schmidti*, Gagel, of which the interior has not been described; but the outlines of this species is nearly hemisphaerical, while *L. estonensis* shows more or less triangular outlines.

In internal structure it shows relations to *Leptaena rhomboidalis*. The muscular field of the ventral valve is bordered as in latter species, by an elevated margin; the area is also high, at the deltidial opening 3.5 mm. and with longitudinal striae (Pl. I, f. 8). It differs in having not so strong corrugations and by its geniculation.

As a relative may be regarded *L. kjerulfi* Holtedahl (see op. 4) from stage 4b β , of Gaasø, Baerum, Snarøund, South of Volden, Asker. But the corrugation of the Kuckers species is less sharply developed while its geniculation is more sharp, than that of *L. kjerulfi*.

Gen. *Rafinesquina* Hall and Clarke.

Rafinesquina imbrex (Pander), new descr.

Plectambonites imbrex Pander, 1830, „Beitr. z. geogn. russ. R. St. Petersb.“ p. 91, pl. XIX, f. 12.

Leptaena imbrex Pander, 1846, S. Kutorga, Dritter Beitr. zur Paleont. Russlands, Aus den Verhandl. d. Mineral. Ges. zu St. Petersb. für d. J. 1845—46, besond. abgedr., p. 32, pl. V, f. 3.

Pander's original description: „Dieselbe äussere Gestalt wie bei den vorigen (*Pl. triangularis*: die Wölbung der oberen Schale so stark, dass sie gleichsam einen Winkel bildet, unter Schale fast ebenso concav.), nur herrscht der Längendurchmesser sehr vor“.

Material: Geol. Mus. Univ. Tartu.

Locality and Horizon: Järve, Kukruse, kuckersite quarries; Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In kuckersite and marly-limestone.

<i>Measurements</i> :	f. 2 on Pl. V.	f. 3 on Pl. V.
Length	11,5 mm.	14 mm.
Height	6,5 „	9 „
Width (middle valve)	13 „	15,5 „
„ at hinge line	11 „	13,5 „

Description: Valves concavo-convex. Outlines of the convex ventral valve rounded quadrangular. Widest (Pl. III, f. 4) and highest in middle of the length. Area narrow, nearly straight. Laterally the valve is slightly auriculate. The delthyrium is triangular, very broad. The surface of valves is finely ribbed. Between 2 stronger are usually 1—3 finer. All these ribs are crossed by close transverse striae. Strong irregular concentric growth lines are seen in the anterior portion of the valve. Profile of valve shows that the highest portion of valve is nearly in the middle of its length (Pl. V, f. 3a). Hinge teeth are developed.

Interior: From the apical cavity a septum-like process proceeds to the end of the outer muscular area. It is enclosed in its upper portion by two incurved marks, which enclose the elliptical area of adductor scars. The septum in the middle of this area shows often a small tubercle (Pl. V, f. 2, 3, Pl. III, f. 2, 3). The area of the two diductor scars is broad, flabellate (Pl. V, f. 2) marked often by strong radiating ribs (Pl. III, f. 2, 3).

On the interior of the concave dorsal valve (Pl. III, f. 1) are the elevated laminae (2 pairs) for attachment of the adductors, characteristic of the globose *Rafinesquinae*.

Rafinesquina dorsata, sp. n. (Pl. III, f. 9—13, Pl. V, f. 4—8).

Diagnosis: Valves concavo-convex. The outlines of margins rounded-trapezoidal. The convex ventral valve is highest nearly above the hinge line. From the little incurved beak the valve

reaches its greatest height nearly in a straight line, slightly curved in upper part, then it slopes, more or less gently to the rounded anterior margin. The cardinal area is nearly straight. Delthyrium comparatively broad, triangular. It is closed by a deltidium, in shells with both valves. Widest near the anterior margin. Surface of the type of *R. imbrex*. Concentric growth lines very strong.

Material: Geol. Mus. Univ. Tartu: 2 ventr. (inter.); 1 dors. v. (inter.); 2 with both valves. 1 paratype in Imperial College of Science and Technology, London.

Locality and Horizon: Kukruse, Järve, in kuckersite quarries, Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In marly-limestone and kuckersite.

<i>Measurements</i> :	specim. Pl. V, f. 4, 5.	specim. Pl. V, f. 6.
Length	10,5 mm.	11 mm.
Height	8 "	9 "
Width on area	10 "	11 "
Greatest width	13 "	14 "

Description: *Ventral valve* (Pl. III, f. 11, 13): The septum as in preceding species, bears just below the beak in the apical cavity an ovoid callosity (Pl. V, f. 6). Just below it is the elliptical area of adductor scars much smaller than that of *Pl. imbrex*. The broad flabellate diductor scars are less clearly lined than in *Pl. imbrex*. This region is broader than in the preceding species.

The relation of the dorsal valve to the ventral is shown on the profile (Pl. V, f. 8).

Both valves are usually found together or only the ventral valves. Single dorsal valves are very rare in the kuckersite and marly limestone. By heating one specimen I was able to remove the ventral valve and got the well preserved details of the dorsal valve (Pl. III. f. 9, Pl. V, f. 6a-b).

On pl. III, f. 10 is a well preserved dorsal valve found in marly-limestone from Järve quarry.

The *dorsal valve* is most concave (in relation to ventral valve) $\frac{1}{5}$ of length from anterior end of valve. It has a cardinal process which above the hinge line is bilobed, from it proceeds towards the anterior end an elevated septum-like process, sharpened anteriorly (Pl. III, f. 9), possibly for attachment of diductor scars. On the better preserved specimen the septal process is shorter and incurved anteriorly. (Pl. III, f. 10). On

the broad, nearly flat area between the central elevation and the sloping borders are two pairs of strong ridge-like elevations or plates for attachment of strong adductor scars.

Rafinesquina jaervensis, sp. n. (Pl. I, f. 23, Pl. III, f. 5—8).

Diagnosis: Valves concavo-convex, dorso-ventrally. Widest on hinge line. Valves as wide as long.

Material: Holotype: Geol. Mus. Univ. Tartu. Authors collection. 9 specimens (2 dors. v. inter., 5 ventr. v. inter., 2 with both valves).

Locality and Horizon: Vanamõisa, Järve, Kukruse; kuckersite quarries; Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In the kuckersite.

<i>Measurements</i> :	Dors. v. (Pl. III, f. 6)	Ventr. v. (Pl. III, f. 5)	smaller specim.
Width at hinge:	9 mm.	9 "	8 "
" in middle of valve	8 "	8,5 "	7 "
Length	8 "	9 "	8 "
Height of the curve	2,5 "	5,5 "	2,5 "
Distance of curve from area	6,5 "	6 "	4 "

Description: *Ventral* valve (Pl. III, f. 5, 7, 8) is highest $\frac{1}{3}$ of its length from anterior end. The posterior slope is very gentle and almost flat (Pl. III, f. 8); the anterior slope is slightly convex and more abrupt. The interior is like the interior of *R. imbrex* (Pl. III, f. 5). The surface is ribbed; between stronger ribs are usually 3—4 finer. All ribs are crossed by fine concentric lines.

The *dorsal* valve (found separately in kuckersite, as an extreme rarity) is very well preserved. (Pl. III, f. 6). The cardinal process is bilobed. (Pl. I, f. 23). The lobes broad, quadrangular. The elevation for diductor scars (medial septum-like process) is separated into two parts. The lamellae for attachment of strong adductor scars are in 2 pairs at the sides of the median elevation. The larger lamella has posteriorly a gentle slope, anteriorly the slope is more abrupt and the lamella bends with a curve outwards to the lateral borders of the valve. This abrupt curvature of the anterior adductor lamellae marks the dorsal valve of this species from the very similar dorsal valve of *R. dorsata*, where the curvature is very gentle.

Gen. *Strophomena* Blainville.*Strophomena* cf. *corrugatella* Davidson.

Strophomena corrugatella Davidson, 1866—71, Brit. Sil. Brachiop. p. VII, p. 301, pl. 41, f. 8—14.

" " " 1882—84, Brit. Foss. Brachiop. Sil. Supplem vol. V, p. 192, pl. 15, f. 23—26.

Rafinesquina cf. *corrugatella* Dav., 1916, O. Holtedahl „The Strophom. of the Kristiana Region“, p. 29, pl. 9, f. 7.

Material: Geol. Mus. University Tartu.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry. Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In oil shale.

Measurements:

Width . . . 26 mm. 27 mm. 24 mm.

Length . . . 15 „ 15,5 „ 11 „

Description: The estonian specimens have 10—12 stronger ribs, with 10—20 intercalated finer striae. The stronger ribs stand usually 2—3 mm. from each other. After Davidson (see Davidson, Brit. Sil. Br., part. VII, p. 302) „to the more closely striated and corrugated varieties (f. 8) Portlock give the name of *corrugata*; and M'Coy that of *undulata* to those specimens in which the ribs are fewer in number and the interspaces consequently wider (f. 14). These extremes are, however, intimately connected by examples possessing every intermediate characters“.

The *ventral* valves of the estonian specimens from Kuckers stage are slightly concave; the greatest width of valves is at the straight hinge line. The lower end is slightly sharper pointed than in the British specimens; in the cardinal edges are strongly marked wrinkles as in the British specimens (Davidson, Suppl. Brit. Foss. Brachiop., vol. V, p. 192, pl. XV, f. 25). The cardinal edges are sharper than in the British specimens.

The British specimens are from: Woodland point, M. Llandovery at Drummock, in the upper Caradoc etc.

Occurrence in Kristiana Region: 5 a, Stavnaestangen, Ringesrike, 5 a Herø, Skien — Langesund Distr.

Strophomena asmussi Vern.

Strophomena asmussi Vern. 1916, O. Holtedahl, The Strophom. of the Kristiana Region, p. 51, pl. VIII, 1—3.

Occurrence in Kristiana Region: 4 b (transition 4 b α —4 b β) Bratterud, Ringerike.

Material: 2 ventral valves (interior), in authors collection, Geol. Mus. Univ. Tartu.

Locality and Horizon in Estonia: Järve, kuckersite quarry. Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In marly-limestone.

Measurements:

	<i>Kristiania specimens</i>				<i>Estonia specimens</i>	
Width	27 mm.	31 mm.	39 mm.	43 mm.	31 mm.	29 mm.
Length	18 "	21 "	23 "	25 "	20.5 "	20.5 "

Undetermined Brachiopod of the *Strophomenacea*.

(Pl. I, f. 13, 14. Pl. IV, f. 13).

Material: 1 fragmentary ventral valve (interior), 1 nearly complete ventr. valve (exterior), 1 dorsal valve (exterior).

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry. Estonia. In kuckersite. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic.

Measurements:

	Ventr. v.	Dorsal v.
Width . . .	24.5 mm.	20 mm.
Length . . .	21 "	16 "
Height . . .	5.5 "	

Description: Valves, respectively dorsal and ventral, concavo-convex. Cardinal area straight, well developed. Muscular area of the uniformly convex *ventral* valve comparatively small, below the umbonal region. The teeth are supported by dental lamellae which encircle the muscular area and proceed with a curvature anteriorly (Pl. IV, f. 13); in anterior portion of muscular area between these lamellae is a short prominent septum, which divides and encircles two large pallial fields; in these pallial regions are ridge-like shell callosities, often more or less sub-parallel.

The *dorsal* valve is concave. Its interior not exposed.

The surface (ventr. v., pl. I, f. 14) of valves striated by double ribs, 1—1.5 mm. apart, with 4—8 finer striae between; the spaces between finer striae bear shallow pits. On worn portions of surface are shallow pits disposed in longitudinal rows. The shell structure is fibrous.

Remarkable for this specimen are the pallial fields with shell callosities of ventral valve, encircled by the laminae. By these peculiarities this species resembles *Davidsonia* (Hall and Clarke, op. 4, p. 301, pl. XV^A, f. 33). The described species is not

attached, as *Davidsonia*, not plano-convex, the dental lamellae are not obscure, the callosities are not grooved by spiral furrows as in *Davidsonia*.

Gen. *Porambonites* Pander.

Porambonites kuckersensis sp. n.

(Pl. I, f. 21, 22; Pl. IV, f. 7; Pl. V, f. 21).

Diagnosis: The convex dorsal and ventral valves respectively with a fold and a sinus. Outline of the flattened (as found usually in kuckersite beds) valves more or less circular. Delthyrium elongated triangular, narrow, crenulated. The surface is striated and bears shallow pits.

Material: Authors collection in Geol. Mus. Univ. Tartu.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry, Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In kuckersite and marly-limestone.

<i>Measurements</i> :	Flattened specimens		Dorsal valve in
	On pl. III, f. 4	On pl. III, f. 5.	marly-limest.
Width . .	57 m.	42 m.	42 m.
Length. .	50 "	38.5 "	42 "

Description: *Dorsal valve*: (Pl. IV, f. 7). The fold is anteriorly very wide. The lip of the fold does not hang over the ventral valve as seen often in other sp. of *Porambonites*. Outlines of valve posteriorly rounded triangular. The transversely striated area is a little higher and less wide than that of ventral valve. The surface is striated. In 1 mm. are 2—3 striae. In the furrows between the striae, especially in the anterior portion of valve, are oblique shallow pits, which in the anterior region gives a zig-zag line appearance to the striae.

Ventral valve: Outlines of flattened valves more or less circular. The area of the same valve (Pl. I, f. 22) is 2 mm. high, 6 mm. long. It begins not from top of the delthyrium, but a little lower. The interior of the ventral valve (Pl. I, f. 21) has two dental lamellae, which support 2 not very strong hinge teeth. From these lamellae proceed two submedian septa, which anteriorly are only slightly elevated; their length is 23 mm. At a distance of about 17 mm. they curve towards each other only 1 mm. apart, when they bend abruptly and continue in a sub-parallel course as faintly marked lines to a distance $\frac{3}{4}$ the length of the valve towards the anterior border.

Between the dental lamellae or spondylia are strongly and

well marked scars of two adductors — posteriorly, and 2 diductors — anteriorly.

Related undoubtedly to the described species is *Porambonites schmidti* Noetling, Pl. IV, f. 3, 4 (see op. 5). But the differences are marked enough for the described species as the long crenulated area, the width of the fold, surface striated and with only shallow pits, not the characteristic deep pits or punctures of *P. aequirostris*, *P. schmidti*, the remarkable bending of the median septa in the ventral valve of the described species. *Porambonites schmidti* occurs in the *Jewe* stage (D₁) and gives rise in the Lyckholm stage (F₁) to the large *Porambonites gigas* Schmidt.

Noetling says (*op. cit.* 5, p. 380):

„Die andere breite Reihe beginnt etwas später mit einer noch unbekanntem Art des Echinospaeritenkalkes (C₁), setzt sich im höheren Niveau fort, wo sie durch meist noch unbekanntem Arten vertreten ist, und erreicht in F₁, in dem riesigen *P. gigas* das Maximum ihrer Grösse; damit erlischt auch diese Reihe etc.“

It seems obvious that *P. kuckersensis* is one of the large unknown species from C₂.

Porambonites laticaudata sp. n.

(Pl. I, f. 18, 19, 20. Pl. IV, f. 1, 2. Pl. V, f. 22, 23).

Diagnosis: Valves broader than long. Hinge line slightly curved. Delthyrium arched above, broadly triangular. Area elongated triangular to the sides of Delthyrium. The area is laterally slightly sinuated. The surface is marked on the borders (especially distinctly) by fine striae which are anteriorly intercalated. Near the apex and on the flat surface there are oblique elongated pits between the striae.

Material: Holotype in authors collection, Geol. Mus. Univ. Tartu. Fragmentary valves and 1 complete specimen.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry. Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In kuckersite and marly limestone.

<i>Measurements</i> :	Complete specimen	Fragmentary valves
Width	42.5 mm.	40 mm.
Length	38.5 "	
Thickness	29 "	

Description: *Dorsal valve*: This valve is thicker than the opposite valve. Hinge line slightly incurved. The beak is obtu-

sely rounded. The area narrower than that of the opposite valve, it is crenulated. The fold is broader than that of *P. schmidti* from Jewe limestone, but narrower than the fold of *P. kuckersensis* from the same stage. The valve is broadest in middle of its length (Pl. IV, f. 2).

Ventral valve: Sinus of ventral valve correspondingly of the same width as the fold (anteriorly 18 mm.). The beak is slightly sharper than the beak of dorsal valve. As seen on fragmentary valves the delthyrium is arched triangular, the area higher than that of the dorsal valve, crenulated; hinge teeth comparatively strong (Pl. V, f. 22, 23).

Surface of valves striated. In 1 mm. 4—5 striae. The striae are strongest on the fold and in the sinus, anteriorly of valves. The furrows between the striae bear shallow pits. Inter-calculation of striae is characteristic, especially on lateral borders.

Relations: Nearly related with the described species is *Porambonites bröggeri* Lamanski (see: op. 6). The Kuckers species differs by its more acute apical region, the median septa of the ventral valve are longer.

Porambonites baueri Noetling (Pl. IV. f. 5, 6).

Porambonites baueri Noetling, 1883, Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. vol. XXXV, p. 362, pl. XVI, f. 9—12.

Material: 1 ventral valve in authors collection, Geol. Mus. Univ. of Tartu.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry. Estonia; in marly-limestone, containing kuckersite. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic.

Measurements:

	Specimen from Järve, Kuckers stage (C ₂)	Near Kukruse I	Aluvere near Rakvere II	near III
		Jewe stage (D ₁)		
Length . . .	29.5 mm.	29 mm.	28.5 mm.	26 mm.
Width . . .	23 "	23 "	21.5 "	20.5 "

Description: The typical narrow form, *Porambonites baueri*, which Noetling describes from the Jewe limestone, seems to be represented also in the higher beds of the Kuckers stage. A ventral valve from the marly-limestone, containing kuckersite, corresponds exactly, as show the measurements, with a specimen

from Jewe limestone to south of Kukruse. The Kuckers specimen shows, on ventral valve, the characteristic surface structure of *P. baueri* Noetling, as: well developed growth lines, circular pits in longitudinal rows. The kuckers specimen is slightly smaller, than that from the Jewe limestone near Rakvere, figured on pl. IV, f. 5, 6.

Gen. *Lycophoria* Lahusen.

Lycophoria sp. (Pl. I, f. 9, 10, 11).

Material: 1 specim. in authors collection, Geol. Mus. Univ. Tartu.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry, Estonia. In the kuckersite bed *k*, Kuckers stage. M.-Ordovic.

Measurements:

Length	12,25 mm.
Width	12,75 "
Thickness (both valves) . . .	10.5 "

Description: Outlines of the biconvex valves nearly rounded-quadrangular. The greatest width of the valves is near the anterior end. (Pl. I, f. 9.)

Surface of the valves is worn; of the shell structure there is little left. On the lateral borders of the valves are fine plications, stronger in the anterior portion, growing fainter posteriorly. On each side can be seen 5 plications. As seen on the worn surface of the ventral valve, the plications have left very faint marks; after these we can suspect that the plications have reached nearly the apical portion of the valve. (Pl. I, f. 11).

Anteriorly the ventral valve is inconspicuously sinuated towards the dorsal valve.

Posteriorly may be noticed the rounded pedicle opening of the ventral valve; the beaks of both valves are very obtuse, but that of the ventral valve is slightly sharper. (Pl. I, f. 10).

Mollusca.

Pelecypoda.

General remark: The lamellibranchs in my collection are all casts of both valves. In the specimens found up to the present nothing is to be seen of the hinge teeth. It is therefore difficult

to find the precise relations and all described species are to be regarded as more or less provisional.

Gen. *Aristerella* Ulrich.

Aristerella Ulrich, 1892-96, Pal. of Minnesota, v. III, pt. II, p. 524.

Aristerella nitiduloides, sp. n. (Pl. V, f. 14-17).

Diagnosis: Shells (cast of shells) inequivalve. Beaks obtuse, pointed, straight or very inconsiderably incurved, they project above the hinge line. Ventral and dorsal border almost straight. The posterior end more or less compressed, rounded. Anterior scar distinct, ovoid shaped.

Material: Geol. Mus. Univers. Tartu, authors collection.

Locality and Horizon: Kukruse, kuckersite quarry, Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In marly-limest. and kuckersite.

<i>Measurements</i> :	Specim. Pl. V, f. 14.	Specim. Pl. V, f. 16.
Length	22 mm.	21 mm.
Length from anterior to lower end	24 "	
Height	26.5 "	
Thickness	13 "	10.5 "
		thickness: right v.
Distance between pointed beaks .	3 "	6.5 "
		" left v. 3.5 "
Distance of beak from anterior end (left v.)	7 "	5 "
Distance of beak from anterior end (right v.)	— "	5 "

Description: On surface of the casts are traces of concentric growth lines. Anterior muscular scar mark is prominent, ovoid shaped. We conclude naturally that the shells had deeply impressed scars. The cast of right valve is larger, more convex. The beaks stand opposite or that of the right valve stands a little nearer to the anterior end (Pl. V, f. 17). The casts show on the surface from beaks towards the ventral end a slightly prominent ridge, possibly traces from corresponding excavations in shells. The posterior muscular impressions are not visible. The pallial line is faintly marked.

Cardinal area is very slightly incurved, almost straight. On left valve between beak and posterior end is an elongated ridge, possibly as result of a lateral tooth groove in the shell.

The specimen (Pl. V, f. 17) is more distinctly inequivalve. The right valve is nearly twice as thick as the left. Posterior end compressed, nearly alate in this specimen. Anterior end a little more rounded than in specimen f. 14. The beaks are disymmetrical. It is possible this specimen represents a distinct species.

Comparison with *Aristerella nitidula* Ulrich (see: op. 7): The described specimens are by the inequivalvity related to *A. nitidula*. They differ in size. *A. nitidula* are known as small specimens. The beaks in *A. nitidula* are closer to anterior end, not disymmetrical. My specimens have a more pointed lower end.

Gen. *Cyrtodonta* Billings.

Cyrtodonta Billings 1858, The Canadian Naturalist and Geologist, vol. III, N. 6, p. 431.

Cyrtodonta rotundata, sp. n. (Pl. V, f. 18, 19, 20).

Diagnosis: Equivalve, nearly circular in outlines. Beaks very obtuse but slightly prominent above the incurved hinge line. Anterior end more compressed than posterior. The anterior scars strongly developed, they are close to ventral margin. The lower end of valves rounded. The valves are thickest $\frac{1}{3}$ of length from beaks. Prominent rounded ridge from beaks to ventral end.

Material: My collection, Tartu, Estonia.

Locality and Horizon: Kukruse, kuckersite quarry, Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic.

Measurements: Length . . . 21.5 mm.
 Height . . . 21 "
 Thickness . . . 13 "

Gen. *Clionychia*, Ulrich.

Ambonychia (part.) Hall, 1847, Pal. New-York, vol. I, p. 163.

Clionychia, Ulrich, 1892, American Geologist, vol. X, p. 97.

" " 1897, Geol. of Minnes., Paleontol. Vol. III, pt. II, p. 493.

Clionychia cf. lamellosa Hall. (Pl. IX, f. 5.)

Clionychia lamellosa Hall, 1897, Geol. of Minnes., Pal., v. III, pt. II, p. 494, pl. 35, f. 10—14.

Formation and locality in America: Lower Blue and Upper Buff limestones, Beloit, Mineral Point and Janesville, Wisconsin;

Dixon, Illinois and the upper part of the Trenton limestone at Minneapolis and St. Paul, Minnesota.

Material: 1 specim. in the authors collection, Geol. Mus. Univers. Tartu.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry, Estonia. In the „Building limestone“. M.-Ordovician.

Gen. *Modiolopsis* Hall.

Modiolopsis aff. *concentrica* Hall and Whitfield.

Modiolopsis concentrica Hall. and Whitfield, 1875, Pal. Ohio, vol. II, p. 86.

„ „ „ 1897, Ulrich, Pal. Minnes., vol. III,
pt. II, p. 510. Pl. XXXVII, p. 15—16.

Formation and Locality in America: „A common species in the upper beds of the Cincinnati group at numerous localities in Ohio, Indiana, Kentucky. Probably also in the Hudson River shales near Spring Valley, Minnesota“.

Material: 1 spec. in my collection, Estonia, Tartu.

Locality and Horizon: Kukruse, kuckersite quarry, Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In marly-limest.

Gen. *Ctenodonta* Salter.

Ctenodonta logani Salter.

Ctenodonta logani Salter, 1859, Canadian Organic Remains, Dec. I, p. 36.

„ „ „ 1897, Ulrich, The Geol. and Nat. Hist. Surv. of
Minnes., Paleont. Vol. III, pt. II, p. 591, pl. 42,
f. 26—28.

Formation and locality of American species: Upper Buff. limest. of the Trenton formation Beloit, Wisconsin. In Canada the species occurs in the Black River limestone at Pauquettes Rapids, near Ottawa.

Material: My collection (1 specimen).

Locality and Horizon: Kukruse, kuckersite quarry, Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic.

My specimen from Kuckers stage in Estonia has the incurved beaks a little nearer to the anterior end of shell. The shape of the shell-cast is very similar to the figure of Ulrich.

Gastropoda.

Haplospira variabilis Koken.

Haplospira variabilis K. 1897, Koken, Bull. de l'Acad. Etc. Vs., vol. VIII, p. 195, f. 36.

Occurrence after Koken: Gräsgård, Oeland, Eriksöre. In the boulders near Berlin (Chasmops limestone, the same as the limestone in Graesgårad).

Material: Geol. Mus. Univ. Tartu. Authors collection. 1 specimen.

Locality and Horizon: Kukruse, kuckersite quarry. Estonia. Kuckers stage. M.-Ordovic. In marly-limestone.

Cephalopoda.

Orthoceras regulare Schlotheim.

Orthoceras regulare Schi. Foord, 1888, Catal. of Foss. Cephalop. pt. I, p. 5.

Material: 1 fragmentary specimen; authors collection, Geol. Mus. Univ. Tartu.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry. Estonia. Kuckers stage (C₂); in bituminous marly-limestone. M.-Ordovic.

Measurements:

Diameter (maxim. of fragm.)	21.5 mm.
Distance between septa in widest portion	12.5 "
Diameter of central siphuncle	3 "

Orthoceras sp. (Pl. V, f. 24, 25).

Material: 1 fragm. specim. in authors collection; Geol. Mus. Univ. Tartu.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry, Estonia. Kuckers stage (C₂); in kuckersite. M.-Ordovic.

Measurements:

	Compressed specim. (fragm.)
Diameter (long)	29 mm.
" (short)	15.5 "
Distance between septa $\frac{1}{7}$ of long diameter.	
Diameter of siphuncle (long)	5.5 mm.
" " " (short)	3.5 "

Description: The specimen contained in kuckersite is slightly compressed so that the section (Pl. V, f. 24) is elliptical. The siphuncle is eccentric, but in this specimen it seems to be out of its right position.

Endoceras wahlenbergi Foord.

Endoceras wahlenbergi Foord, 1888, Catal. of Foss. Cephal. pt. I, p. 136, f. 14.

Material: Authors collection: 1 fragm. specimen and 1 siphuncle (identified in the Imper. College of Sc. and Technol., Paleontol. Dept.).

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry. Estonia. In marly-limestone and kuckersite. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic.

Trilobita Walch.

Gen. *Asaphus* Brogniart.

Asaphus ornatus Pomp. (Pl. XI, f. 1).

Asaphus ornatus Pomp., 1901, F. Schmidt, „Rev. d. ostbalt. sil. Trilob.“ Abt. V., II. Pl. VI, f. 6—13, Pl. XII, f. 25, 26.

F. Schmidt has given a very complete description of the species. According to Schmidt it occurs in the upper portion of the Echinospaerite limestone (C_{1b}) near Reval, Baltishport, Rogo Odensholm.

Material: Geol. Mus. Univ. Tartu.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry, Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic.

Measurements:

Total length	91	mm.
Length of cephalothorax	21	”
Width ” ”	53	”
Length of thorax	39	”
Width ” ”	53	”
Length of pygidium	31	”
Width ” ”	49	”
Width of rachis of the thorax near cephaloth.	18.5	”
” ” ” ” ” ” in the middle	22	”
” ” ” ” ” ” near pygidium	17.5	”

Asaphus platyurus Ang. (Pl. XI, f. 2).

Asaphus platyurus Ang. 1901, F. Schmidt, Rev. d. ostbalt. sil. Trilob. Abt. V, Lief. II, Pl. III, f. 1—7, pl. XII, f. 19.

According to Schmidt the species occurs (especially the larger form var. *laticauda*) in the upper part of Orthoceratite

limestone. (B₃) near Reval, Palms, Malla etc. and lower portions of the Echinospaerite limestone (C_{1a}).

Material: My collection (1 specimen).

Locality and Horizon: Kukruse, kuckersite quarry, Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In marly-limestone.

By comparisons of measurements given by Schmidt for the var. *laticauda*, it seems my specimen belongs to this var.

Measurements:

Total length	14 mm.
Length of cephalothorax	4 "
Width " "	10 "
Length of thorax	6 "
Width " "	8 "
Length of pygidium	4 "
Width " "	7 "
Length of spines	2 "

Asaphus kovalevskii, Lawrow (Pl. XI, f. 3).

Asaphus kovalevskii, Lawrow, 1901-02, F. Schmidt, Rev. d. ostb. silur. Trilob. Ser. 8. 12 p. 52, pl. II, f. 11-17, pl. XII, f. 16-18.

F. Schmidt figures larger specimens and accordingly the eye stalks are comparatively larger and stronger. It occurs according to Schmidt in the lower Echinospaerite limestone (C_{1a}).

Material: Geol. Mus. Univ. Tartu. Fragm. of cephalothorax.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry, Estonia. Kuckers stage (C₂). In the kuckersite and marly-limestone (bed *n*) rare.

Gen. *Ampyx* Dalm.

Ampyx rostratus, Sars. (Pl. XI, f. 14, 15, 16).

Ampyx rostratus Sars, 1894 F. Schmidt „Rev. d. ostb. sil. Trilob.“ ser. VII, t. XLII, N. 5.

Material: Geol. Mus. Univ. Tartu.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry, Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic.

According to Schmidt the species occurs in C₁ and C₂. The figure of a specimen (Pl. X, f. 16) is almost identical with *A. drummuckensis* Reed from Girvan District (See: op. 8).

Gen. *Lichas* Dalman.*Lichas kuckersiana* Schmidt (Pl. XI, f. 10).*Lichas kuckersiana* F. Schmidt, 1885, Rev. d. ostbalt. sil. Trilob. Abt. II, pl. III. f. 1-5.*Material*: Authors collection. G. M. U. Tartu.*Locality and Horizon*: Kukruse, kuckersite quarry. Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic.

The pygidium which I found (Pl. XI, f. 10) differs from a pygidium of same size and from same locality and horizon by width of the rachis on lower end. On F. Schmidts figure the rachis measures towards end of pygidium 7 mm., while on my specimen the width of rachis on corresponding place is 10 mm.

Gen. *Cybele* Lovén.*Cybele kutorgae* F. Schmidt (Pl. XI, f. 11).*Cybele kutorgae* F. Schmidt, 1882, „Rev. d. ostb. sil. Trilob.“ VII, ser. t. XXX, p. 217, pl. XV, f. 11.

According to F. Schmidt the species occurs in Jewe stage (D₁) at Perifer, Estonia.

Material: Authors coll., Geol. Mus. Univ. Tartu.*Locality and Horizon*: Järve; kuckersite quarry. Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In kuckersite.Gen. *Cheirurus* Beyr.*Cheirurus macrophtalmus*, Kutor. (Pl. XI, f. 12, 13).*Cheirurus macrophtalmus*, Kut., 1881. „Rev. d. ostb. sil. Trilob.“ ser. VII, t. XXX, N. 1, p. 143, pl. VII, f. 1-5, pl. XVI, f. 9.

According to F. Schmidt the species occurs in Echinospaerite limestone (C₁) in Russia: Wolchow (Duboviki), Gostiliz, Pawlowsk.

Nearly related specimens occur in Estonia at the same horizon in Malla, near Jaggowal.

Material: Geol. Mus. Univ. Tartu.*Locality and Horizon*: Järve, kuckersite quarry, Estonia. Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In kuckersite.

Gen. *Chasmops* M'Coy.

Chasmops praecurrens, F. Schmidt (Pl. XI, f. 4—7).

Chasmops (Phacops) praecurrens, F. Schmidt, 1881, Rev. d. ostb. sil. Trilob. I, p. 98, Pl. II, f. 14, 15, 17.

According to Schmidt the species occurs in Echinospaerite limestone (C₁).

Material: My collection (1 specimen).

Locality and Horizon: Kukruse, kuckersite quarry, Estonia, Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In marly-limestone.

Measurements of my specimen:

Total length	12 mm.
Length of cephalothorax	3.5 "
Width " "	9 "
" " thorax (in middle)	7 "
length " "	7 "
Width of glabella in middle of its length	5 "

F. Schmidt had not the opportunity to describe the eyes of *Ph. praecurrens*. On the Pl. XI we see the faceted eye and portion of the eye magnified 22 diam. (f. 6). There we see sixangular facetts. There are 21 vertical rows of facetts. The facetts are in this order in the vertical rows:

3 5 5 6 6 7 7 8 8 8 8 8 8 8 7 7 6 6 5 5 3

The total number of facetts is 127.

The facetts of nearly related *Ch. odini* as figured by Schmidt (Rev. etc. I., t. II, f. 9) are circular.

The surface of body of *Ch. praecurrens* is finely granulated.

Gen. *Pterygometopus* Schmidt.

Pterygometopus panderi Schmidt (Pl. XI, f. 8).

Phacops panderi F. Schmidt, 1881, Rev. d. ostb. sil. Trilob. VII. ser., t. XXX. N. I, p. 84, pl. I, f. 15—17, pl. XII, f. 10—12.

According to Fr. Schmidt the species occurs in Echinospaerite limestone (C₁) in differ. local. in Russia, govern. Petersburg, in Estonia, near Reval. Osmusaar (Odensholm).

There is nothing to add to F. Schmidt's excellent description. The figure of Kuckers specimen may be compared with Schmidt's figure 15 a. pl. I. („Rev. d. ostb. etc.“).

Material: Geol. Mus. Univ. Tartu.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry, Estonia.
Kuckers stage (C₂). M.-Ordovic. In the kuckersite.

Pterygometopus sclerops ? Dalm. (Pl. XI, f. 9).

Phacops sclerops Dalm., 1881, F. Schmidt, Rev. d. ostb. sil. Trilob., ser. VII,
t. XXX, N. 1, p. 77, Pl. I, f. 3—8. Pl. XII, f. 1—4.

According to F. Schmidt the species occurs in Orthoceratite
limestone (B₃).

Material: Geol. Mus. Univ. Tartu.

Locality and Horizon: Järve, kuckersite quarry, Estonia.
Kuckers stage (C₂), M.-Ordovic. In kuckersite.

Undetermined (Pl. XI, f. 17, 18).

Bibliography

mentioned in text of Pt. II and for the List of the Fauna of the Kuckers stage (Pt. I).

1. V. Huene, „Die Craniaden etc.“ 1899, Verh. d. russ. K. Miner. Gesellsch. St.-Petersb. II Ser., 36 Bd., p. 228, text f. 4.
2. Davidson, Brit. Silurian Brachiopoda, 1864—65, Pt. VII, p. 78, pl. VIII, f. 11.
3. Hall and Clarke, Geol. Surv. of New-York, Paleontology, VIII, 1892, p. 293, Pl. XV^A, f. 15.
4. O. Holtedahl, The Strophomenidae of Krist. Region, 1915, V. S. Mat.-Nat. Kl. N. 12, p. 72, pl. XIII, f. 9—11.
5. Noetling, Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1883, vol. XXXV, p. 355, pl. 15, f. 1—7.
6. W. Lamansky, „Die ältesten silurischen Schichten Russlands (Etage B)“, 1905, Mem. du Comité Geol., Nouv. Ser. Livr. 20. St.-Petersb. p. 18 and 155, pl. II, f. 3—9.
7. Ulrich, Paleontol. of Minnes., 1892—96, Pt. II, p. 524, pl. XXXV, f. 30—39.
8. F. R. Cowper Reed, „The lower Paleoz. Trilob. of Girvan“, 1914, Paleogr. Soc.
9. Dr. S. Kutorga, „Über das silurische u. devonische Schichten-System von Gatschina“, 1846, Dritter Beitr. zur Paleontol. Russlands, Aus den Verhandl. d. Mineral.-Gesellsch. zu St.-Petersb., für die Jahre 1845—46, besonders abgedruckt. (Pentamerus ventricosus, p. 33—34, pl. VII, f. 2.)
10. T.-Davidson, „The Observations on the Gen. Porambonites“, 1874, Geolog. Magaz., Decade II, Vol. I, pl. III, p. 51.

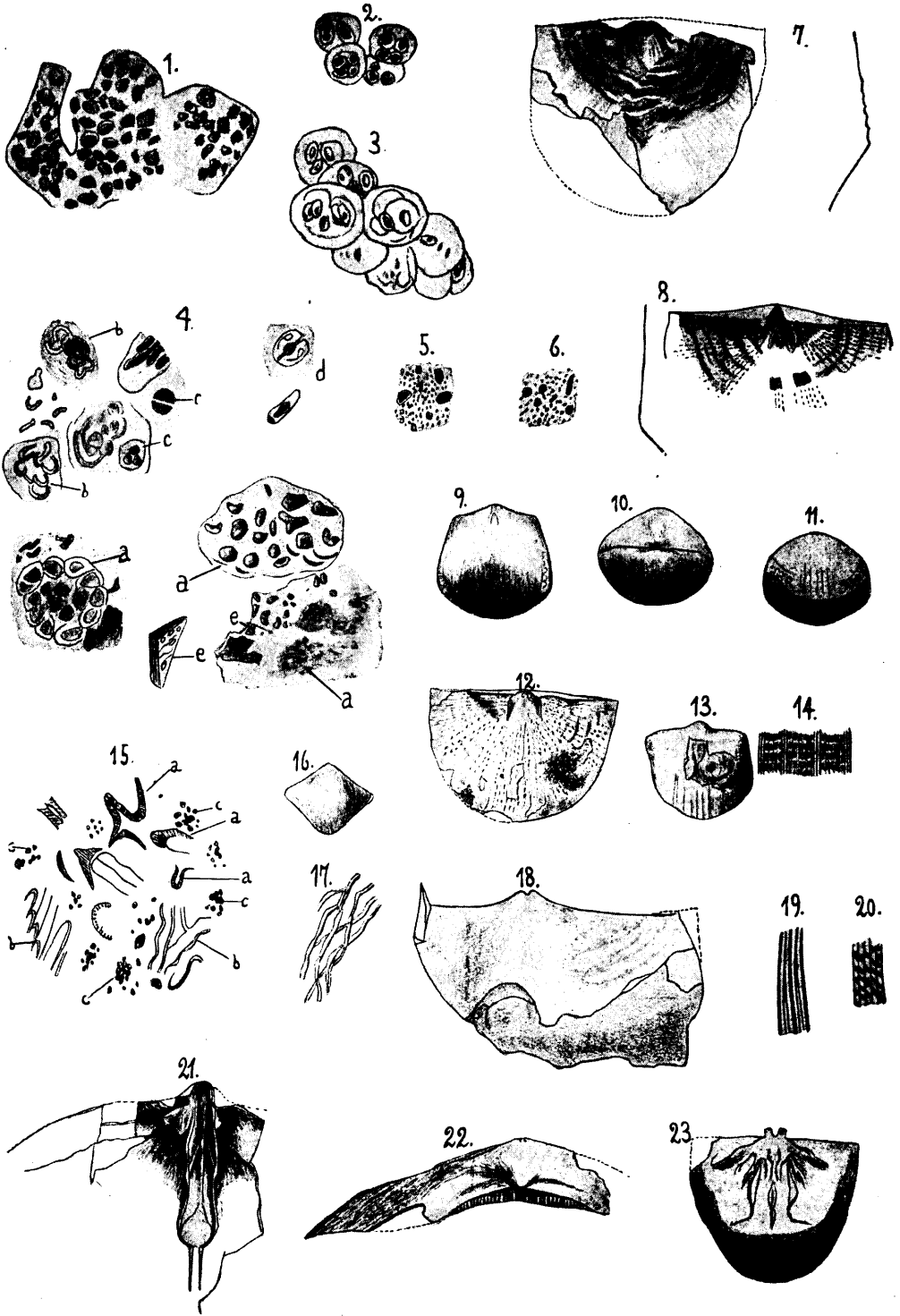
11. R. S. Bassler, 1906, Bryozoan Fauna of the Rochester Shale 292 Bull., p. 52, pl. XIX, f. 8—13.
12. E. O. Ulrich, 1890. Geol. Surv. Illinois, vol. VIII, p. 389.
13. A. v. d. Pahlen, Monogr. d. balt. Orthisinen, 1877, Mém. de l'Acad. Imper. des Sc., St.-Petersbourg, ser. 7, XXIV, № 8.
14. Wysogorsky, „Zur Entwicklungsgeschichte d. Orthiden etc.“ 1900, Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch., Bd. 52.
15. Bonnema, „Beitrag zur Kenntnis d. Ostrakoden der Kuckerschen Schicht (C₂)“, 1909. Mitteil. aus dem Miner.-Geol. Institut d. Reichs-Universität zu Groningen, vol. 2, pt. 1.
16. E. Koken, „Die Gastropoden des baltischen Untersilurs“, 1897, Bull. Acad. Imp. Sci. St.-Petersb., vol. VII, № 2.

Plates

All drawings on the plates are by the author
The figures on pl. III, IV and XII are photographed by H. Riedel, Tartu

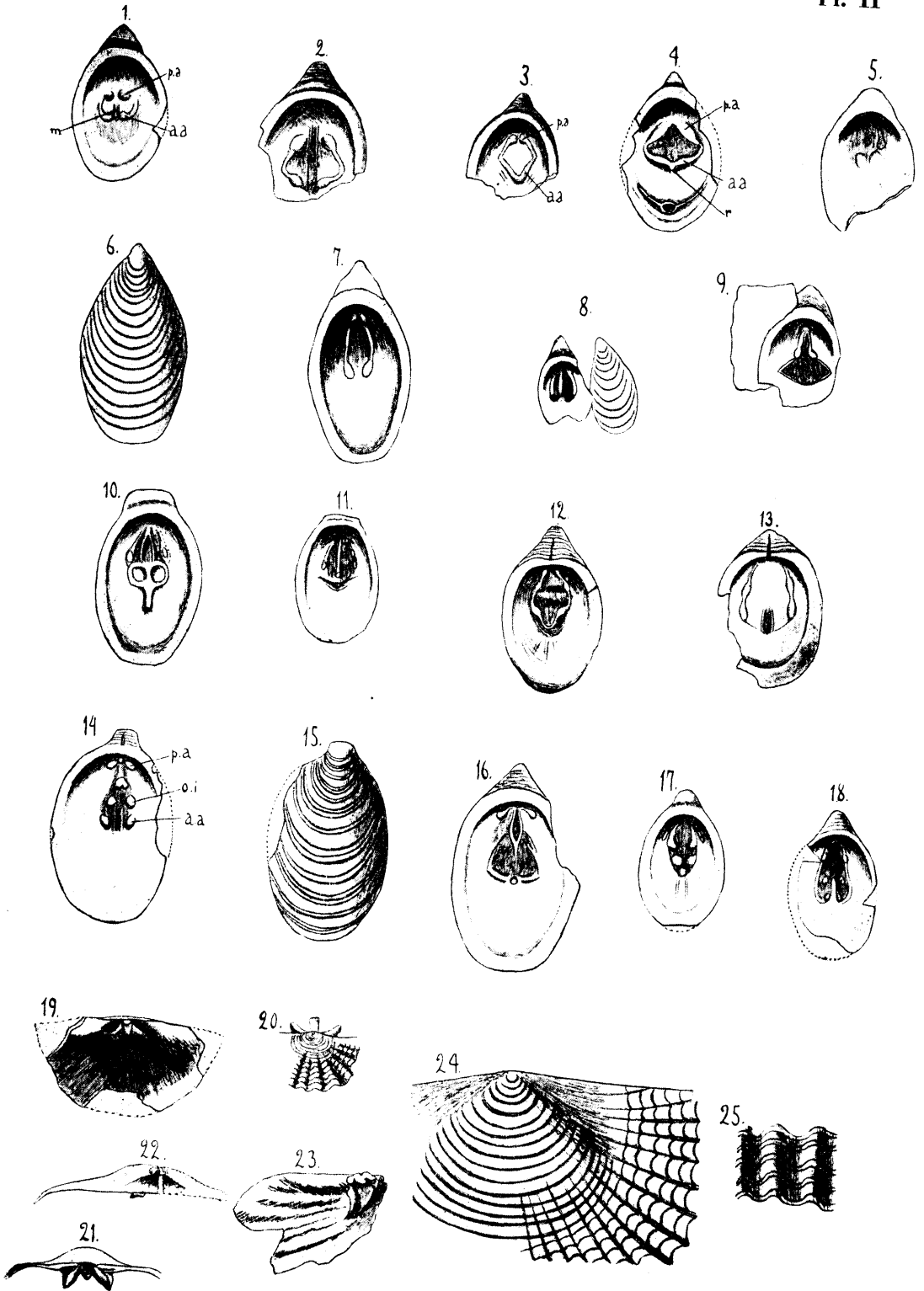
Pl. I.

	Page
Fig. 1. <i>Gloeocapsamorpha prisca</i> Zalessky. Vertical thin section of kuckersite, $\times 350$	26
„ 2. <i>Gloeocapsa quaternata</i> Kützing. From the Herbar. of the Botanic Gard. in Petrograd, $\times 550$	„
„ 3. <i>Gloeocapsamorpha prisca</i> Zalessky. Kuckersite, macerated with chloral-hydrat, $\times 350$	„
(1. 2. 3. after drawings of A. R. Zalesskaja, Zalessky, p. 9—11, f. 2, 4, 8.)	
„ 4. Drawings from kuckersite thin sections, from the quarrie of Järve, $\times 350$	27
a) Colonies of <i>Gloeocapsamorpha prisca</i> Zalessky.	
b) <i>Myconostoc gregarium</i> Cohn reminding organisms.	
c) <i>Chroococcus</i> (Schizophyceae) like organisms.	
d) Undetermined organisms.	
e) Mineral particles.	
„ 5. Thin section of Dictiograptus shale from Baltiski, $\times 350$	27
(Fine mineral particles in a homogenous yellow-brown matrix; the larger elliptical bodies may be algae.)	
„ 6. Thin section of Pumpherstone oil-shale from Scotland, $\times 350$	„
(Fine mineral particles and circular larger grains — possibly spores or algae.)	
„ 7. <i>Leptaena estonensis</i> sp. n. fragmentary ventr. v. (interior), its profile. $\frac{2}{3}$ of nat. size	71
„ 8. „ „ sp. n. fragmentary ventr. v. (interior), its profile. $\frac{2}{3}$ of nat. size	„
„ 9. <i>Lycophoria</i> sp. Ventral valve, above, nat. size	81
„ 10. „ „ Ventral and dorsal valves, posteriorly, nat. size	„
„ 11. „ „ Rudimentary plications on ventr. valve, anteriorly, nat. size	„
„ 12. <i>Rafinesquina</i> sp. Nearly complete dorsal valve, interior. $\frac{2}{3}$ of nat. size	„
„ 13. Undetermined brachiop. of the <i>Strophomenacea</i> . Ventr. v. $\frac{2}{3}$ of nat. s.	77
„ 14. „ „ „ Structure of the shell surface	„
„ 15. Thin section of limestone (bed l), $\times 30$.	
a — Trilobite fragments; b — bryozoan fragments; c — colonies of <i>Gloeocapsamorpha prisca</i> Zalessky.	
„ 16. <i>Plectambonites convexa</i> Pander, ventr. valve, exterior, nat. size	70
„ 17. <i>Hazelia</i> cf. <i>palmata</i> Walcott; strands drawn by camera lucida, $\times 10$	39
„ 18. <i>Porambonites laticaudata</i> sp. n., fragmentary valve (?) nat. size	79
„ 19. „ „ „ surface structure near apical portion, $\times 3$	„
„ 20. „ „ „ „ „ lateral borders, $\times 1.5$	„
„ 21. <i>Porambonites kuckersensis</i> sp. n., fragm. ventr. valve, interior., nat. size	78
„ 22. „ „ „ „ „ area, nat. size	„
„ 23. <i>Rafinesquina jaervensis</i> sp. n., dorsal valve, interior, $\times 2$	75



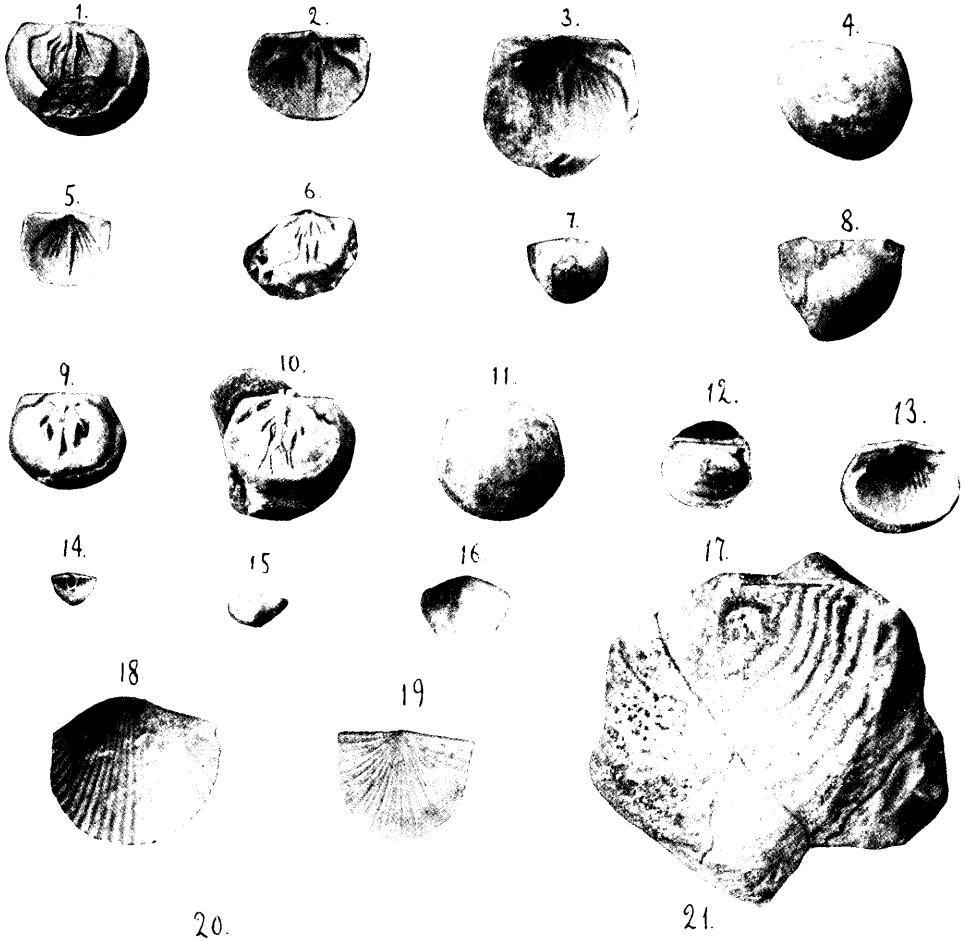
Pl. II.

	Page
Fig. 1., 2. <i>Pholidops infrasilurica</i> Huene, dors. v., $\times 10$	61
p. a. — post. add., a. a. — ant. add., m. — med. scars.	
" 3. <i>Pholidops infrasilurica</i> Huene, fragm. ventr. v., $\times 10$	"
" 4. <i>Pholidops estona</i> sp. n., ventr. v., $\times 10$	"
p. a. — post. add., a. a. — ant. add., r. — rostrum.	
" 5. <i>Pholidops estona</i> sp. n., fragm. dors. v., $\times 10$	"
" 6. <i>Pholidops elegans</i> sp. n., dors. v., exterior, $\times 10$	62
" 7. " " " dors. v., interior, $\times 10$	"
" 8. " " " dors. (inter.) and ventr. (exter.) valves, $\times 10$	"
" 9. " " " fragm. ventr. v. (interior) — supposed — $\times 10$	"
" 10. <i>Pholidops obtusa</i> sp. n., ventr. v., interior, $\times 10$	63
" 11. " " " dorsal v., interior, $\times 10$	"
" 12. <i>Pholidops curvata</i> sp. n., ventr. v., $\times 10$	64
" 13. " " " dorsal v., $\times 10$	"
" 14. <i>Pseudopholidops scutellata</i> sp. n., dors. v., interior, $\times 10$	65
" 15. " " " dors. v., exterior, $\times 10$	"
" 16. <i>Pseudopholidops complicata</i> sp. n., ventr. v., interior, $\times 10$	"
" 17. " " " dors. v., interior, $\times 10$	"
" 18. <i>Pseudopholidops pseudocranoides</i> sp. n., dorsal v., interior, $\times 10$	66
" 19. <i>Orthis</i> sp., dorsal valve, interior, $\times 2$	67
" 20. " " dorsal valve, surface of apical region, $\times 2.5$	"
" 21. " " dorsal valve, area, $\times 2$	"
" 22. " " Ventral valve, fragmentary area, $\times 2$	"
" 23. " " fragmentary ventr. v., interior, $\times 2$	"
" 24. " " apical portion of dorsal valve, $\times 10$	"
" 25. " " surface of dorsal valve, $\times 10$	"



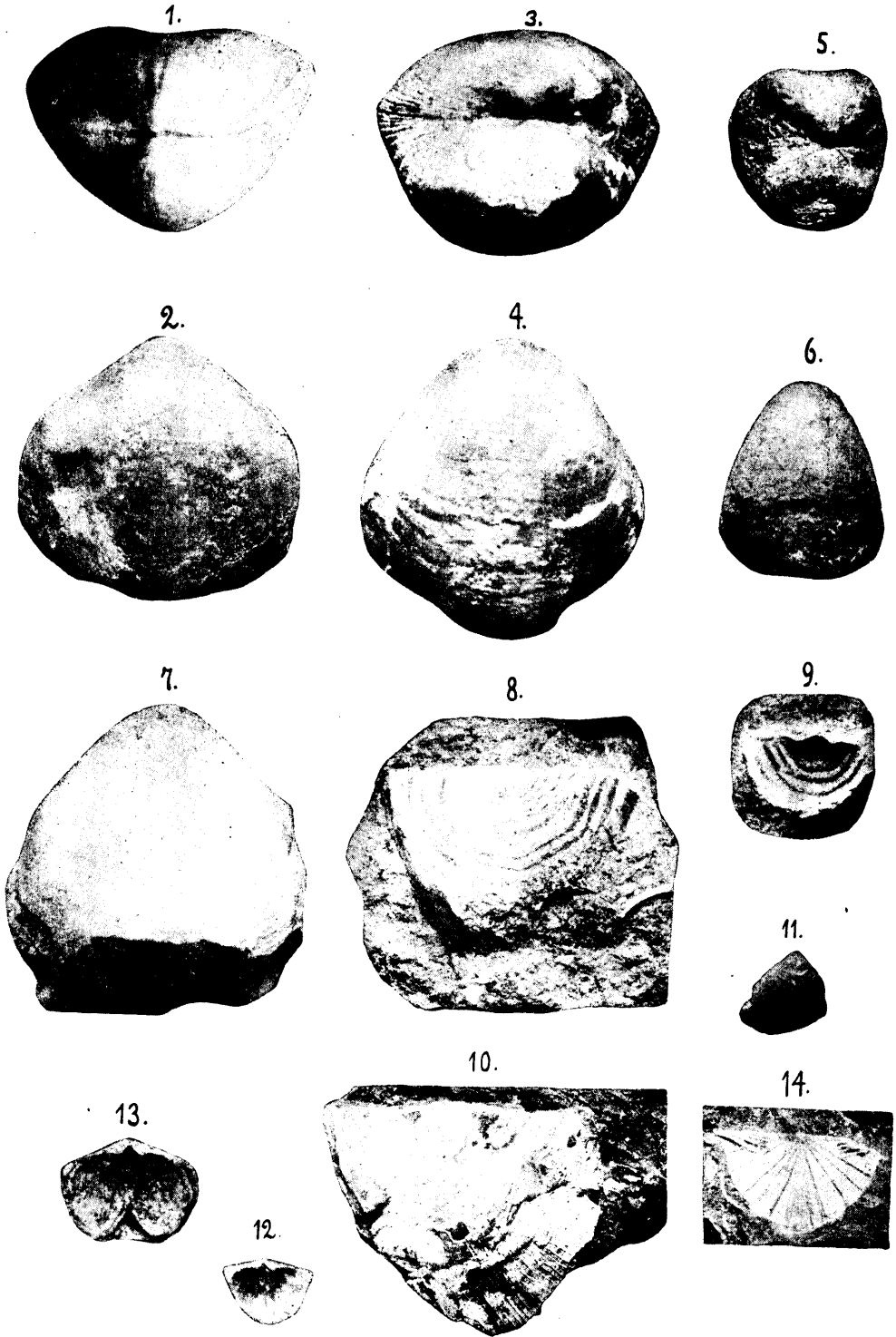
Pl. III.

	Page
Fig. 1. <i>Rafinesquina imbrex</i> (Pander), dorsal valve, interior, $\times \frac{6}{5}$	72
" 2. " " " ventral valve, interior, $\times \frac{6}{5}$	"
" 3. " " " " " " $\times \frac{6}{5}$	"
" 4. " " " " " exterior, $\times \frac{6}{5}$	"
" 5. <i>Rafinesquina jacrvensis</i> sp. n., ventral valve, interior, $\times \frac{4}{3}$	75
" 6. " " " dorsal valve, " $\times \frac{4}{3}$	"
" 7. " " " ventral valve, exterior, $\times \frac{4}{3}$	"
" 8. " " " " " " $\times \frac{4}{3}$	"
" 9. <i>Rafinesquina dorsata</i> sp. n., dorsal valve, interior, $\times \frac{6}{5}$	73
" 10. " " " " " " $\times \frac{6}{5}$	"
" 11. " " " ventral valve, exterior, $\times \frac{6}{5}$	"
" 12. " " " dorsal valve, exterior, $\times \frac{6}{5}$	"
" 13. " " " ventral valve, interior, $\times \frac{6}{5}$	"
" 14. <i>Plectambonites quinquecostata</i> McCoy, ventr. v., interior, $\times \frac{6}{5}$	69
" 15. " " " ventr. v., exterior, $\times \frac{6}{5}$	"
" 16. <i>Plectambonites schmidti</i> Törn., var. <i>leptelloides</i> n. var., ventr. v. exterior, nat. size	68
" 17. <i>Leptacna estonensis</i> sp. n., dorsal valve, interior, $\times \frac{4}{3}$	71
" 18. <i>Orthis kuckersensis</i> Wysogorsky, ventr. valve, exterior, nat. size.	
" 19. <i>Strophomena</i> sp., nat. size.	
" 20. <i>Hazelia</i> cf. <i>palmata</i> Walcott, nearly complete specimen, $\times 3$	39
" 21. Fragment of limestone with: (nat. s.)	
1. <i>Rafinesquina dorsata</i> sp. n., dors. v., exterior; 2. <i>Clitambonites</i> <i>squamata</i> (Pahlen), dors. v., interior; 3. <i>Clitamb. squamata</i> (Pahlen), ventr. v., interior; 4. <i>Plectambonites sericea</i> (Sowerby), ventr. v., interior; 5. worm tracks.	



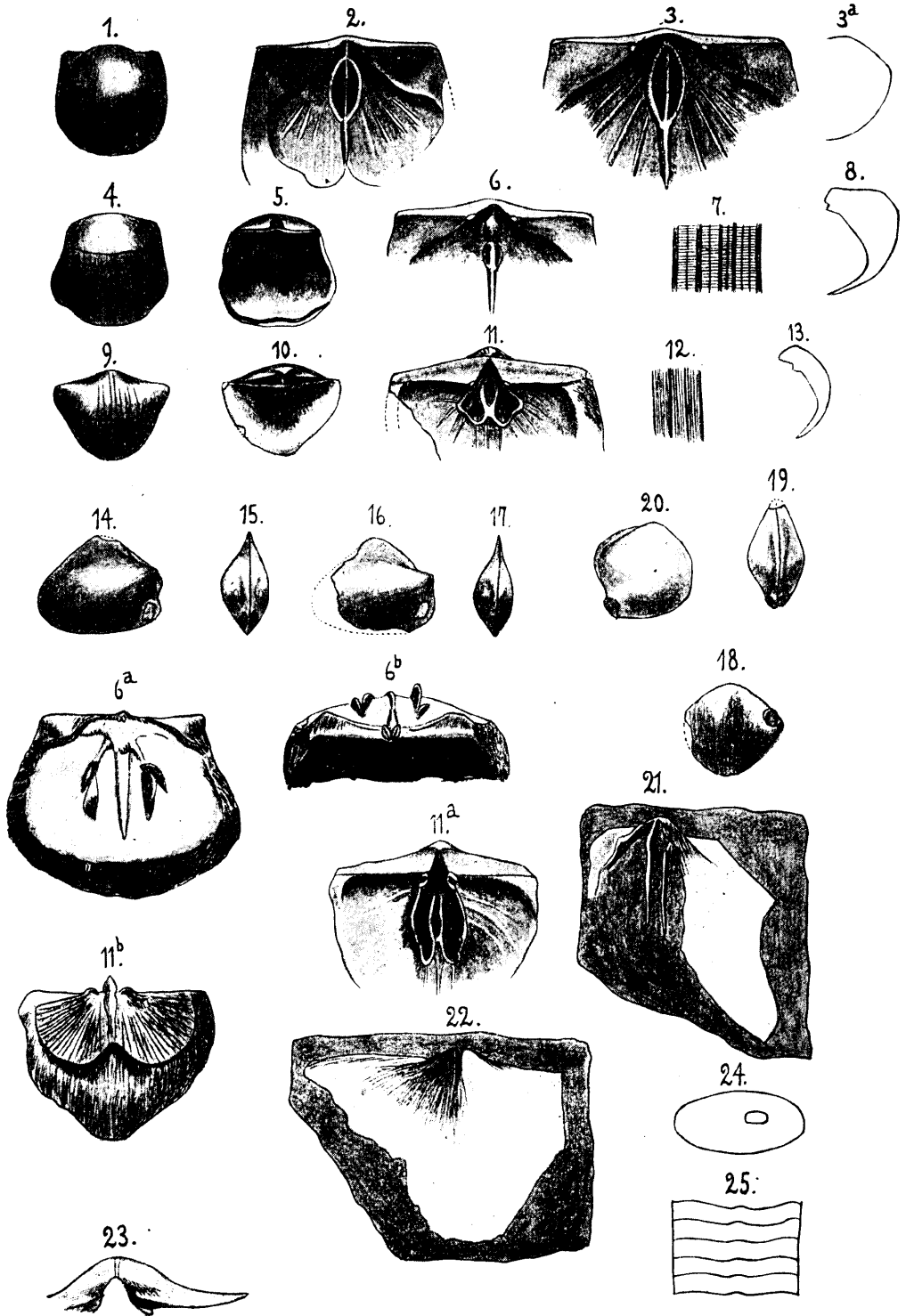
Pl. IV.

	Page
Fig. 1. <i>Porambonites laticaudata</i> sp. n., posterior aspect of ventral and dorsal valves, nat. size	79
" 2. " " " dorsal valve, nat. size	"
" 3. <i>Porambonites schmidti</i> Noetling, posterior aspect of ventral and dorsal valves, nat. size	"
(3 and 4 from Jeve limestone (D ₁), Aluvere, near Rakvere.)	
" 4. <i>Porambonites schmidti</i> Noetling, dorsal valve, nat. size	"
" 5. " <i>baueri</i> Noetling, posterior aspect of ventral and dorsal valves, nat. size	80
" 6. " " " dorsal valve, nat. size	"
(5 and 6 from Jeve limestone (D ₁), Aluvere near Rakvere.)	
" 7. <i>Porambonites kuckersensis</i> sp. n., dorsal valve, nat. size	78
" 8. <i>Leptaena estonensis</i> sp. n., ventr. v., nat. size	"
" 9. " <i>rhomboidalis</i> Wilkens, ventr. v., interior, nat. size	70
" 10. " <i>estonensis</i> sp. n., ventr. v., exterior, nat. size	71
" 11. <i>Siphonotreta unguiculata</i> Eichw., nat. size.	
" 12. <i>Plectambonites schmidti</i> Törnqu., var. <i>leptelloides</i> n. var., ventr. v., interior, nat. size	68
" 13. Undetermined brachiopod of the <i>Strophomenacca</i> , ventr. v., interior, nat. size	77
" 14. <i>Strophomena</i> cf. <i>corrugatella</i> Davidson, ventr. v., exterior, nat. size	76



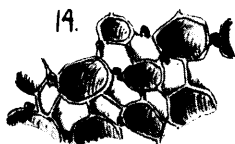
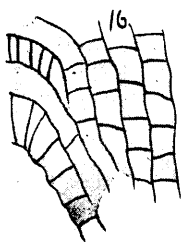
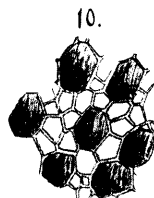
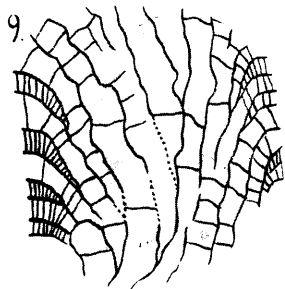
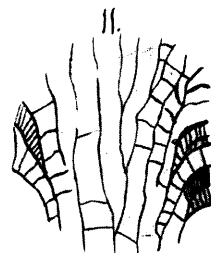
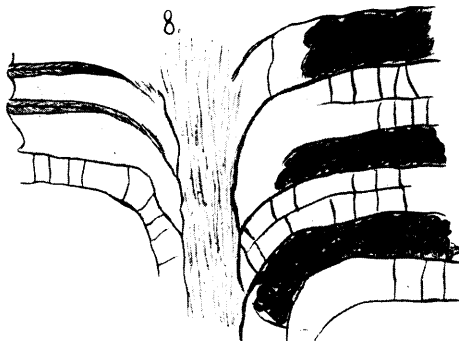
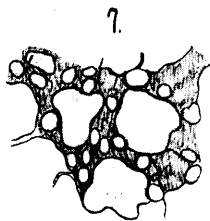
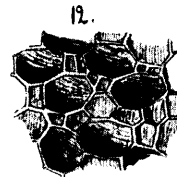
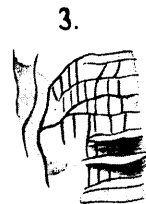
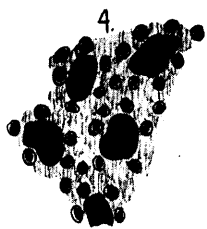
Pl. V.

	Page
Fig. 1. <i>Rafinesquina imbrex</i> (Pander), ventr. v., exterior, $\times \frac{5}{4}$	72
" 2. " " " " interior, $\times \frac{2\frac{1}{4}}$	"
" 3. " " " " " $\times \frac{2\frac{1}{4}}$	"
" 3a. " " " " profile of ventr. valve, $\times \frac{5}{4}$	"
" 4. <i>Rafinesquina dorsata</i> sp. n., ventr. v., exterior, $\times \frac{4}{3}$	73
" 5. " " " dorsal v. interior, and hinge line, $\times \frac{4}{3}$	"
" 6. " " " ventr. v., interior, $\times 2.5$	"
" 6a. " " " dorsal v., interior, $\times 2.5$	"
" 6b. " " " dorsal v., area, $\times 2.5$	"
" 7. " " " surface structure, $\times 2.5$	"
" 8. " " " profile of ventr. and dors. valves, $\times \frac{4}{3}$	"
" 9. <i>Plectambonites schmidti</i> Törnqu., var. <i>leptelloides</i> n. var., ventr. v., exterior, $\times \frac{6}{5}$	68
" 10. " " " var. <i>leptelloides</i> n. var., dorsal v. and hinge line, $\times \frac{6}{5}$	"
" 11. " " " var. <i>leptelloides</i> n. var., ventr. v., interior, $\times \frac{2\frac{2}{3}}$	"
" 11a. " " " var. <i>leptelloides</i> n. var., ventr. v., interior, $\times \frac{2\frac{2}{3}}$	"
" 11b. " " " var. <i>leptelloides</i> n. var., dorsal v., interior, $\times 2.5$	"
" 12. " " " var. <i>leptelloides</i> n. var., surface structure, $\times \frac{4}{3}$	"
" 13. " " " var. <i>leptelloides</i> n. var., profile of ventr. and dors. valves, $\times \frac{6}{5}$	"
" 14. <i>Aristerella nitiduloides</i> sp. n., cast of right valve, $\times \frac{2}{3}$	82
" 15. " " " both valves anteriorly, $\times \frac{2}{3}$	"
" 16. " " " cast of right valve, $\times \frac{2}{3}$	"
" 17. " " " both valves from front, $\times \frac{2}{3}$	"
" 18. <i>Cyrtodonta</i> (?) <i>rotundata</i> sp. n., right valve (cast), $\times \frac{2}{3}$	83
" 19. " " " both valves in front, $\times \frac{2}{3}$	"
" 20. " " " left valve (cast) $\times \frac{2}{3}$	"
" 21. <i>Porambonites kuckersensis</i> sp. n., fragmentary ventr. v., $\times \frac{1}{3}$	78
" 22. " <i>laticaudata</i> sp. n., fragmentary ventr. v., $\times \frac{1}{3}$	79
" 23. " " " area of fragmentary ventr. v., $\times \frac{1}{3}$	"
" 24. <i>Orthoceras</i> sp., transverse section, $\times \frac{2}{3}$	85
" 25. " " portion of surface, $\times \frac{2}{3}$	"



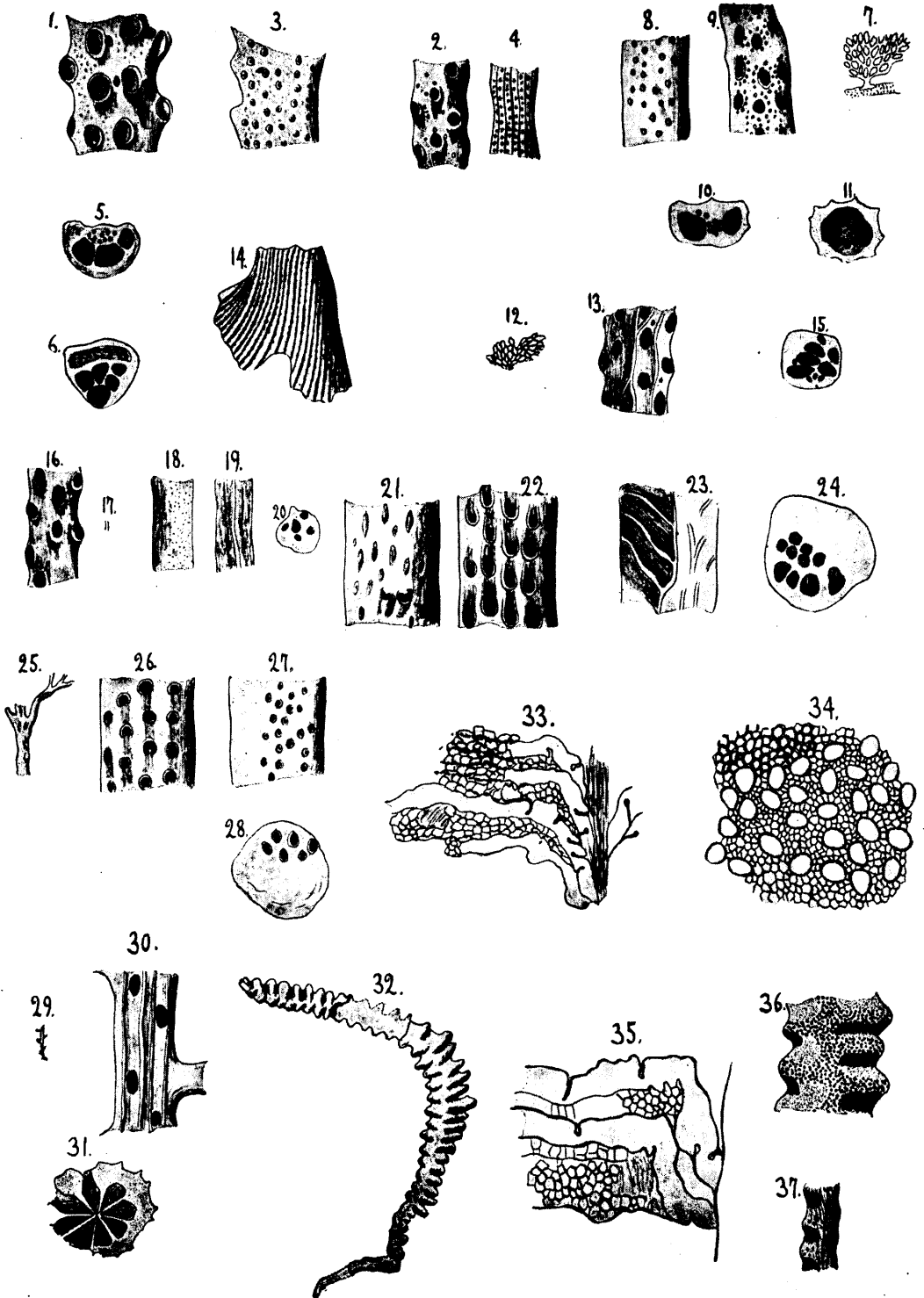
PL. VI.

	Page
Fig. 1. <i>Dittopora magnipora</i> sp. n., fragm. zoarium, $\times \frac{1}{3}$	46
" 2. " " " " pointed end of zoarium, $\times 14$	"
" 3. " " " " vertical thin section, $\times 14$	"
" 4. " " " " surface of zoarium, $\times 16$	"
" 5. " " " " vert. thin sect. of basal portion, $\times 14$	"
" 6. " " " " tang. thin. section, $\times 14$	"
" 7. " " " " tang. thin section, of other specimen, $\times 20$	"
" 8. " " " " vert. thin section of other specimen, $\times 20$	"
" 9. <i>Hallopora dumalis</i> (Ulrich), vert. thin section, $\times 16$	42
" 10. " " " " surface and tang. thin section, $\times 14$	"
" 11. " " " " vert. thin section, $\times 10$	"
" 12. <i>Hallopora aff. dumalis</i> (Ulrich), surface of zoar., $\times 14$	"
" 13. " " " " " vert. thin section, $\times 10$	"
" 14. <i>Lioclema spineum ramosum</i> var. n., surface of zoar., $\times 14$	41
" 15. " " " " " obliquely cut tang. thin section, $\times 14$	"
" 16. " " " " " vert. thin sect. (mature portion of zoarium), $\times 14$	"
" 17. " " " " " vert. thin sect. (mature portion of zoarium), $\times 14$	"
" 18. " " " " " vert. thin sect. of pointed end of zoarium, $\times 14$	"



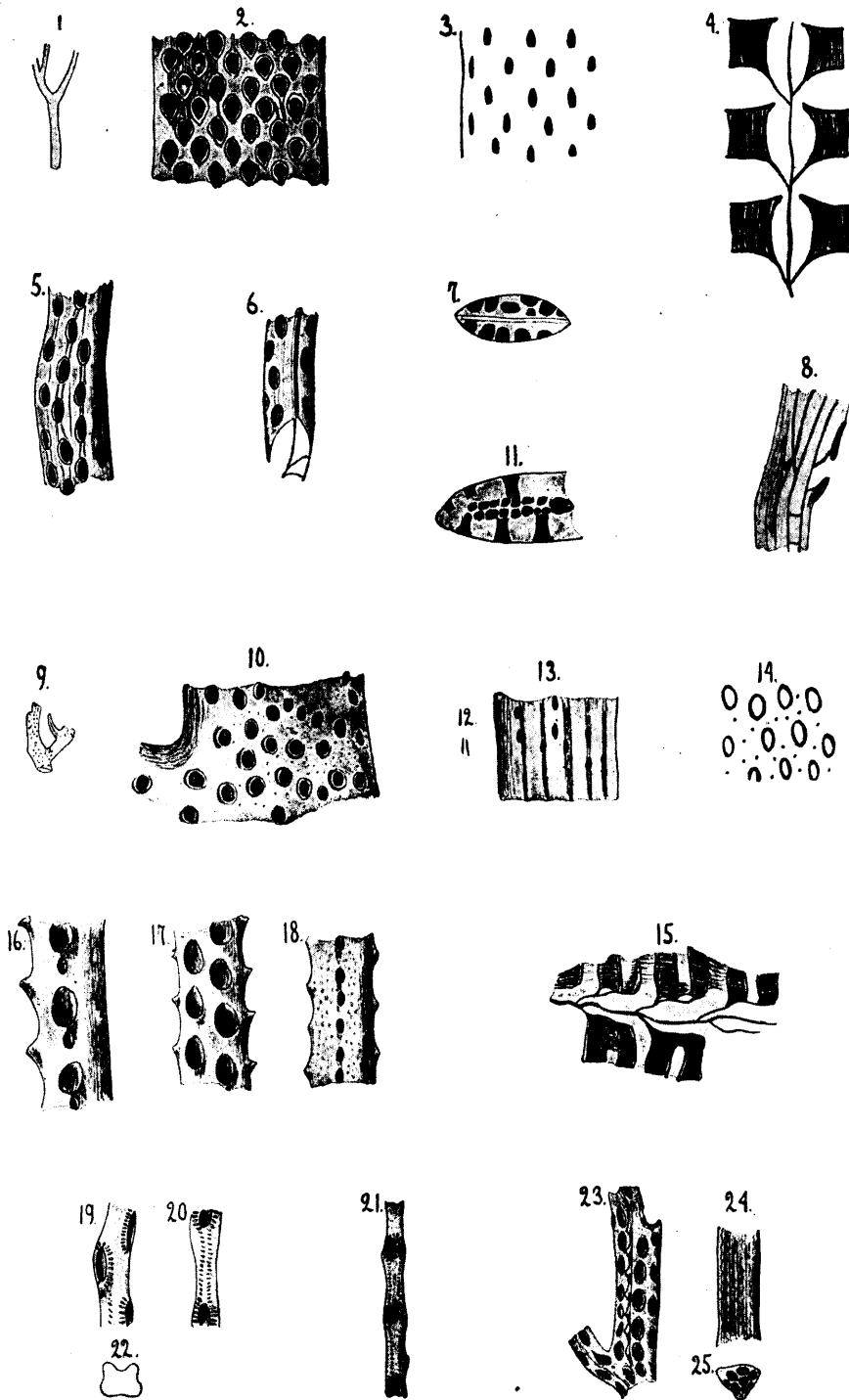
Pl. VII.

	Page
Fig. 1. <i>Chasmatopora furcata</i> (Eichwald), celluliferous side of zoarium, $\times 28$	49
" 2. " " " " " " " " $\times 16$	"
" 3. " " " " noncelluliferous side of zoar., $\times 28$	"
" 4. " " " " " " " " $\times 16$	"
" 5. " " " " transverse section, $\times 24$	"
" 6. " " " " " " " " $\times 24$	"
" 7. <i>Chasmatopora punctata</i> sp. n., fragmentary zoarium attached to <i>Eridotrypa acdilis</i> , $\times 2/3$	50
" 8. " " " " noncelluliferous side of zoarium, $\times 20$	"
" 9. " " " " celluliferous side of zoarium, $\times 20$	"
" 10. " " " " transverse section, $\times 22$	"
" 11. " " " " " " " " $\times 22$	"
" 12. <i>Phylloporina granistriata</i> Ulrich, fragmentary zoarium, $\times 2/3$	51
" 13. " " " " cellulifer. side of zoarium, $\times 20$	"
" 14. " " " " noncellulifer. side of zoarium, $\times 20$	"
" 15. " " " " transverse section, $\times 20$	"
" 16. <i>Polyppora quadrata</i> sp. n., celluliferous side of zoarium, $\times 16$	53
" 17. " " " " fragment of a branch, $\times 2/3$	"
" 18. " " " " noncelluliferous side of zoarium, $\times 12$	"
" 19. " " " " " " " " $\times 12$	"
" 20. " " " " transverse section, $\times 12$	"
" 21. <i>Pseudohornea bassleri</i> , sp. n., noncellulifer. side of zoarium, $\times 15$	54
" 22. " " " " cellulifer. side of zoarium, $\times 15$	"
" 23. " " " " vertical section (rough), $\times 15$	"
" 24. " " " " transverse section (rough), $\times 15$	"
" 25. <i>Pseudohornea bifida</i> (Eichwald), fragment of zoarium, $\times 2/3$	55
" 26. " " " " cellulifer. side of zoarium, $\times 15$	"
" 27. " " " " noncellulifer. side of zoarium, $\times 15$	"
" 28. " " " " transverse section (rough), $\times 15$	"
" 29. <i>Nematopora ramosa</i> sp. n., fragmentary zoarium, $\times 2/3$	"
" 30. " " " " surface of zoarium, $\times 18$	"
" 31. " " " " transverse section (rough), $\times 28$	"
" 32. <i>Nematotrypa spiralis</i> sp. n., nearly compl. zoarium (holotype), $\times 2/3$	57
" 33. " " " " vertic. thin section (holotype), $\times 14$	"
" 34. " " " " tang. thin section (holotype), $\times 14$	"
" 35. " " " " vertic. thin section, $\times 15$	"
" 36. " " " " surface of zoar. near basal portion, $\times 3$	"
" 37. " " " " " " " " " " $\times 2$	"



PL. VIII.

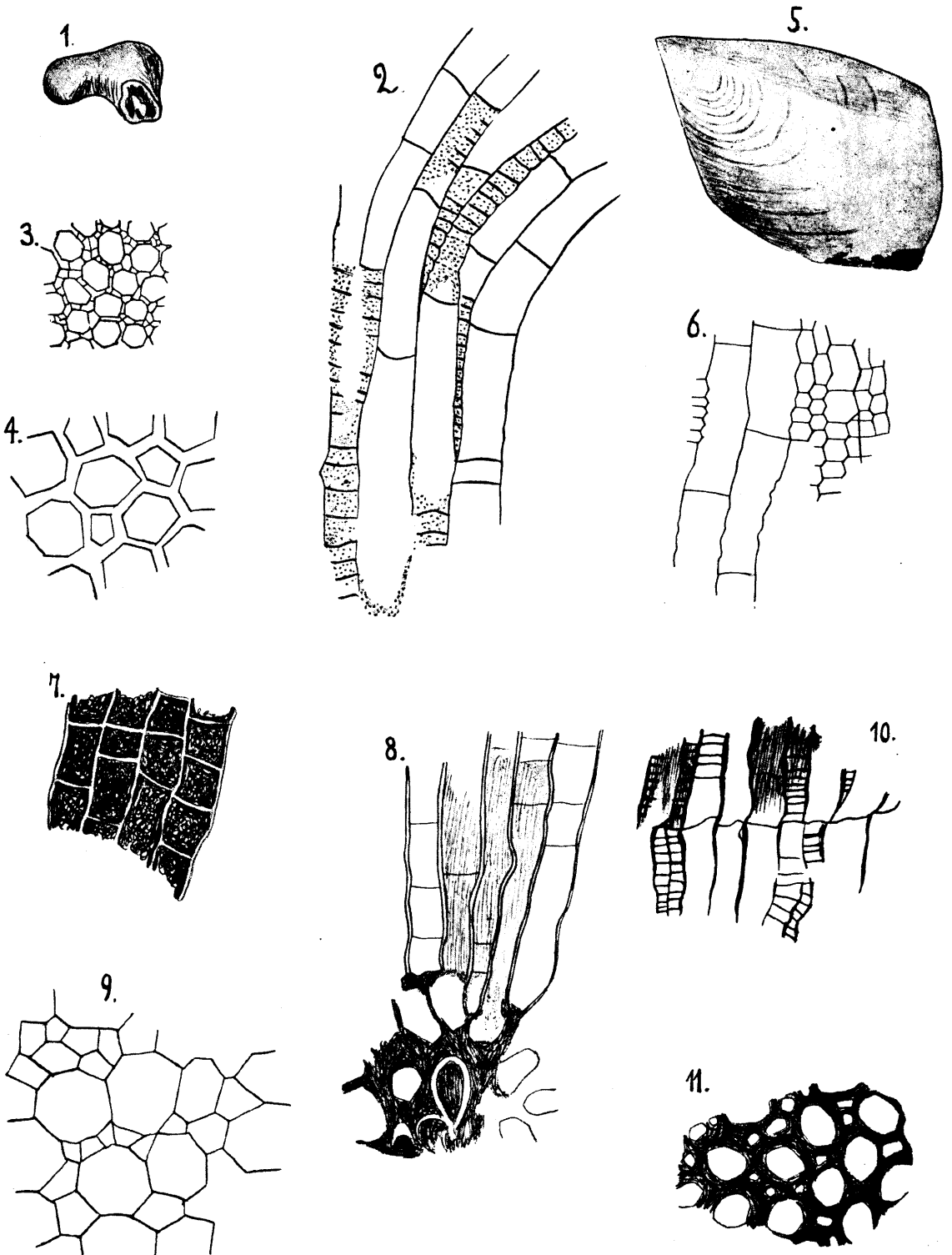
		Page
Fig. 1.	<i>Graptodictya bonnemai jaervensis</i> , var. n., fragment of zoarium, $\times \frac{2}{3}$	58
" 2.	" " " " " surface of zoarium, $\times 12$	"
" 3.	" " " " " tang. section of zoar., $\times 15$	"
" 4.	" " " " " vertical thin section, $\times 20$	"
" 5.	<i>Graptodictya minima</i> sp. n., surface of zoarium, $\times 5$	59
" 6.	" " " " " margin of zoarium, $\times 5$	"
" 7.	" " " " " transverse section (rough), $\times 8$	"
" 8.	" " " " " vertic. thin section, $\times 5$	"
" 9.	<i>Pachydictya irregularis</i> sp. n., fragment of zoarium, $\times \frac{2}{3}$	60
" 10.	" " " " " surface of zoarium, $\times 8$	"
" 11.	" " " " " transverse section (rough), $\times 10$	"
" 12.	" " " " " young branch of zoarium, $\times \frac{2}{3}$	"
" 13.	" " " " " " " " " " $\times 16$	"
" 14.	" " " " " tang. thin section, $\times 14$	"
" 15.	" " " " " vertic. thin section, $\times 16$	"
" 16.	<i>Protocrisina disposita</i> sp. n., zoarium from side, $\times 20$	40
" 17.	" " " " " front of zoarium, $\times 20$	"
" 18.	" " " " " noncellulifer. side of zoarium, $\times 20$	"
" 19.	<i>Nematopora granosa</i> Ulrich, zoarium from side, $\times 28$	56
" 20.	" " " " " " " " " " $\times 28$	"
" 21.	" " " " " zoarium anteriorly, $\times 20$	"
" 22.	" " " " " transverse section, $\times 28$	"
" 23.	<i>Phylloporina papillosa</i> sp. n., cellulifer. side of zoarium, $\times 12$	52
" 24.	" " " " " noncellulifer. side of zoar., $\times 12$	"
" 25.	" " " " " transverse section, $\times 12$	"



Pl. IX.

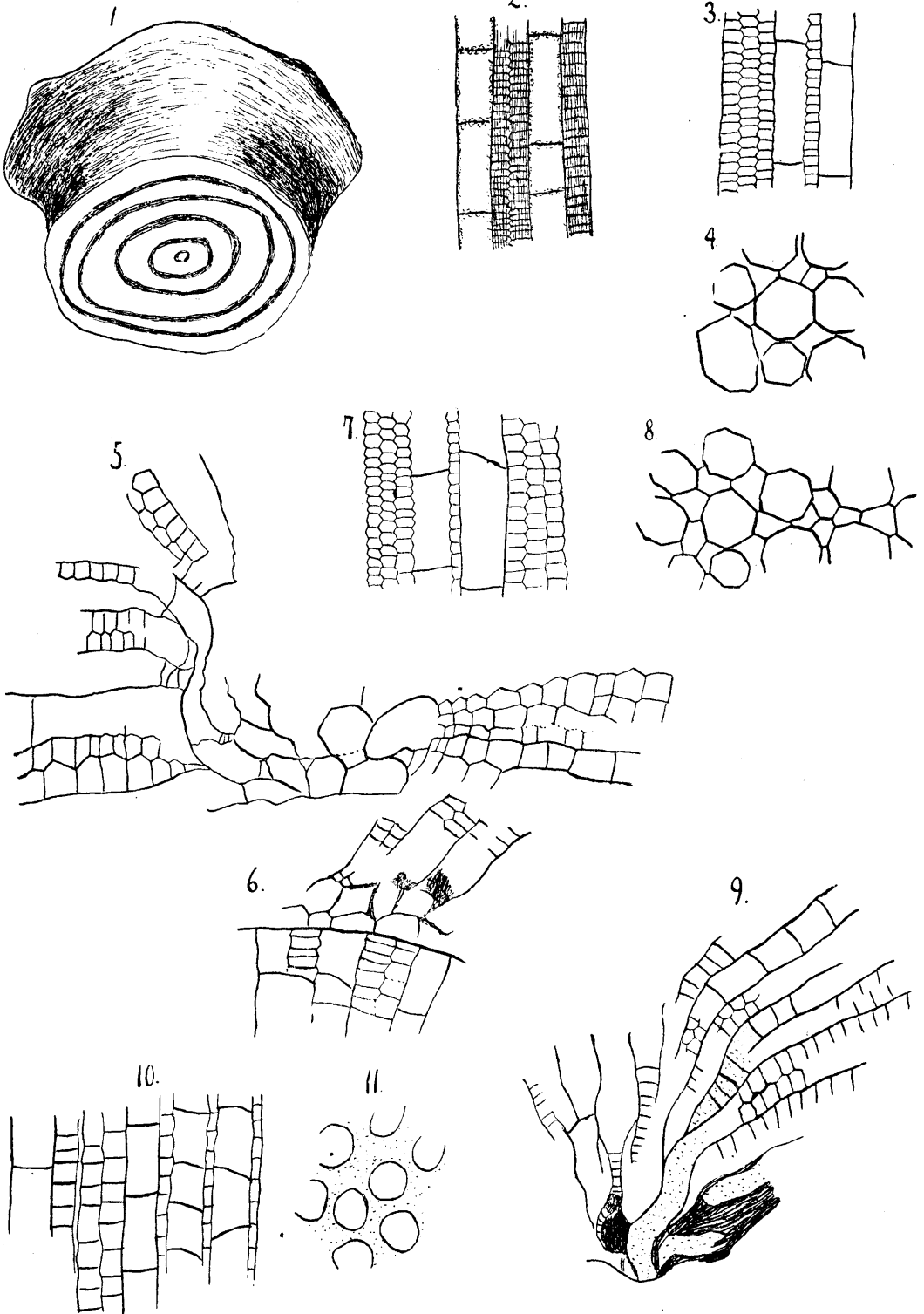
	Page
Fig. 1. <i>Hallopora dybovsky</i> Bassler, zoarium, $\times \frac{2}{3}$	42
" 2. " " " vertical section of zoarium, $\times 20$	"
" 3. " " " surface of zoarium, $\times 10$	"
" 4. " " " tang. section of zoarium, $\times 20$	"
" 5. <i>Clionychia</i> cf. <i>lamellosa</i> Hall., $\times \frac{2}{3}$	83
" 6. <i>Diplotrypa westoni</i> Ulrich, vertical thin section, $\times 18$	44
" 7. <i>Diplotrypa moniliformis</i> Bassler, vert. thin section, $\times 20$	43
" 8. " " " " " " $\times 20$	"
" 9. " " " tang. thin section, $\times 21$	"
" 10. <i>Diplotrypa lamellaris</i> sp. n., vertic. thin section, $\times 14$	45
" 11. " " " tang. thin section, $\times 14$	"





Pl. X.

				Page
Fig. 1.	<i>Diplotrypa petropolitana</i>	(Nicholson),	$\frac{1}{2}$ of nat. size	44
" 2.	"	"	vert. thin section, $\times 10$. . .	45
" 3.	"	"	" " " $\times 10$. . .	"
" 4.	"	"	tang. thin section, $\times 12$. . .	"
" 5.	"	"	vert. thin sect., with initial budding stages, $\times 22$. . .	"
" 6.	"	"	vertical section, with 2 growth zones, $\times 20$	"
" 7.	"	"	vertical thin section, $\times 12$. .	"
" 8.	"	"	tang. thin section, $\times 12$. . .	"
" 9.	"	"	vert. thin section, with initial budding stages, $\times 20$	"
" 10.	"	"	vertic. thin section, $\times 10$. .	"
" 11.	"	"	tang. thin section, $\times 10$. . .	"



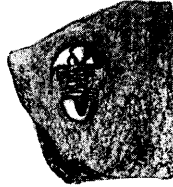
Pl. XI.

	Page
Fig. 1. <i>Asaphus ornatus</i> Pomp., compl. specim., $\times \frac{2}{3}$	86
" 2. " <i>platyurus</i> Ang., nearly compl. specim., $\times \frac{2}{3}$	"
" 3. " <i>kovalevskii</i> Lawrow, fragm. of cephalothorax with eye, $\times \frac{2}{3}$	87
" 4. <i>Chasmops praecurrens</i> F. Schmidt, nearly compl. specim., $\times \frac{2}{3}$	89
" 5. " " " left check and eye, $\times 6$ diam.	"
" 6. " " " portion of eye, $\times 22$ diam.	"
" 7. " " " cephalothorax, $\times \frac{1}{3}$	"
" 8. <i>Pterygometopus panderi</i> F. Schmidt, cephalothorax, $\times \frac{1}{3}$	"
" 9. " <i>sclerops</i> Dalm., cephalothorax, $\times \frac{1}{3}$	90
" 10. <i>Lichas kuckersiana</i> F. Schmidt, pygidium, $\times \frac{2}{3}$	88
" 11. <i>Cybele kutorgae</i> F. Schmidt, pygidium, $\times 2.5$	"
" 12. <i>Cheirurus macrophthalmus</i> Kutor., pygidium, $\times \frac{1}{3}$	"
" 13. " " " fragm. of cephalothorax, $\times 2.5$	"
" 14. <i>Ampyx rostratus</i> Sars., pygidium, $\times \frac{1}{3}$	87
" 15. " " " cephalothorax (interiorly), $\times \frac{1}{3}$	"
" 16. " " " cephalothorax (above), $\times \frac{1}{3}$	"
" 17. Undetermined, cephalothorax, $\times \frac{1}{3}$.	
" 18. " (Cheirurus? sp.), fragm. of cephalothorax, $\times \frac{1}{3}$.	

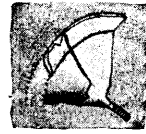
1.



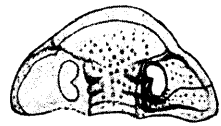
2.



3.



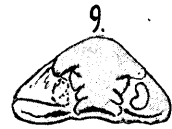
8.



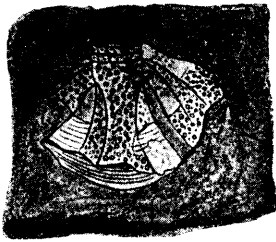
4.



9.



10.



5.



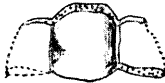
11.



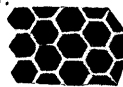
12.



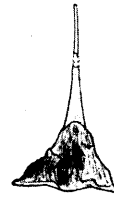
13.



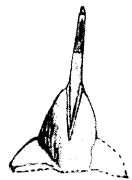
6.



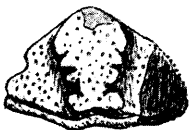
15.



16.



17.



18.



7.



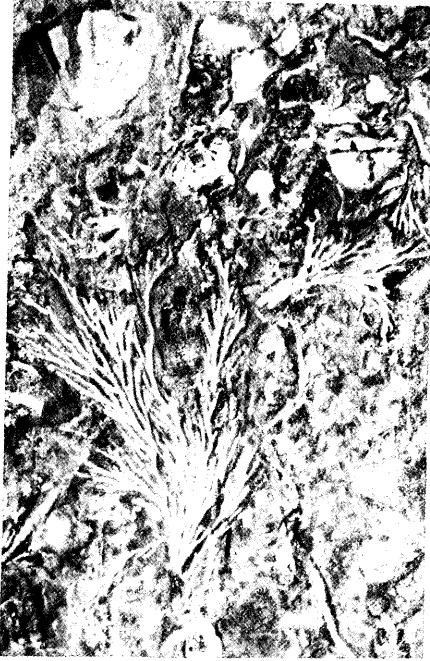
14.



Pl. XII.

	Page
Fig. 1. Fragment of kuckersite with :	
1) <i>Pseudohornea bassleri</i> sp. n., nearly complete zoarium, $\times \frac{2}{3}$	54
„ 2. Fragment of marly-limestone with worm tracks, nat. s.	
„ 3. <i>Phylloporina granistriata</i> Ulrich, fragm. zoarium, nat. size	51
„ 4. Fragment of kuckersite with :	
1) <i>Polypora quadrata</i> sp. n., fragmentary zoarium, $\times \frac{3}{4}$	53
2) <i>Chasmatopora furcata</i> Eichw., fragmentary zoarias, $\times \frac{3}{4}$	49

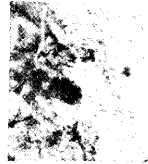
1.



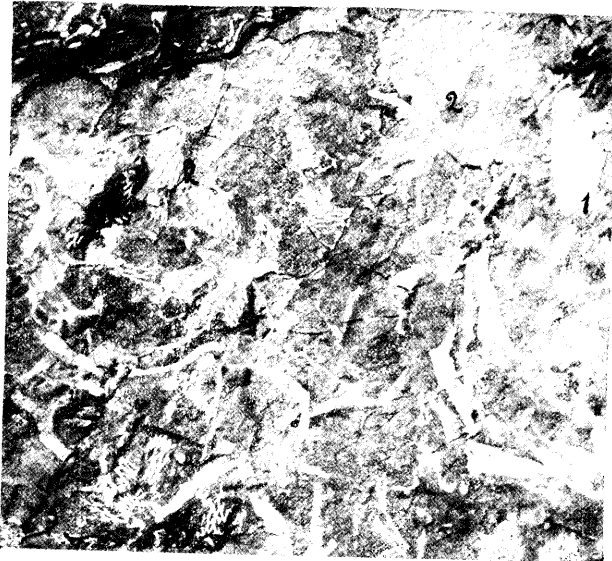
2.



3.



4.



**DAS BAKTERIOLOGISCHE KABINETT DER
UNIVERSITÄT DORPAT
LEITUNG: DOZENT DR. MED. C. SCHLOSSMANN**

**ÜBER DIE DARMSPIROCHÄTEN BEIM
MENSCHEN**

VON

C. SCHLOSSMANN

DORPAT 1921

Druck von C. Mattiesen, Dorpat 1921

Die Zahl der Spirochätennamen wächst in der Literatur fast jährlich und wahrscheinlich gehören viele unter den verschiedensten Benennungen beschriebene Arten zusammen. Was unsere Kenntnisse der morphologischen, biologischen und epidemiologischen Eigenschaften der Spirochäten betrifft, so wachsen sie leider nicht proportional ihrer Zahl. Wenn wir nur die im menschlichen Körper gefundenen Spirochäten zusammenfassen, so sieht man, dass ausser den sicher pathogenen Spirochäten: *Spir. recurrentis*, *Spir. pallida*, *Spir. pertenuis* und *Spir. icterogenes* noch eine grosse Zahl anderer existiert, denen eine pathogene Bedeutung beigemessen wird. Bekanntlich finden sich Spirochäten im Verein mit anderen Mikroorganismen bei zahlreichen eitrigen und gangränösen Prozessen. Bei *Stomatitis ulcerosa*, *gangrenosa*, bei *Angina Plaut.-Vincenti*, bei *Balanitis erosiva*, den Accuminaten, bei dem ulzerierenden Carcinom, der Lungenangrän und ähnlichen Erkrankungen sind Spirochäten gefunden. Ihre Rolle bezüglich der Aetiologie dieser Krankheiten ist bisher noch nicht festgestellt (Arnheim).

Solange die Züchtung und Untersuchungen, in bezug auf die Pathogenität der Spirochäten, mit Schwierigkeiten begleitet sind, dürfte es zweckmässig sein, dass auch den, scheinend, nicht pathogenen Spirochäten des menschlichen Körpers, eine genügende Aufmerksamkeit erteilt wird. Das hat in der differentialdiagnostischen Hinsicht ein grosses Interesse.

Da die Untersuchungen über die Darmmikroflora nur im Entwicklungsstadium liegen, so halte ich mich berechtigt folgende kleine Angaben über die schon bekannten Darmspirochäten und die von mir bei meinen Untersuchungen in den menschlichen Darmentleerungen gefundenen Spirochäten vorzulegen.

Spirochäten in den menschlichen Darmentleerungen sind

bisher von recht vielen Autoren erwähnt worden. Auf das Vorkommen der Spirochäten in der Darmentleerung bei *Cholera asiatica* und bei „*Cholera nostras*“ hat zuerst Escherich (1884) aufmerksam gemacht. Der Autor hielt sie für „Zahnspirochäten“. Aehnliche Gebilde wurden von de Giaksa und Lustig (1886), Gruber sowie von Babes (1887), Fürbringer und Kirchner (1892) gefunden.

Kowalski hat (1894) im Cholerastuhl und auch in den Entleerungen von Gesunden Spirochäten gesehen, die er mit dem Namen „*Spirillum hachaizae*“ bezeichnet. Über entsprechende Befunde hat eine Reihe anderer Autoren (Abel, Aufrecht, Grassberger, Nicolle u. a.) berichtet.

Günther (1898) erwähnt das nicht seltene Vorkommen von „spirillenförmigen Gebilden“ im Cholerastuhl und bei *Cholera nostras*. Günther hat zwei Spirillenformen beobachtet: 1) häufigste Form in Gestalt der gewöhnlichen Zahnspirochäten, feine, schwach färbbare, mit unregelmässigen flachen Windungen und mit zugespitzten Enden, 2) seltenere Form: ziemlich grosse, mit mehreren regelmässigen Windungen versehene Gebilde. Günther hielt die Herstammung dieser Spirillen und die Rolle, welche ihnen zukommt, für völlig zweifelhaft.

Le Dantec (1903) beschrieb eine „Dysentérie spirillaire“ und machte nur spärliche Angaben über die von ihm beobachteten Spirochäten. Diese feine Spirochäte von 7—14 μ Länge tritt in 3 Formen auf, und zwar als wellige Form von 3 Windungen, als Spiralform und als gebuckelte Form. Die genannten Spirochätenformen kommen in Frankreich bei der Dysenterie fast in der Reinkultur vor und le Dantec hielt sie für pathogene. Auch verschiedene andere französische Verfasser haben „spirilläre Dysenterie“ beschrieben. So hat Cammermeyer (1912) einen Fall gesehen, wo sich Spirochäten fast in Reinkultur im Stuhl befanden.

Mühlens (1907) erwähnt kleine Darmspirochäten, die bei Enterodiarrhöe der Kinder und auch der Erwachsenen im Stuhl gefunden waren. Diese Spirochäten waren 5—15 μ lang, sehr dünn, an den Enden spitz zulaufend, mit 2—4 unregelmässigen Windungen, lebhaft beweglich, nach Giemsa blaurot bis blau gefärbt. Aehnliche Spirochäten fand der Autor massenhaft in den Entleerungen eines aus Südwest-Afrika heimgekehrten, an der Amoebendysenterie leidenden Soldaten, häufig bei der Sommerdiarrhöe der Kinder und während der Choleraepidemie des

Jahres 1905 neben den Vibrionen. Mühlens hielt sie für nicht pathogene. Grössere Darmspirochäten hat Mühlens bei einem zur Sektion gekommenen Fall von „*Colitis ulcerosa*“, im ganzen 3 Typen, ähnlich wie im Munde, gesehen. Neben den Spirochäten wurden häufig im Darminhalt fusiforme Bazillen gefunden.

Rosanow (1909) fand während der Moskauer Choleraepidemie Spirochäten im Stuhle, die nach dem Autor an Spirochäten des Rückfallytyphus erinnerten. Ausserdem fanden Courmont u. Lesieur (1911) Spirochäten im Stuhle bei *Cholera nostras* in Lyon.

Werner (1909) berichtet, dass er bei der mikroskopischen Untersuchung seines Stuhlganges Spirochäten in der Darmentleerung fand. Sein Stuhlgang war von normaler Beschaffenheit. Der Autor unterschied 2 Spirochätentypen: 1) *Spirochaeta eurygyrata*, 4,6—7,3 μ lang, mit einer Schraubenbewegung ohne Gestaltsveränderungen, die Windungen sehr weit, so dass die S-Formen häufiger zu finden waren; 2) *Spirochaeta stenogyrata*, eine enggewundene Form, 3,5—6,1 μ lang, die Anzahl der Windungen schwankte zwischen 2 und 6, mit schraubenförmigen Vor- und Rückwärtsbewegungen. Werner sah knopfförmige Anschwellungen, sowie Einrollen der letzten Windungen bei diesen Spirochäten. Nach Werner ähnelt die enggewundene Form in mancher Hinsicht der *Spirochaeta dentium*. Über die Pathogenität dieser Spirochäten kann Werner nichts äussern. Die weitgewundene Form wurde bei einem Araber, der an der Lungentuberkulose litt, gefunden, ferner bei einem an chronischem Dickdarmkatarrh erkrankten Weissen. Werner hat den Eindruck, dass die beiden Spirochätenarten ziemlich häufig in menschlichen Darmentleerungen vorkommen.

Weiter berichteten Leber und v. Prowazek (1911) über Spirochätenbefunde im diarrhoischen Stuhl auf Samoa.

Heim sagt in seinem Lehrbuch (1918) über die Darmspirochäten nur soviel, dass bei längerer Einwirkung des Farbstoffes (Fuchsin) die Spirochäten, ähnlich den im Munde vorhandenen, in vereinzelt Exemplaren, erscheinen. Sie haben ihren Sitz im Darmschleim und sind deshalb im diarrhoischen Stuhle reichlicher.

Über einige Darmspirochäten, die bis jetzt beschrieben worden sind, können wir noch nicht sagen, ob sie zu den rich-

tigen Spirochäten oder Spirillen gehören. So finden wir die von Kowalski gefundenen Spirochäten im Lehrbuch von Lehmann und Neumann (1920) unter den Spirillen beschrieben. Ebenfalls halten sie die „Dysenteriespirillen“ von le Dantec für unbekannt.

Aus den vorstehenden Literatúrauszügen geht schon hervor, dass die Spirochäten häufig in den menschlichen Darmentleerungen gefunden worden sind und dass die Spirochäten in normalen Entleerungen, in vereinzelt Exemplaren vorkommen, in diarrhoischem Stuhle aber reichlicher vorhanden sind. Bezüglich der Morphologie und Biologie der Darmspirochäten herrscht noch keine Klarheit.

Nun fragt es sich, ob die gefundenen Spirochäten zur gewöhnlichen menschlichen Darmmikroflora gehören, die bei normalen Darmfunktionen eine Minderzahl zwischen übrigen Darmmikroben bilden und nur bei den pathologischen Prozessen passende Bedingungen für ihre Vermehrung finden. Wie aus den vorstehenden Literatúrauszügen hervorgeht, ist ihre Rolle bezüglich der Pathogenität bisher noch nicht festgestellt. Während ein Teil der Autoren ihnen nur den Wert von saprophytischen Begleitern zuerkennen wollen, haben andere sie als Erreger der betreffenden Erkrankungen gefasst.

Bezüglich der Morphologie der menschlichen Darmspirochäten finden wir in den zahlreichen Arbeiten sehr verschiedene Angaben. Abbildungen und Beschreibungen lassen aber glauben, dass oft identische Spirochäten unter verschiedenen Benennungen zusammengefasst worden sind. Die Angaben sind meist auf Grund von gefärbten Abstrichpräparaten gewonnen und selbstverständlich gleicht nicht im Ausstrichpräparat eine jede Spirochäte genau der anderen. Durch Methodik beim Ausstreichen und fixieren der Präparate, wohl infolge von Lebensbedingungen der Spirochäten, können mehr oder weniger abweichende Bilder zur Beobachtung kommen. Das lässt sich sehr gut bei der Untersuchung der *Spirochaete pallida* konstatieren.

Meine Untersuchungen bezüglich der Darmspirochäten erstrecken sich auf eine Anzahl menschlicher Darmentleerungen und betrafen meist die Entleerungen von normaler Beschaffenheit, ferner einige Fälle des diarrhoischen Stuhls. Für die mikroskopischen Untersuchungen wurden die Ausstrichpräparate

aus der oberflächlichen schleimigen Schicht der Darmentleerung gemacht, mit der Silbermethode nach Fontana, mit Giemsa-Färbung und mit Carbofuchsin gefärbt. Schon aus solchen einfachen mikroskopischen Untersuchungen ergibt sich, dass Gebilde, ähnlich denen der Spirochäten, sehr oft im menschlichen Stuhle vorhanden sind. In tieferen Schichten des Stuhls kann man diese Gebilde selten finden.

Im ganzen wurden 65 Darmentleerungen von normaler Beschaffenheit und 10 diarrhoische Stühle untersucht. Die Resultate der mikroskopischen Untersuchung, kurz zusammengefasst, lauten: 1) Spirochätenähnliche Gebilde wurden bei 70—75% aller Darmentleerungen gefunden; 2) diese Gebilde sind im diarrhoischen Stuhl reichlicher, wurden aber nicht bei allen Fällen gefunden (80%); 3) die Spirochätenquantität kann in der Darmentleerung in breiten Grenzen schwanken; 4) in menschlichen Darmentleerungen von normaler Beschaffenheit können massenhaft Spirochäten vorhanden sein.

Es muss erwähnt werden, dass unter 65 untersuchten Darmentleerungen in 3 Fällen (3,9%) sich massenhaft Spirochäten im Stuhlgange von normaler Beschaffenheit befanden. Die betreffenden Personen waren stets darmgesund.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der gefärbten Präparate aus der Entleerung wurden gewöhnlich einzelne oder mehrere Spirochäten im Gesichtsfelde des Mikroskops gefunden. Oft kann man eine eigenartige Anhäufung der Spirochäten um eine Schleimmasse herum sehen. Mehrere der Spirochäten sind strahlig um die Protoplasmamasse gruppiert, mit dem einen Ende an ihr haftend.

Das nähere Studium der Morphologie dieser Darmspirochäten auf den gefärbten Präparaten zeigte, dass hauptsächlich zwei morphologisch voneinander unterscheidbare Arten anwesend waren: eine weitgewundene Form, mit 2—3 Windungen, und eine enggewundene Form, wo die Anzahl der Windungen im allgemeinen zwischen 5—8 schwankt. Ausserdem kommen aber viele Übergangsformen vor und wie gesagt ist die mikroskopische Untersuchung der gefärbten Präparate allein ungenügend für die Artenunterscheidung der Spirochäten.

Für die Beobachtung der Spirochäten im lebenden Zustande wurde eine Öse aus der oberflächlichen schleimigen Schicht

der Entleerung, wo mikroskopisch reichlich Spirochäten vorhanden waren, mit physiologischer Kochsalzlösung und Ascitesflüssigkeit verdünnt. Ein Tröpfchen von dieser Verdünnung wurde auf einen Objektträger gebracht, ein Deckglas aufgelegt und das Präparat mit Paraffin umzogen. Einige Präparate wurden bei 18—20° C., andere bei 37° C. aufbewahrt. In diesen Präparaten, die bei 18—20° C. aufbewahrt wurden, sah ich die Spirochäten nach 2—3 Stunden beweglich. Bei 37° C. können sie ihre Beweglichkeit noch länger erhalten.

In frischen Präparaten ist die Bewegung der Darmspirochäten sehr lebhaft. Sie bestand in einer Beugebewegung des ganzen Körpers, in einer Rotation, sowie in ruckweise stossenden Vor- und Rückwärtsbewegungen. Die Bewegung ist aber nicht bei allen Exemplaren mit einer eigentlichen Lokomotion verbunden. Es scheint charakteristisch für diese Spirochäten zu sein, dass manche Exemplare, trotz lebhafter Beweglichkeit, doch an einer Stelle im Gesichtsfelde bleiben. Andererseits bewegen sich einige Spirochäten gerade durch das Gesichtsfeld. Es wurde auch eine langsame seitliche Lokomotion der Spirochäten konstatiert. Im ganzen kann man sagen, dass die Spirochäten des menschlichen Stuhles schwach lokomotorisch sind.

Diese kurzen Angaben über die Darmspirochäten im Ausgangsmaterial, so wichtig sie zur allgemeinen Kenntnis auch sind, genügen weit nicht, um über die biologische und ätiologische Stellung dieser Spirochäten ein Urteil zu gewinnen. Von wesentlicher Bedeutung wäre es die Entwicklung der Darmspirochäten durch Kultur zu beobachten. Obwohl in der letzten Zeit die Kultur der Spirochäten Fortschritte gemacht hat, doch scheint es, nach den bisherigen Erfahrungen, mit den grössten Schwierigkeiten verbunden zu sein, die Spirochäten aus dem menschlichen Organismus rein zu züchten. Gewöhnlich müssen die Untersucher bei der Spirochätenkultur erst auf dem Umwege über die Mischkultur zum Ziele gelangen.

Ausserordentlich schwierig sind die Versuche der Reinzüchtung der Darmspirochäten, weil sie in den Darmentleerungen mit verschiedenen aeroben und anaeroben Begleitbakterien gemischt sind. Da die Spirochäten für ihre Entwicklung geraume Zeit beanspruchen, so wachsen gewöhnlich die Begleitbakterien schnell und das Spirochätenwachstum wird gehemmt.

Das idealste Verfahren bei der Reinzüchtung, dasjenige auf der Platte, ist leider zur Isolierung der Spirochäten nicht möglich. Bekanntlich ist die Isolierung vieler Bakterien durch Anreicherungsverfahren erleichtert. Zu diesem Zweck müssen wir bei der Kultivierung der Darmspirochäten einen Nährboden finden, der Hemmungsstoffe für die anderen Darmbakterien enthält und nur die Spirochäten relativ anreichert. Meine zahlreichen Versuche in dieser Richtung erwiesen sich lange Zeit als negativ. Endlich beobachtete ich, dass der Zusatz von acid. acetici glaciale oder acid. lactici (0,75—1%) andere Darmbakterien stark zurückhält, ohne das Darmspirochätenwachstum zu verhindern.

Es wurde ein Stückchen aus der oberflächlichen schleimigen Schicht der Darmentleerung, wo mikroskopisch viele Spirochäten vorhanden waren, in die Traubenzuckernährbouillon mit 1% acid. acetici glaciale oder acid. lactici (Heymann) getan und bei 37° C. aufbewahrt. Nach 4—6 Tagen des Wachstums erschienen in der Bouillon viele Spirochäten, die hauptsächlich von acidophilen Darmbakterien begleitet waren. Am 8—9 Tage des Wachstums waren die Spirochäten noch reichlicher vorhanden. In 15—18 Tagen alten Kulturen konnte man eine Verkleinerung der Spirochätenzahl wahrnehmen. Doch wurden in der Bouillon nach 25 Tagen des Wachstums einzelne Spirochäten gefunden, die bei der Dunkelfelduntersuchung schwache Bewegungserscheinungen zeigten. Die Züchtungen in der Traubenzuckerbouillon ohne Zusatz der genannten Säuren erwiesen sich als negativ. Im ganzen lassen sich die Ergebnisse der Züchtung folgendermassen zusammenfassen: 1) In normalen Darmentleerungen vorhandene Spirochäten vermehren sich in der Traubenzuckerbouillon mit Zusatz von Essig- und Milchsäure bis 1%; 2) die Spirochäten bewahren ihre Bewegungserscheinungen in diesen Mischkulturen bei 37° C im Laufe von 20—25 Tagen.

Nach solchem Anreicherungsverfahren können wir aus den Darmentleerungen eine Mischkultur bekommen, wo reichlich Spirochäten nebst acidophilen Bakterien vorhanden sind. Alle anderen Bakterien der Darmmikroflora vertragen das Dasein der Säuren nicht und verschwinden nach einigen Tagen. Die Darmspirochäten aus der Mischkultur fanden günstige Lebensbedingungen in folgendem Nährboden: zu 10 ccm. Trauben-

zuckerbouillon mit 1% Essig- oder Milchsäure wird ein Stückchen (1—2 ccm) von der menschlichen Darmentleerung hinzugefügt und bei 100° C sterilisiert. Bei der Übertragung des Materials (1 Tropfen) aus der Mischkultur in den genannten Nährboden wurde nach 5—6 Tagen eine deutliche Vermehrung der Spirochäten gefunden. Auf solche Weise gelang es mir die Haltbarkeit der Darmspirochäten in drei Generationen wahrzunehmen.

Trotz dieser zum Teil beträchtlichen Anreicherung, entsprechen diese Versuche noch nicht dem Begriff einer eigentlichen Züchtung der Darmspirochäten. Es muss erwähnt werden, dass dieses Anreicherungsverfahren schwierig ist, wenn wir es mit Darmentleerungen zu tun haben, wo bei der mikroskopischen Untersuchung wenig Spirochäten vorhanden sind.

Auf Grund erwähnter Untersuchungen können wir wohl glauben, dass die Darmspirochäten eine starke Widerstandsfähigkeit gegen die Säurewirkung haben.

Gegen die Wärmewirkung zeigen die Darmspirochäten auch recht starke Widerstandsfähigkeit. Für die Untersuchung der Wärmewirkung wurden kleine Stückchen aus der schleimigen Schicht der Darmentleerung in Probiertgläser mit der Traubenzuckerbouillon gebracht, bei verschiedenen Temperaturen im Wasserbade erwärmt, die Säure bis 1% zugegossen und im Brutschrank bei 37° C aufbewahrt. Folgende Tabelle zeigt an, bei welcher Temperatur nach 5—6 Tagen des Wachstums die beweglichen Spirochäten in der Bouillon gefunden wurden.

Tabelle 1.

Temperatur	Zeit der Wirkung	Wachstum
80° C	15 Min.	+
80° C	30 Min.	—
100° C	1 Min.	+
100° C	2 Min.	—
100° C	3 Min.	—

Die Spirochäten in den Mischkulturen waren identisch mit denen im Darmschleim gefundenen, so sei an dieser Stelle kurz

die Hauptcharakteristik der gefundenen Darmspirochäten zusammengestellt.

Die Länge der Darmspirochäten schwankt zwischen 6 und 18 μ . Die Dicke beträgt etwa 0,3—0,4 μ . Die Enden sind meist zugespitzt.

Die Anzahl der Windungen schwankt im allgemeinen zwischen 4 und 8. Die Windungen sind ziemlich gleichmässig, kurz, tief, wenig wechselnd mit der Bewegung.

Ortsbewegung und Bewegungsformen sind schon oben angegeben.

Diese Spirochäten lassen sich mit Carbol-fuchsin bei längerer Einwirkung des Farbstoffes gut färben, sie sind Gram-negativ. Bei Giemsa-färbung sind sie blaurot bis blau. Die Silbermethode nach Fontana gibt eine schöne Färbung der Darmspirochäten.

Im gefärbten Zustande haben die Darmspirochäten ein charakteristisches Aussehen, das in der Regel von dem im lebenden Zustande zu beobachtenden Bilde etwas abweicht. Bei rascher Fixierung unter Anwendung der Osmiummethode sind die Formen gut erhalten.

Man sieht nicht selten, in gefärbten Präparaten, Formen, die an dem einen Ende, oder auch sonstwo im Verlauf einige flachere Windungen zeigen.

In oder am Körper der Spirochäten, oft nahe dem Ende kommen geringe kugelige oder knöpfchenförmig aufsitzende Gebilde vor.

In den gefärbten Präparaten wird beobachtet, dass zwei Spirochäten durch eine dünne Brücke miteinander verbunden sind. Ob wir solche Gebilde als Endstadium einer Längs- oder Querteilung der Spirochäten fassen können, ist noch nicht festge-

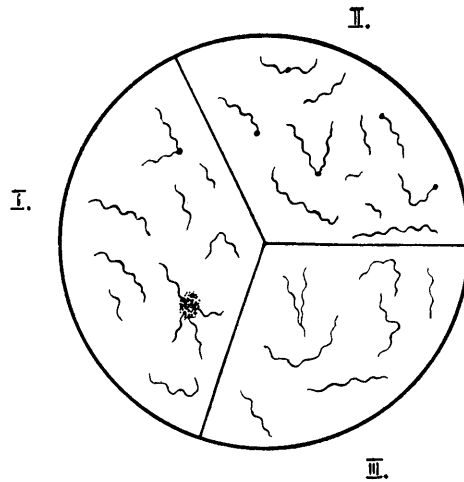


Fig. 1.

stellt. Bekanntlich kommen diese Gebilde auch bei anderen Spirochätenarten vor.

Ausserdem sehen wir sehr oft V-förmige Spirochäten, wo aus dem knöpfchenförmigen Gebilde zwei Spirochäten ausgehen. Das kann einfach eine Biegung einer langen Spirochäte, oder Aneinanderlagerung zweier Individuen sein. Wollen wir solche mikroskopische Bilder als nicht vollendete Teilung der Spirochäte interpretieren, so muss man voraussetzen, dass man sich leicht täuschen kann, da die Spirochäten sich sehr oft aneinander legen, oder verschlungen sind.

In gefärbten Präparaten kommen Gebilde vor, die sehr nach Spirillen aussehen. Es fragt sich, ob wir hier nicht mit Spirillen und Spirochäten zu tun haben. Die Spirillen besitzen im Gegensatz zu den Spirochäten polare Geisselbüschel. Wiederholte Geisselfärbungen nach Loeffler und Zettnow erwiesen sich bei den beiden genannten Formen als negativ. Die gemeinsamen biologischen Eigenschaften sprechen wohl dafür, dass wir nur eine Art der Spirochäten vor uns haben. Es handelt sich wahrscheinlich um die Degenerationsformen und das Alter verschiedener Individuen. In den alten Mischkulturen kommen hauptsächlich die langen ausgestreckten Formen vor, in dem Ausgangsmaterial herrschen dagegen die kurzen Formen.

Über die Ergebnisse der Darmspirochätenzüchtung auf den Nährböden, auf denen die meisten Spirochäten wachsen, ist folgendes zu berichten. In halberstarrem Pferdeserum nach Schereschewsky, in das ein Stückchen aus dem Ausgangsmaterial eingetragen wurde, erhielt ich nach 6—8 Tagen eine Mischkultur von Spirochäten und anderen Darmbakterien. Diese Kulturen liessen sich durch Generationen hindurch verimpfen. Durch die mikroskopische Untersuchung lässt sich reichliches Spirochätenwachstum feststellen, wobei zugleich eine Verflüssigung des Nährbodens wahrzunehmen ist. Es zeigten sich dabei keine, den Spirochäten charakteristische Kolonien, und es kommt zu einer diffusen Trübung, die den ganzen Nährboden einnimmt.

Ausserdem liessen sich die Darmspirochäten in frischem inaktiviertem Kaninchenserum, unter Luftabschluss durch steriles flüssiges Paraffinöl; gut in der Mischkultur züchten.

Nach den genannten Methoden habe ich 8 mal Mischkulturen von Spirochäten aus den Darmentleerungen bekommen.

Nicht minder schwierig erscheint es aus den Anfangskulturen, die in der Regel durch fremde Bakterien verunreinigt sind, die Darmspirochäten zu isolieren. Verschiedene Methoden (nach Mühlens, Arnheim, Schmamin und Sowade) der Gewinnung der Reinkultur wurden versucht ohne zum Ziel zu führen.

Die Spirochäten aus den Mischkulturen nach Schereschewsky und Ungermann (Kaninchenserum) gleichen in ihrem Grundtyp denjenigen in der Darmentleerung. Doch habe ich bemerkt, dass in den Kulturen nach Schereschewsky neben Elementen von der gewöhnlichen Länge sich übermässig lange Formen finden. Die Windungen zeigten nach Zahl, Weite und Steilheit ein wechselndes Verhalten. Die Beweglichkeit ist auf festem Nährboden schwächer als in flüssigen Substraten.

Mit obengenannten Mischkulturen habe ich eine Reihe von Tierversuchen angestellt. Mischkulturen erwiesen sich für Mäuse, Kaninchen und Meerschweinchen als avirulent. Ein Teil der Mäuse starb an Infektion, die überlebenden zeigten eine Nekrose an den Injektionsstellen, oder äusserten keine krankhaften Erscheinungen. Die Infektion und Nekrose sind wohl auf Rechnung der Mischinfektion zu setzen. Spirochäten konnten im Blut nicht gefunden werden. Das spricht freilich nicht gegen die Pathogenität der Darmspirochäten, da sie durch die Kultur verloren gegangen sein kann.

Nachdem wir in Hauptzügen mit den morphologischen und biologischen Eigenschaften der Darmspirochäten bekannt geworden sind, müssen wir kurz über die Rolle dieser Spirochäten im menschlichen Darm sprechen.

Über die Bedeutung der in den Darmentleerungen gefundenen Spirochäten herrscht noch keine Klarheit. Viele neigen zu der Ansicht, dass die Darmspirochäten gewisse Pathogenität besitzen. Dass die Spirochäten im diarrhoischen Stuhl bei *Cholera asiatica*, *Cholera nostras* und Dysenterie fast in der Reinkultur vorkommen, spricht noch nicht für die Pathogenität dieser Spirochäten. Es kann möglich sein, dass die Spirochäten, als Bewohner des normalen Darmkanals, bei den pathologischen Prozessen passende Bedingungen für ihre Vermehrung finden und deswegen im diarrhoischen Stuhle reichlicher vorhanden sind. Es wurde bei meinen Untersuchungen konstatiert, dass

die Spirochätenzahl sich in der Darmentleerung während der Funktionsstörung des Darmes schnell vergrößerte.

Ein Teil der Autoren hielt die in den Darmentleerungen gefundenen Spirochäten für Zahnspirochäten. Miller nimmt an, dass die Mundspirochäten eventuell nach anderen Teilen des Körpers verschleppt werden und sich dort unter günstigen Umständen eine Zeitlang erhalten können. Peters sah in einer eitrigen Entzündung an einem Finger, die nach Verletzung durch einen Schlag gegen die Zähne entstanden war, Spirochäten fast in der Reinkultur. Es handelt sich wahrscheinlich um saprophytisches Wachstum der Mundspirochäten auf allen Arten von jauchigen Zerfallprozessen, so dass sie auch im menschlichen Darm als harmlose Schmarotzer leben können.

Morphologisch sind die Darmspirochäten in der Mischkultur in gewissem Grade ähnlich den Mundspirochäten. Doch kommen starke Abweichungen vor und wie oben gesagt, können wir auf Grund der morphologischen Angaben nicht genau feststellen, ob zwei Spirochätenarten identisch sind oder nicht. Hier müssen die biologischen Eigenschaften zu Hilfe kommen.

Die Mundspirochäten wurden nach obengenannter Methode (Traubenzuckerbouillon + 1% acid. acet. oder acid. lactic.) kultiviert, und bis jetzt habe ich nicht die beweglichen Spirochäten in der Bouillon gefunden. Wie wir oben gesehen haben, vermehren sich die Darmspirochäten und bewahren ihre Beweglichkeit in genannter Bouillon während längerer Zeit.

Auf Grund erwähnter Untersuchungen können wir wohl glauben, dass die in normalen menschlichen Darmentleerungen vorkommenden Spirochäten eine Species sui generis darstellen. Ob sie identisch sind mit den Spirochäten, die schon früher von Autoren in den Darmentleerungen gefunden waren, dass kann man auf Grund der mangelhaften morphologischen Angaben und Abbildungen nicht feststellen.

Solange die genauesten Untersuchungen über die in den menschlichen Darmentleerungen vorkommenden Spirochäten fehlen, könnte man sie unter der Benennung *Spirochaete intestinalis* fassen.

Wie es aus den Literaturauszügen und aus meinen Untersuchungen hervorgeht, sind die Spirochäten in den Darmentleerungen von normaler Beschaffenheit sehr oft vorhanden. Im diarrrhoischen Stuhl sind sie reichlicher zu finden. Diese Anga-

ben sprechen dafür, dass die in den Darmentleerungen vorkommenden Spirochäten, als Bewohner des normalen Darmkanals geltenden Mikroorganismen sich unter besonderen Bedingungen vermehren und reichlicher in derselben vorkommen können. So können wir vielleicht der gewöhnlichen menschlichen Darmmikroflora die Spirochäten zurechnen.

Zusammenfassung.

In den menschlichen Darmentleerungen finden sich fast regelmässig Spirochäten (70—75⁰/₀). Die Spirochäten konnten, wenn auch nicht in Reinkultur, so doch in Mischkultur längere Zeit fortgezüchtet werden. Die Darmspirochäten haben eine recht starke Widerstandsfähigkeit gegen die Säurewirkung. In Mischkulturen erwiesen die Darmspirochäten sich für Mäuse, Kaninchen und Meerschweinchen als avirulent. Über die Bedeutung der Spirochäten im menschlichen Darm herrscht keine Klarheit. Die Spirochäten, als Bewohner des normalen menschlichen Darmkanals, können der gewöhnlichen Darmmikroflora zugerechnet sein. Die Darmspirochäten stellen eine Species sui generis dar.

Literatur.

1. Arnheim, G. Centralbl. f. Bakter. I. Abt. Orig. Bd. 59, H. 1. 1911.
2. Babes. 6 internat. Congr. f. Hyg. u. Dermat. Wien, 1887.
3. Cammermeyer. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. 1912, H. 3.
4. Courmont et Lesieur. Lyon médic. 1911, № 19.
5. Le Dantec. Compt. rend. soc. biol. 1903.
6. Le Dantec. Précis de pathologie exotique. Paris, 1905.
7. Escherich. Münch. arztl. Intell. Blatt. 1884, № 51.
8. Fürbringer. Deutsch. med. Woch. 1892, № 34.
9. De Giaxa u. Lustig. Wien. med. Wochen. 1886.
10. Gruber. Wien. med. Woch. 1887.
11. Günther. Einführung in das Studium der Bakteriologie. Leipzig, 1898.
12. Heim. Lehrbuch der Bakteriologie. 1918.
13. Hoffmann. Berl. klin. Wochenschr. 1905, № 28.

14. Hoffmann. Deutsch. med. Woch. 1906, № 24.
 15. Hoffmann u. v. Provazek. Centralbl. f. Bakt., Bd. 41. 1906.
 16. Kirchner. Berl. klin. Wochenschr. 1892.
 17. Kowalski. Wien. klin. Wochenschr. 1893.
 18. Kowalski. Centralbl. f. Bakter., Bd. 16, 1894.
 19. Leber u. v. Prowazek. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. 1911, H. 13.
 20. Lehmann u. Neumann. Grundriss der Bakteriologie. 1920.
 21. Miller. Mikroorganismen der Mundhöhle. 1892.
 22. Miller. Deutsch. med. Wochenschr. 1906, № 9.
 23. Mühlens. Zeitschr. f. Hyg. u. Inf., Bd. 57. 1907.
 24. Mühlens. Centralbl. f. Bakt. Orig., Bd. 48, H. 4. 1908.
 25. Mühlens. Handbuch. der pathog. Mikroorganismen. Kolle u. Wasserman. 1913.
 26. Mühlens. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. 1912.
 27. Mühlens u. Hartmann. Zeitschr. f. Hyg. u. Inf. 1906.
 28. Peters. Journ. of inf. dis. Vol. 8, № 4. 1911.
 29. Rosanow. Russk. Wratsch. 1909, № 10.
 30. Schereschewsky. Deutsch. med. Wochenschr. 1909.
 31. Sowade. Deutsch. med. Woch. 1912.
 32. Ungermann. Ref. Hygien. Rundsch. № 4. 1921.
 33. Werner. Centralbl. f. Bakter. Bd. 52. 1909.
-

DIE HÖHE DER SCHNEEDECKE IM OST- BALTISCHEN GEBIET

VON

J. LETZMANN

DORPAT 1921

Druck von C. Mattiesen, Dorpat

Systematische Beobachtungen der Schneeverhältnisse im Ostbaltischen Gebiet wurden, wie in den meisten Ländern der Erde, erst an der Wende des vorletzten Jahrzehnts des XIX Jahrhunderts angestellt. Die Beobachtungen des ersten Winters, 1890—1891, sind jedoch noch so wenig zahlreich, dass ihre Verwertung zur vorliegenden Bearbeitung nicht zweckmässig war; die meisten Stationen begannen mit ihnen erst vom Herbst 1891 an. Alle früher angestellten Beobachtungen, sowohl einzelne, als in kürzeren Reihen, berücksichtigen bloss den ersten Schneefall, die Dauer der Schneebedeckung der Erde, der Schlittenbahn, und hin und wieder die Höhe des lockeren Neuschnees bei ausserordentlich starken Schneefällen. In einigen Tagebüchern des Regenstationennetzes der Oekonomischen Sozietäten im früheren Est-, Liv- und Kurland finden sich auch einige Reihen von Angaben über die Tage mit einem Schneefall.

Die hier berücksichtigten Beobachtungen sind z. T. an den Schneestationen der Oekonomischen Sozietäten, zum grössten Teil dagegen an Leuchttürmen, Eisenbahnstationen und den Stationen des Petersburger Hauptobservatoriums angestellt worden, welches auch das Originalmaterial der letzteren aufbewahrt. Die Anzahl der Stationen, deren Messungen den Oekonomischen Sozietäten eingesandt wurden, betrug 43. Von ihnen hatten im Jahre 1914 37 Stationen bestanden, während in den folgenden Jahren ihre Anzahl durch die fortschreitenden Kriegereignisse bis auf 13 Stationen im Jahr 1917 vermindert wurde. Ihre Beobachtungen konnten in einigen Fällen zur Prüfung der Angaben zweifelhafter Stationen der 19-jährigen Reihe verwandt werden, sowie Auskünfte über die wahrscheinliche Schneehöhe in Gegenden geben, in denen früher keine Station bestanden hat. Die mit den Jahren veränderliche Anzahl der Stationen des Petersburger Hauptobservatoriums, der Hafenverwaltungen, Eisenbahnen etc. betrug über 100; von ihnen sind 60, die über genügend

lange Beobachtungsreihen verfügten, in dieser Arbeit berücksichtigt worden.

Die hier bearbeitete Reihe der Beobachtungen umfasst die Winter 1891—92 bis 1909—10, d. h. eine 19-jährige Periode und schliesst sich damit nicht vollkommen der von W. W. Korhonen¹⁾ für Finnland bearbeiteten Periode von 20 Jahren (1890—1910) an. Die Gründe, die zu einer Wahl der vorliegenden Periode veranlassten, waren folgende: Sowohl im Ostbaltischen Gebiet, als auch in Finnland begannen die eigentlichen Beobachtungen ein Jahr nach dem Anfang des letzten Jahrzehnts im XIX Jahrhunderts, womit, bei einem Einhalten der zehnjährigen Bearbeitungs-Perioden, die Anzahl der Jahre von vorneherein gegeben war. Die im Petersburger Hauptobservatorium aufbewahrten Materialien sind in den „Annalen“ während des Krieges nur bis zum Jahre 1910 erschienen; da, weiterhin, die Stationen des Netzes der Sozietäten durch die Ereignisse des Weltkrieges und seine Folgen 1917 zu funktionieren aufgehört haben, während die zum Netz des Landwirtschafts-Ministeriums in Eesti gehörenden neuen Schneestationen erst vom Herbst 1919 ihre Tätigkeit begonnen haben und dabei, bis auf wenige Ausnahmen, mit den früheren Stationen nicht identisch sind, wodurch die Kontinuität mit den älteren Reihen unterbrochen ist, — um unter diesen Bedingungen einen möglichst engen Anschluss an die von Korhonen für Finnland ausgeführte Bearbeitung zu gewinnen, wurde die 19-jährige Periode gewählt.

Die meisten der früher erschienenen Bearbeitungen der Schneesverhältnisse im untersuchten Gebiet behandeln mehr die Dauer und die Ausbreitung der Schneebedeckung, so die Arbeit von E. Berg über das Europäische Russland 1891—1896²⁾, nach der im russischen Klimatologischen Atlas 1896 die Karten der Dauer einer Schneedecke gezeichnet sind. Die Arbeit von W. Wlassow und E. Berg über die Dauer der Schneedecke 1892—1902³⁾ bringt die Daten dieser Periode für 19 Stationen

1) W. W. Korhonen, Untersuchungen über die Schnee- und Eisverhältnisse in Finnland. I. Die Ausdehnung und Höhe der Schneedecke. Helsinki 1915.

2) E. Berg, Observations sur la densité de la couche de neige. Petersbourg 1911.

3) В. В. Власовъ, О продолжительности снѣжнаго покрова въ Евр. Россіи 1892—1902. Записки Русскаго Географическаго Общества XLVII, pag. 441.

des von uns untersuchten Gebietes. Eine Bearbeitung der Schneehöhe von E. Heinz¹⁾ bezieht sich bloss auf ältere Messungen und umfasst die Periode 1881—1895, während das Verhältnis der Niederschlagsmenge in Gestalt von Schnee zu ihrer Gesamtmenge für das Europ. Russland von E. Heinz in einer Untersuchung der Niederschlagsverhältnisse, ohne Angabe der Periode²⁾ behandelt wird. Alle diese Bearbeitungen stützen sich jedoch auf eine geringe Anzahl von Stationen des Ostbaltischen Gebietes und behandeln die Verhältnisse in grossen Zügen.

Die Messungen der Schneehöhe.

Die Anleitung zum Anstellen von Schneebeobachtungen, nach der die Messungen im Ostbaltischen Gebiet ausgeführt wurden, schliesst sich eng an die vom Petersburger Hauptobservatorium herausgegebene an. Dieser Anleitung gemäss sollte der Schneepegelstock im Herbst an einer ebenen Stelle derart aufgestellt werden, dass der gewählte Platz einerseits möglichst vor dem Winde geschützt wäre, und andererseits sich doch nicht soweit im Windschutz befinden sollte, dass dadurch Ansammlungen von Stühschnee eintreten könnten. Empfohlen wurde eine ebene Stelle im Garten, die von undicht verteilten Sträuchern oder kleineren Bäumen umgeben wäre.

Da die örtlichen Verhältnisse die Wahl eines solchen Platzes nicht immer ermöglichen, sollte einem jeden Monatsbericht eine Angabe darüber hinzugefügt werden, wo der Pegelstock aufgestellt war. Die Ablesungen in cm sollten um 8 Uhr morgens angestellt und in die Abteilung des Ablesungstages eingetragen werden. Ausser der Angabe der Schneehöhe sollten die Beobachter mit dem Zeichen ☒ diejenigen Tage versehen, an denen mehr als die Hälfte der sichtbaren Erdoberfläche mit Schnee bedeckt war, und in einer bestimmten Abteilung Angaben über die Art und das Aussehen der Schneedecke, sowie über etwaige Schneegestöber machen. Im Fall, dass ein geeigneter

1) E. Гейнцъ, Обь осадкахъ, количествѣ снѣга и обь испареніи на рѣчныхъ бассейнахъ Евр. Россіи. Труды экспедиціи для изслѣдованія источниковъ главн. рѣкъ Евр. Россіи 1898.

2) E. A. Гейнцъ, Атмосферные осадки, ихъ изученіе и роль въ природѣ. Записки Русск. Географ. Общ. XLVII, pag. 205.

Platz zum Aufstellen des Pegels nicht vorhanden sein sollte, war es vorgesehen, dass die Messungen mit Hülfe eines beweglichen Pegels an mehreren Stellen ausgeführt werden sollten, deren Mittelwert zu notieren wäre, wie das einige Stationen auch zeitweilig durchführten.

Um eine genaue Kenntnis der Verteilung und Höhe der Schneedecke zu erlangen ist die Einrichtung eines Netzes von grosser Dichte mit möglichst einheitlich aufgestellten Pegelstöcken notwendig. Die Erfahrung lehrt, dass die letzte Bedingung sich nicht immer einhalten lässt, und dass selbst an einem und demselben Ort an verschiedenen Stellen angestellte Messungen abweichende Resultate ergeben können, wie das die weiter folgende Untersuchung für Libau, Radziwilischki, Dünaburg, Pleskau und Pernau zeigt (Seite 10 ff.). Als Ursache muss in erster Linie die Wirkung des Windes während eines Schneetreibens angesehen werden, die sich bei gleicher Stärke, aber verschiedener Richtung verschieden äussern kann. Auf dem Felde kommt als weitere Ursache einer zu geringen Schneehöhe, ausser dem Abtransport der lockeren Oberschicht, noch die trockene Verdunstung des Schnees in Betracht, wie sie an klaren, windigen, trockenen Tagen im Rücken der Minima häufig zu beobachten ist. Hierdurch werden die lockeren Flocken und Kristalle dank ihrer relativ grossen Oberfläche besonders betroffen, und es findet sich an solchen Tagen, trotz der merklichen Abnahme der Schneehöhe, kaum eine wesentliche Schneeansammlung an geschützteren Stellen.

In Bezug auf den Einfluss des Waldes auf die Höhe der Schneedecke gehen die Ansichten der älteren und neueren Forscher auseinander. Friedrich Ratzel¹⁾ spricht die Ansicht aus, die Schneedecke sei im Walde zwar dünner, aber dauerhafter, als im Freien und erklärt das, ebenso wie A. Wojeikoff²⁾ auf Grund der Beobachtungen von Tursky in Petrowsk, als Folge dessen, dass der Schnee durch die Zweige der Bäume, und zwar besonders der Nadelhölzer, festgehalten wird und z. T. nicht auf den Boden gelangt. Jedoch schon im Winter 1890—1891 ist von

1) Fr. Ratzel, Die Schneedecke, besonders in deutschen Gebirgen. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde, herausgegeben von A. Kirchhof, 4. Bd. Stuttgart 1887.

2) A. Wojeikoff, Der Einfluss einer Schneedecke auf Boden, Klima und Wetter. Wien u. Oelmütz 1889.

A. F. Sundell¹⁾ für eine Reihe finnländischer Stationen festgestellt, dass die maximale Schneehöhe eines Winters im Walde grösser ist, als auf dem Hof oder auf dem Acker. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt auch A. Heinrichs²⁾, doch erklärt er sie als Folge des Schutzes, den der Wald während eines Tauwetters dem Schnee bietet. Auf Grund der Beobachtungen aus Borgå Kardrag stellt er, ferner, fest, dass die Schneehöhe im Walde und auf geschützten Wiesen etwa gleich gross sei.

Im Winter 1901—1902 sind, weiterhin, von Tolsky³⁾ bei Staraja Russa (Gouv. Novgorod) an 43 Schneepegeln Messungen ausgeführt worden, nach denen folgende Werte als mittlere Schneehöhe vom 11. Nov. — 5. April berechnet wurden:

Im Walde an verschiedenen Stellen (34 Pegel) 38,2—62,4 cm.

Auf dem Hof (2 Pegel) 49,4—51,7 cm.

Auf dem Felde. (7 Pegel) 33,9—39,1 cm.

Eine Zusammenstellung der gleichzeitigen Einzelbeobachtungen dieser Reihen zeigt das Vorwiegen der grösseren Schneehöhen im Walde noch deutlicher, wobei an lichtereren Stellen die Höhe diejenige an dichteren durchweg übertraf. Tolsky erklärt dieses als Windwirkung, da die Luftströmungen im dichten Walde meist schwächer seien, als auf freiem Felde, im lichten Walde dagegen unter Umständen grösser sein können.

Nach Korhonen⁴⁾ kann die grössere Schneehöhe im Walde dadurch eine Erklärung finden, dass „die Schneemenge in solchen Waldgegenden, die sich in der Nähe von weiten offenen Strecken oder Gewässern befinden, besonders wenn die Erde im Gegensatz zu diesen hügelig erscheint, ein wenig grösser ist, als im eben erwähnten auch deshalb, dass die Wälder und die Bodengestaltung die freie horizontale Bewegung des Luftstromes verhindern, indem sie ihn ein wenig aufwärts zwingen, welches wieder eine etwas reichlichere Niederschlagsmenge verursacht.“ Aus der angeführten Tabelle von Tolsky ist, weiterhin, ersicht-

1) A. F. Sundell. Snötäckets höjd i Finland, Januari-Mai 1891, Fennia 7, Helsingfors 1892, S. 20, und: Snötäckets höjd i Finland vintern 1891—92, Fennia 9, Helsingfors 1894.

2) A. Heinrichs, Snö- och isförhållandena i Finland år 1892. Helsingfors 1897.

3) А. Тольскій, Къ вопросу о снѣжномъ покровѣ въ лѣсу и на полѣ. Мет. Вѣстникъ 1903 № 5, pag. 144.

4) l. c. pag. 59.

lich, dass infolge der grossen Veränderlichkeit der Schneehöhen im Walde, der dort gemessene einzelne Wert sogar geringer ausfallen kann, als auf dem Hof, oder gar auf freiem Felde.

Als Voraussetzung aller einwandfreien Schneemessungen im Walde muss jedenfalls das Vermeiden von Messungen am Adventivschnee betrachtet werden, der sich aber meist an den Rändern zur freien Fläche hin vorfinden wird. Nach Korhonen wird der im Walde gefallene Schnee nicht nennenswert durch den Wind weiterbewegt, wodurch im Innern die Schneehöhen vom Schneegestöber kaum auf Kosten der umliegenden Ebene vergrössert werden wird. Die Lichtungen erhalten nach unserer Auffassung eine höhere Schneeschicht bloss auf Kosten desjenigen Schnees, der sich in den Kronen der umstehenden Bäume fängt und vom Luftzug in die Lichtung geführt werden muss. Es handelt sich hier, bei den von Wald umgebenen Lichtungen um eine der Anspeicherung von Adventivschnee entgegengesetzte Erscheinung: ein allmähliches Hinaustragen des Schnees, der im Gebiete der Randzone fallen müsste, von den Baumwipfeln auf die Lichtung, wodurch der Charakter der Schneelage am Innen- und Aussenrande des die Lichtung umgebenden Waldes entgegengesetzter sein muss.

Die Stationen.

Um ein Bild der Schneeverhältnisse im Ostbaltischen Gebiet vom Finnischen Meerbusen bis zum Njemen zu erhalten, wurden ausser den Stationen im früheren Liv-, Est- und Kurland noch einige der angrenzenden russischen und littauischen Gebiete berücksichtigt, soweit sie nördlicher als $54^{\circ}40'$ Breite und westlicher als $28^{\circ}35'$ ö. L. lagen. Die Gesamtfläche umfasst gegen 171000 qkm, und es entfallen somit auf jede der 60 Stationen im Mittel 2850 qkm, d. h. ein Kreis mit dem Halbmesser von 30 km. In Finnland entfallen, wenn wir nach den Vermessungen von 1901—1907 die Gesamtfläche ohne den finnischen Teil des Laatokka-Sees gleich 369000 qkm annehmen, auf jede Station im Mittel 1633 qkm, d. h. ein Kreis mit dem Halbmesser von 23 km.

Die Verteilung der Stationen über das Gebiet kann dabei naturgemäss keine vollkommen gleichmässige sein, weil die meisten von ihnen von freiwilligen Beobachtern bedient wurden. Recht gleichmässig verteilt liegen die Stationen (siehe die Karte

auf Seite 35) an der Küste und auf den Inseln, im Gebiete der Ewst und Welikaja, dem mittleren Lauf der Düna und in West-Kurland, sowie Littauen, während in der Gegend von Estland zwischen Reval, Hapsal, Pernau und Weissenstein einerseits, in der Ost-estländischen Hügellandschaft andererseits, der Gegend um Fellin, auf dem Odenpäh- und Aa-Plateau, sowie im Gebiet zwischen dem Unterlauf der Düna, der Memel und Muhs noch weitere Stationen wünschenswert wären. Weil diese Gebiete jedoch rel. nicht gross sind, dürften sie den Gang der Linien gleicher Schneehöhen kaum wesentlich beeinflussen.

Was die Pegelaufstellung der hier behandelten Stationen, und die Lage der Beobachtungsorte anbetrifft, so sind Nachrichten hierüber in den Annalen des Petersburger Hauptobservatoriums erst seit dem Winter 1898—99 vorhanden und bezeichnen kurz den Ort als Hof, Garten, Feld, Wald u. s. w., während vom Winter 1902—03 an auch die Messungsarten am festen und beweglichen Pegel unterschieden werden. Vom Jahre 1893 an werden, ausserdem, die Stationen genannt, von denen mehrfache gleichzeitige Reihen vorliegen, wobei diejenigen hervorgehoben sind, für welche die beste Reihe veröffentlicht wurde, sowie diejenigen, aus deren Reihen ein Mittelwert gebildet wurde.

Gleichzeitige Reihen sind in extenso vorhanden für Libau, Radziwilischki, Dünaburg, Pleskau und Pernau.

Die Häufigkeit verschiedener Beobachtungsorte sind in folgenden Reihen zusammengestellt, wobei die erste diejenigen Stationen enthält, welche ihren Aufstellungsort nicht gewechselt haben, die zweite dagegen die Häufigkeit des vorwiegenden Beobachtungsortes aller Stationen und deren %-Verhältnis zur Gesamtzahl wiedergiebt.

	Im Garten.	Auf dem Hof.	An offener Stelle.	Auf dem Felde.	Im Gemüsegarten.	ImWalde.	Summa.
unverändert	29	7	2	1	3	1	43
vorwiegend	32 (53%)	13 (22%)	8 (13%)	2 (3%)	5 (8%)	1 (1%)	60

Wir finden somit, dass 53 % aller Stationen die in der Anleitung empfohlene Gartenaufstellung des Pegels gewählt hatten, und eine ausgesprochene Waldaufstellung sich nur an 1 Station (Tahkona) vorfindet. Alle übrigen Orte entfallen auf den Hof oder Gemüsegarten, während bloss 16 % an offener Stelle, oder auf freiem Felde die Messungen ausführten.

Da sowohl an einem Ort, als auch an verschiedenen, wenn

auch nahe und ähnlich gelegenen Stationen, die Messungen um einen gewissen Betrag differieren können, seien, um ein Urteil über den Grad der Verschiedenheit zu gewinnen, hier die Abweichungen der vorhandenen Mittel mehrerer Jahre für die oben genannten 5 Stationen mit mehreren gleichzeitigen Beobachtungsreihen wiedergegeben. Wir gingen hierbei von der Ansicht aus, dass zur Beurteilung des Grades der Gleichartigkeit der Messungen bei verschiedener Pegelaufstellung es hauptsächlich auf die Abweichungen der einzelnen Reihen vom gemeinsamen vieljährigen Mittel ankomme, oder auf die Differenz der Mittel, wenn bloss 2 Reihen von einem Ort vorhanden sind.¹⁾

Aus der Tabelle 1 können wir folgendes entnehmen. In Radziwilischki umfassten die Messungen an 2 Pegeln, (1) und (2), die Winter 1899—02. Die angeführten Abweichungen der Station (1) vom Mittelwerte gelten mit umgekehrten Vorzeichen ebenfalls für die Station (2). Die grösste absolute Abweichung von +5,6 cm findet sich in der letzten Dekade des Februar, deren wahrscheinlicher Fehler 4,9 cm ausmachte. Fast den ganzen Winter hindurch übertrifft die Schneehöhe in (1) diejenige von (2), im Mittel um 2,6 cm. Als Aufstellungsort des Pegels (1) war ein „Gärtchen“, als derjenige von (2) ein Garten angegeben. Es ist wahrscheinlich, dass der Überschuss der ersteren Station über der letzteren durch den rel. Windschutz im kleineren Garten verursacht ist, was auch die Verhältnisse zur Zeit der Schneeschmelze bestätigen: das Prozentverhältnis der Abweichungen von (1) vom gemeinsamen Mittel beider zeigt eine Zunahme, wie das am deutlichsten an den monatlichen Mittelwerten sichtbar ist: im Februar 14%, März 25%, April 148%, obgleich die letzte Zahl durch die Unsicherheit der Prozentberechnung bei kleinen Werten nicht ganz zuverlässig wird.

In Libau bestanden 2 Schneestationen in der Stadt, (1) und (2), und eine dritte beim Leuchtturm, ca 1 km westlich von den beiden ersten. Der Aufstellungsort des Pegels der Station (1) war ein Garten, von (2) ein „umzäunter Garten“. Die Abweichung der St. (1) vom gemeinsamen Mittel beider städti-

1) W. W. Korhonen beurteilt l. c. pag. 64 ff. die Gleichwertigkeit mehrerer Beobachtungsreihen eines Ortes vermittelt eines Vergleiches der Abweichungen der Einzelablesungen vom Mittel an verschiedenen vorhandenen Tagen jeder Dekade im Laufe mehrerer Jahre und vereinigt sie zu einem gemeinsamen Dekadenmittel der Abweichungen.

schen Stationen ergibt nach einer 6-jährigen Reihe (1891—93, 1894—95, 1901—02, 1903—05) eine gute Uebereinstimmung. Die Abweichung ist meist positiv, bloss im Dezember negativ und erreicht in der letzten Dekade des Dez. den grössten Wert von — 1,7 cm, während der wahrscheinliche Fehler der 6-jährigen Reihe von L. (1) 3,3 cm, derjenige von L. (2) 2,1 cm beträgt.

Für den Leuchtturm Libau, der die Messungen im Hof oder Gemüsegarten unter ganz anderen Ortsverhältnissen ausgeführt hat, finden wir nach einer 3-jährigen Reihe (1901—02, 1903—05) beträchtliche Abweichungen vom Mittel beider städtischen Stationen, wie sie in der Tabelle 1 wiedergegeben sind. Sie machen im Mittel 63% des städtischen Mittels aus und sind fast durchweg negativ. Aus dieser letzten Zusammenstellung entnehmen wir, wie stark die Abnahme der Schneehöhe in der Nähe der Küste sein kann (Seite 11).

In Dünaburg sind von 1891—92 bis 1901—02 ausser den Jahren 1894—96 d. h. 8 Jahre hindurch an 3 Stellen Messungen der Schneehöhe gemacht worden. Es zeigt sich bei allen 3 Stationen eine relativ gute Übereinstimmung. Die grösste Abweichung vom Mittel beträgt für D. (1) — 2,6 cm (13%) in der letzten Februardekade, bei einem wahrscheinlichen Fehler von 2,4 cm, — in D. (2) + 0,9 cm (4%) in der mittleren Februardekade bei einem Fehler von 2,6 cm, und bei D. (3) in der ersten Märzdekade + 2,5 cm (16%) bei einem Fehler von 3,0 cm des 8 jährigen Mittels für die entsprechende Dekade. Der Ort der Aufstellung war in D. (1) zuerst ein Hof, später ein Garten, in D. (2) ein Garten, in D. (3) z. T. ein Gemüsegarten, z. T. ein freies Feld. Die besten Messungen liegen für D. (2) vor.

Pleskau. Die Vergleichzeit der Stationen (1), (2) und (3) umfasst 4 Jahre (1891—92 bis 1894—95); hinzu kommt für P (2) und P (3) noch eine 3-jährige gemeinsame Reihe (1901—02 bis 1903—04). Die Messungen in P (2) (im Gemüsegarten) und P (3) (im Garten) zeigen einen übereinstimmenden Gang der Abweichungen vom gemeinsamen Mittel aller 3 Stationen, mit dem grössten Wert von + 7.6 cm. (35%) für P (2) und + 5.9 (28%) für P (3), beides in der letzten Dekade des Februar; es ist jedoch der grosse absolute Wert dieser Abweichungen vom Mittel durch die starke entgegengesetzte Anomalie von P (1) verursacht. P (1) zeigt einen unregelmässigen Gang mit meist negativen Ab-

weichungen, deren grösster Wert in der III Februardekade — 13,1 cm (61%) beträgt. Nach der 7-jährigen Vergleichs-Reihe für P (2) und P (3) beträgt die grösste Abweichung beider vom Mittel + 3,8 cm (18%), während ihr grösster wahrscheinlicher Fehler für diesen Zeitraum 5,1 und 4,2 cm beträgt. Weil in P (1) die absoluten Werte der Abweichung im Frühling und Herbst gering sind, müssen wir in P (1) eine im Winter dem Winde zu stark ausgesetzte Aufstellung annehmen, wodurch ein Abtransport des Schnees eintrat. Ueber den Aufstellungsort liegen in den Annalen keine näheren Daten vor.

In Pernau (1) wurden die Schneehöhen auf „offenem Platz“ gemessen, während P (2) den Pegelstock im Garten aufgestellt hatte. Die Abweichungen P (1) vom Mittel beider Stationen zeigt einen regelmässigen Gang mit abnehmenden negativen Werten im Nov. und Dez., positiven im Jan. und Februar, und wiederum negativen im März und April. Der grösste Wert dieser Abweichungen des 6-jährigen Mittels 1903—04 bis 1907—08 beträgt für P (1) + 2,6 cm (14%). Beide Aufstellungen müssen als genügend bezeichnet werden, da der grösste Wert des wahrscheinlichen Fehlers der 6-jährigen Reihe für P (1) 2,6 cm für P (2) 2,5 cm beträgt. P (1) führte die Messungen an einer offenen und geschützten Stelle aus und berechnete deren Mittelwert, während P (2) den Pegel im Garten aufgestellt hatte.

Beim Verwerten der mehrfachen Reihen wurde derart verfahren, dass aus den besseren die Mittelwerte berechnet, und im Falle einer Lücke, diese nach der näher stehenden Reihe ergänzt wurde.

Dem oben angestellten Vergleich können wir entnehmen, dass bei einer Pegelaufstellung im Garten oder an geschützter Stelle der Einfluss der zufälligen Umstände und der individuellen Beobachtungsfehler zum grössten Teile innerhalb des Bereiches des wahrscheinlichen Fehlers liegt, während das Auftreten von Verschiedenheiten entweder auf eine Verschiedenheit der Schnee-Verhältnisse, — auch an nahe gelegenen Orten, oder auf eine Fehlerhaftigkeit der Aufstellung zurückzuführen ist. Hierin können wir uns W. W. Korhonen¹⁾ (l. c. pag. 80) anschliessen, der für Finnland zum Schluss kommt, „es können an verschiedenartigen geschützten Plätzen unternommene Schneehöhenmessungen, wenn

1) l. c. pag. 80.

man von deutlich fehlerhaften Fällen absieht, für gleichwertig gehalten werden.“

Auf Grund des Ausgeführten hielten wir es für zulässig in weitgehendem Maasse die individuellen Eigentümlichkeiten der Stationen beim Zeichnen der Karten zu berücksichtigen, ohne aus mehreren Stationen Mittelwerte zu bilden. Diese Darstellung dürfte, trotz der an einigen Stellen zutage tretenden Widersprüche, der Wirklichkeit fraglos näher kommen, als eine Generalisation durch Mittelbildung nach mehreren Orten, falls man nicht mehrere nahe bei einander hat, und eine Entscheidung der Widersprüche bleibt somit der Kontrolle durch künftig in der Nähe einzurichtende Stationen überlassen. Zu solchen Stationen mit zu grosser Schneehöhe gehören Tahkona, Riga, Nargen, und wahrscheinlich Balbinowo, während Packerort augenscheinlich zu geringe Schneehöhen aufweist. Von diesen Stationen ist bloss Riga auf den Karten fortgelassen, weil sie die Linienführung zu stark behinderte und dank den Schneemessungen auf einem Hof zwischen den Häusern in der Stadt unnormal hohe Werte lieferte.

Der Grad der Gleichartigkeit des Beobachtungsmaterials kann danach beurteilt werden, dass 43 Stationen (63%) den Beobachtungsort nicht gewechselt haben, während in den übrigen Fällen es sich um einen Übergang vom Garten auf den Hof, resp. in den Gemüsegarten, oder umgekehrt handelt. Vorwiegend im Garten hatten 32 Stationen (53%) den Pegel aufgestellt, auf freiem Felde bloss 2, und im Walde 1 Station. Sieben Stationen: Arensburg, Dünamünde, Novik, Zerel, Domesnäs, Welje und Untin führten die Beobachtungen nach mehreren Pegeln aus, von denen die beste Reihe veröffentlicht und hier berücksichtigt ist, während 5 Stationen das Mittel aus mehreren Messungen, z. T. mit dem beweglichen Masstock, mitteilten; zu ihnen gehören Pernau (1), Michaelsturm, Riga, Libau (2) und Tauroggen. Als absolut gleichartig wird wohl die Beobachtungsreihe keiner Station angesprochen werden können, selbst beim Fehlen einer Veränderung in der Aufstellung des Pegels, weil schon die zunehmende Dichte und Grösse der Bäume im Garten, — dem vorwiegenden Aufstellungs-ort des Netzes, — einen Einfluss auf die Schneehöhe ausüben muss, um von der Einwirkung einer, wenn auch geringfügigen, Ortsveränderung innerhalb des Gartens von einem Jahr zum anderen ganz zu schweigen.

Fehler einer Reduktion von Keidany nach Kelmy.

A. M — Mr.	Oktober			November			Dezember			Januar			Februar			März			April		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
In cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	+0.1	0.0	-0.4	+0.5	+1.2	+1.9	+0.8	+0.3	+0.2	+0.3	+0.2	+0.6	0.0	0.2	—	—
Monats-Mittel . . .	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	+1.9	+1.9	—	+0.3	—	—	—	+0.3	—	+0.2	—	—
In %	—	—	0	0	0	4	0	7	7	10	17	7	2	1	2	1	6	0	14	—	—
Monats-Mittel % . .	—	—	0.1	—	—	—	4.7	—	—	11.0	—	—	1.7	—	—	2.3	—	—	14	—	—

Fehler einer Interpolation von Keidany nach Kelmy.

B. M — Mi	Oktober			November			Dezember			Januar			Februar			März			April		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
In cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	+0.3	+1.0	+1.0	+0.6	+0.1	+0.3	+0.3	-0.4	-0.3	0.0	+0.1	—	—
Monats-Mittel . . .	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	+0.1	+0.1	—	+0.9	+0.9	—	+0.2	—	—	—	-0.2	—	+0.1	—	—
In %	—	—	0	0	0	0	0	2	4	9	9	5	1	2	2	3	3	0	7	—	—
Monats-Mittel % . .	—	—	—	—	—	—	2.0	—	—	7.7	—	—	1.7	—	—	2.0	—	—	7	—	—

Die Reduktion und Interpolation.

Um die in den einzelnen Jahren vorhandenen Lücken, in den Angaben von 28 unvollständigen Stationen zu ergänzen, wurden nach dem Verhältnis der Summen der gemeinsamen Jahre der zu ergänzenden und einer Grundstation mit 19-jähriger Reihe die Schneehöhen der unvollständigen Station interpoliert. In vielen Fällen handelt es sich hierbei um das Fehlen der ersten Herbst- oder der letzten Frühlings-Beobachtungen, deren Ergänzung wohl keinen grossen absoluten Fehler verursacht haben kann. Die Interpolation wurde nach der nächsten Grundstation ausgeführt, sofern sie keinen besonderen Fehler aufwies. Die Interpolation wurde ebenfalls angewandt, wenn es sich um das Ergänzen eines ganzen fehlenden Jahres handelte. Eine derartige Ergänzung weist kleinere Abweichungen vom 19-jährigen Mittel auf, als bei einer unmittelbaren Reduktion, wenn das fehlende Jahr nach dem Verhältnis der vorhandenen

Gesamtsummen 2-er Stationen aus den Schneehöhen der vollständigen berechnet wird. Als Beispiel seien hier die gefundenen Werte für Keidany angeführt, die nach Kelmy interpoliert und reduziert wurden, wobei die erste Zusammenstellung (A) die Abweichung des reduzierten 19-jährigen Mittels (Mr) vom nicht reduzierten 19-jährigen (M), und (B) die entsprechenden Werte des interpolierten Mittels (Mi) und des nicht interpolierten (M) darstellt (Seite 15).

Auf diese Art interpoliert wurden: Novik, Ignalino, Odinsholm, Dünamünde, Friedrichshof, Runö und Michaelsturm. Bloss in Radziwilischki sind auf die zuletzt genannte Art 2 Jahre interpoliert worden.

In Bezug auf die Reduktion einer kürzeren Reihe auf eine 20-jährige findet Korhonen¹⁾ für Finnland folgende, für das möglichst homogene Stationspaar Korpilahti-Jywäskylä geltende Werte der Abweichung des nach 10 und 15 Jahren reduzierten Mittels von 20-jährigen:

10-jährige Reihe nach W. W. Korhonen.

	M — Mr cm	M — Mr %	M — Mr cm extr. Werte	Ohne Reduktion		
				M — M 10 cm	M — M 10 %	M — M 10 cm extr. Werte
November .	0.5	10	+1.2 — 0.4	1.2	24	+1.9 — 2.0
Dezember .	0.6	4	+0.3 — 1.4	1.3	8	+1.8 — 2.7
Januar . . .	1.0	3	+1.8 — 1.6	1.5	5	+3.6 — 3.6
Februar . .	2.4	6	+3.3 — 4.9	3.4	8	+2.8 — 5.8
März	2.7	5	+3.1 — 4.7	4.7	9	+2.6 — 9.2
April	2.3	8	+0.2 — 4.5	8.0	28	+6.2 — 14.5

15-jährige Reihe nach W. W. Korhonen.

	M — Mr cm	M — Mr %	M — Mr cm extr. Werte	Ohne Reduktion		
				M — M 15 cm	M — M 15 %	M — M 15 cm extr. Werte
November .	0.2	4	+0.7 — 0.3	0.6	12	+1.0 — 0.9
Dezember .	0.8	5	+0.3 — 1.3	0.6	4	+0.6 — 0.9
Januar . . .	0.9	3	+1.7 — 1.2	0.7	2	+1.3 — 0.8
Februar . . .	1.3	3	+0.2 — 2.7	0.9	2	+1.3 — 2.5
März	1.6	3	— 0.2 — 2.7	2.0	4	— 0.6 — 4.1
April	0.3	1	+0.8 — 0.3	3.2	11	— 1.7 — 5.7

1) l. c. pag. 82.

Es bezieht sich diese Tabelle auf eine Reduktion nach Verhältniszahlen, die sich nach den Berechnungen des genannten Autors als etwas genauer erwiesen hat im Vergleich zu einer Reduktion mit Hilfe von Differenzen. Daher ist in vorliegender Bearbeitung diese zweite Methode nicht angewandt worden. Weil, ferner, nach genanntem Autor die durchschnittlichen Abweichungen vom wahren Wert schon einer reduzierten 10-jährigen Reihe kleiner sind als der Fehler des 20-jährigen Mittels, während die nicht reduzierten 10-jährigen Mittel grössere Abweichungen als der erwähnte wahrscheinliche Fehler ergeben, hielten wir es für zulässig alle Stationen mit Ausnahme der augenscheinlich fehlerhaften, zu verwerten, falls eine mindestens 8-jährige Reihe vorlag. Bloss in einem Fall wurde eine Ausnahme gemacht, und die 7-jährige Reihe für Pürkelsdorf nach Pernau reduziert, weil diese Station als einzige in der Nähe des Ostufers des Rigaschen Busens lag und zur Kontrolle des dort auftretenden lokalen Minimums der Schneehöhe notwendig war.

In Anbetracht der meist zu vermutenden, oben behandelten Inhomogenität der Schneemessungen an einem Ort, wurde nach Korhonen eine Reduktion auf die 19-jährige Periode zur Verbesserung des Resultats selbst bei mehr als 15-jährigen Reihen angewandt, und falls ein Verdacht vorlag, oder die Grundstation zu entfernt gelegen war, wurde eine Reduktion nach 2 oder 3 Stationen ausgeführt und der Mittelwert berechnet. Hierbei konnte sich wieder bei guter Übereinstimmung der Resultate ein Rückschluss auf die Qualität beider Grundstationen ergeben. So ergaben sich bei einer Reduktion von Filsand nach Runö und Worms Abweichungen bloss bis 0.3 cm und von Zerel bis 1.2 cm, was für eine genügend gute Aufstellung des Schneepegels auf Runö spricht, — einer Station, die durch ausserordentlich grosse Schneehöhen, trotz der insularen Lage, auffällt.

Das Mittel einer zweifachen Reduktion ist berechnet worden für Schakale nach Kreuzburg (72 km) und Ignalino (47 km), Filsand und Zerel — je nach Runö (105 und 72 km) und Worms (111 und 147 km), Gerin — nach Novik (40 km) und Kreuzburg (10 km), Neu-Bilskenshof nach Dorpat (112 km) und Dünamünde (130 km), Swenziany und Wileiskaja je nach Kowno (140 und 96 km) und Ignalino (26 und 83 km). Nach 3 Stationen reduziert ist Dünaburg, und zwar nach Kreuzburg (85 km), Balbinowo (61 km) und Novik (54 km). Zur Reduktion

wurden 11 Grundstationen verwandt: Andreikowo, Balbinowo, Dorpat, Keidany, Kelmy, Kowno, Kreuzburg, Novik, Pernau, Rutzau, Worms; hinzugezogen wurden in einigen Fällen zu Kontrollzwecken Runö, Dünamünde, Ignalino und Weissenstein. Was die Entfernung der Grundstationen von den reduzierten anbetrifft, so kommen am häufigsten 61—80 km und 21—30 km vor; die geringste Entfernung betrug 10 km (Gerin-Kreuzburg) die grösste 208 km (Windau-Worms)¹⁾. Auf die angegebene Art sind 38 Stationen auf die 19-jährige Periode reduziert worden.

Der wahrscheinliche Fehler der Mittelwerte.

Um über die Zuverlässigkeit der gewonnenen Mittelwerte Auskunft zu erlangen haben wir für 21 Stationen nach der Fechner'schen Formel den wahrscheinlichen Fehler berechnet

$$W = a \cdot \frac{1,1955}{\sqrt{2n-1}}$$

wo a die mittlere Abweichung, n die Anzahl der Beobachtungsjahre, W die Grösse des wahrscheinlichen Fehlers bedeutet. Die Ergebnisse sind für 17 Stationen in der Tabelle 2 (in cm) und Tabelle 3 (in % der mittleren Schneehöhe) zusammengestellt, wobei ausser 15 Stationen mit 19-jährigen Reihen noch Runö und Weissenstein mit 18 Jahren hinzugezogen sind, weil Weissenstein als einzige Station ein grosses Gebiet in Nord-Estland vertritt, und Runö durch seine rel. sehr grossen Schneehöhen und guten Reduktionsergebnisse bei einer Verwendung als Grundstation einiges Interesse beansprucht.

Die Fehlergrösse in Prozent (Tab. 3) ist natürlicherweise bis zur II Dekade des November und von der II Aprildekade ab, d. h. zur Zeit der geringsten Schneehöhen etwas ungenau, weil ein geringer Fehler der geringen Höhe gegenüber stark in die Wage fällt. Der absolute Fehler (in cm, Tab. 2) ist im allgemeinen im Herbst und Winter klein, er erreicht im Frühjahr sein Maximum, weil der verschiedene Charakter der Schnee-

1) Hierdurch, sowie auch durch eine gewisse Ungleichmässigkeit der Schneehöhen überhaupt, muss Windau als eine der weniger genauen Stationen angesprochen werden. Weil bei einer geringen Schneehöhe an der Küste der absolute Fehler aber nicht zu bedeutend sein kann, ist Windau beim Zeichnen der Karten berücksichtigt worden.

Tabelle 2. Wahrscheinlicher Fehler der 19-jährigen Mittel (in cm).

	Oktober		November		Dezember		Januar		Februar		März		April		Mai								
	1-10	11-31	1-10	11-31	1-10	11-31	1-10	11-31	1-10	11-31	1-10	11-31	1-10	11-31	1-10	11-31							
	21-30	21-31	21-30	21-31	21-30	21-31	21-30	21-31	21-30	21-31	21-30	21-31	21-30	21-31	21-30	21-31							
Nargen	0	0	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	0.6	1.0	1.5	1.7	1.7	1.8	2.2	2.6	2.5	2.1	1.5	0.7	0.1	0	—	—
Runö *)	—	—	0.3	0.3	0.4	0.7	1.0	1.4	1.4	1.5	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	2.1	2.2	1.1	1.1	0.1	—	—	—
Worms	0.1	0	0.2	0.3	0.6	0.8	0.9	1.1	1.4	1.5	1.6	1.9	2.0	2.5	2.6	2.3	2.0	1.1	1.1	0.2	—	—	—
Tahkona	0	0	0.3	0.5	0.6	1.0	1.0	1.1	1.5	1.6	1.9	2.4	2.4	2.6	3.0	2.5	1.8	1.1	—	—	0	—	—
Packerort	—	—	0.2	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.8	1.0	1.3	1.6	1.5	0.4	—	—	—	—	—	—
Hungerburg	0	0	0.2	0.5	0.7	0.9	0.9	1.2	1.4	1.9	2.0	2.1	2.2	2.7	2.3	2.3	1.3	0.7	—	—	—	—	—
Dorpat	—	0.1	0	0.5	0.6	0.8	1.3	1.6	2.2	2.5	2.8	2.9	3.3	3.7	3.7	2.7	1.8	0.5	—	—	—	—	—
Weissenstein *)	0	0	0.2	0.6	0.7	1.1	1.4	1.9	2.1	1.6	1.9	2.3	2.9	3.1	3.4	3.0	2.3	0.5	—	—	0	—	—
Pernau	—	0	0	0.5	0.7	1.1	2.1	2.1	2.2	2.0	2.9	3.7	3.5	3.8	3.9	2.9	1.1	0	—	—	—	—	—
Andrekowo	0	0	0	0.4	0.5	0.4	1.3	1.5	2.1	2.2	2.5	2.9	2.7	2.7	2.7	2.1	1.2	0.4	—	—	—	—	—
Balbinowo	0	0	0	0.2	0.4	0.6	0.9	0.9	1.2	1.2	1.5	2.2	2.2	2.2	2.9	2.6	1.6	0.2	—	—	—	—	—
Kreuzburg	—	—	0	0.3	0.4	0.4	0.8	1.1	1.4	1.4	1.3	1.5	1.8	1.9	2.0	1.7	0.5	0	—	—	—	—	—
Kowno	—	0	0	0.2	0.6	0.4	0.7	1.1	1.4	0.9	1.3	1.7	2.0	1.9	1.8	1.5	0.6	0.0	—	—	—	—	—
Keidany	—	0	0	0.2	0.6	0.5	0.9	1.0	1.6	1.4	1.4	1.8	2.0	1.8	2.0	2.0	1.2	0.3	—	—	—	—	—
Kelmy	—	0	0	0.1	0.3	0.8	1.2	1.2	1.7	1.4	1.6	1.7	1.8	1.7	2.0	2.0	1.8	0.5	—	—	—	—	—
Rutzau	—	0	0.2	0.2	0.4	0.6	0.8	1.1	1.4	1.2	1.1	1.6	2.0	2.0	1.8	1.3	0.4	—	—	—	—	—	—
* Gross-Autz *)	0	—	0.1	0.6	0.6	1.0	1.6	1.2	1.6	1.6	1.8	2.2	1.9	2.3	2.7	2.2	1.1	0.3	—	—	—	—	—

*) Nach 18 Jahren.

Tabelle 3. Wahrscheinlicher Fehler der 19-jährigen Mittel (in %).

	Oktober		November		Dezember		Januar		Februar		März		April		Mai							
	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-28	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-31					
Nargen	—	—	33	19	17	17	16	16	12	16	12	10	9*	10	12	13	14	18	25	25	—	—
Runö*)	—	—	23	16	16	16	15	12	10	8	6*	6*	6*	8*	6*	7	10	17	25	25	—	—
Worms	25	—	33	29	14	15	18	17	13	11*	11*	12	11*	11*	12	12	13	23	29	29	—	—
Tahkona	—	—	—	33	19	14	17	14	13	11*	11*	12	11*	11*	12	11	11	22	—	—	—	—
Packerort	—	—	—	25	21	22	18	13*	19	18	13*	15	15	16	19	21	16	—	—	—	—	—
Hungenburg	—	—	22	25	23	18	15	15	14	13	12	11*	11*	13	12	16	19	29	—	—	—	—
Dorpat	—	27	—	25	17	12	15	16	14	12	11	10*	12	13	14	13	15	20	—	—	—	—
Weissenstein*)	—	—	35	19	13	15	17	15	9	10	7*	8	10	10	11	12	16	22	—	—	—	—
Pernau	—	—	—	31	19	17	21	18	15	13	12*	12*	13	13	14	15	18	—	—	—	—	—
Andreikowo	—	—	17	18	12	19	14	16	15	14	12	13	11*	12	13	14	18	40	—	—	—	—
Balbinowo	—	—	—	12	14	13	12	9	9	8*	8*	9	9	9	8*	12	16	20	33	—	—	—
Kreuzburg	—	—	—	17	17	13	14	14	14	17	13	12*	12*	13	14	16	21	20	—	—	—	—
Kowno	—	—	—	29	22	11	14	16	15	10*	13	15	14	15	12	19	23	—	—	—	—	—
Keidany	—	—	—	35	21	11	15	14	14	12*	12*	12*	12*	12*	13	18	19	21	—	—	—	—
Kelmy	—	—	—	20	17	18	16	16	15	14	14	11*	11*	11*	13	14	21	28	—	—	—	—
Rutzau	—	—	33	25	19	16	17	19	20	16	13*	13*	14	15	17	22	31	—	—	—	—	—
Gross-Autz	—	—	33	35	21	16	18	18	14	16	14	15	12*	16	19	24	26	18	—	—	—	—

*) Nach 18 Jahren.

schmelze der einzelnen Jahre grosse Abweichungen der Höhen von Jahr zu Jahr verursacht. Das Maximum der Fehlergrösse tritt in Süden schon in der II Dekade des Februar, oder der I des März auf, während die meisten Stationen des übrigen Gebietes das Maximum in der II Märzdekade aufweisen, und es nur in Worms und Runö in der letzten März-, resp. ersten Aprildekade eintritt¹⁾. Der grösste Wert des Fehlers in cm beträgt in Packerort, — einer Station mit ungünstiger Pegelaufstellung, nur 1.6 cm, sonst 2,0—3,0 cm, während er in Pernau, Dorpat und Weissenstein mit je 3,9, 3,5 und 3,4 cm darüber hinaus geht. In der Tab. 2 bezeichnet ein „—“ das Fehlen einer Angabe, während 0 einen Fehler bezeichnet, der kleiner als 1 cm war.

Das Prozentverhältnis des Fehlers zur Schneehöhe zeigt uns, wie unsicher die gefundenen Mittelwerte der Schneehöhe im Frühling und Herbst sind, erreicht doch der Fehler hier seinen grösster Wert von 30—40%, was aber bei der geringen absoluten Höhe keine grosse Rolle spielen kann. Der kleinste Wert tritt in den beiden letzten Dekaden des Januar, im Februar und ausnahmsweise auch im März auf; er hält sich hier in den Grenzen von 6 % (Runö) und 13 % (Packerort und Rutzau).²⁾ Weniger als 10 % beträgt das Minimum in Runö, Nargen, Dorpat, Weissenstein, Balbinowo und Kowno.

Die Veränderlichkeit.

Die mittlere Veränderlichkeit der Schneehöhen ist für 17 Stationen berechnet und in den Tabellen 4 und 5 zusammengestellt, wobei die Angaben in cm. und in % der mittleren Schneehöhe sich auf die mittlere Dekade eines jeden Monats beziehen. Im allgemeinen ist die mittl. Veränderlichkeit in denjenigen

1) In Finnland fällt das Maximum des Fehlers im SW. auf den März im übrigen Lande auf den April, tritt also 1—2 Monate später auf. Von Interesse dürfte ferner die Tatsache sein, dass auch im untersuchten Gebiet, besonders im südlichen Teil in der II Februardekade eine merkliche Abnahme des sonst recht regelmässig wachsenden Fehlers eintritt, wie das auch Korhonen, l. c., für Finnland feststellt.

2) Das Minimum des Fehlers in % der finnländischen Stationen tritt in der letzten Februar- und hauptsächlich in der I Märzdekade auf. Sein Wert ist daselbst kleiner, als im untersuchten Gebiet, er liegt zwischen 10 und 3%, was durch die grossen Schneehöhen in Finnland erklärt wird.

Tabelle 4. Die mittlere Veränderlichkeit von einem Jahr zum anderen.

	Oktober		November		Dezember		Januar		Februar		März		April		Mai	
	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%
Nargen	—	—	1.6	178	6.6	162	8.4	133	14.4	86*	21.9	100	12.0	143	0.1	—
Runö*)	0.1	—	2.3	177	5.3	126	11.2	96	17.7	64	20.1	62*	9.5	146	—	—
Worms	0.8	200	1.2	172	6.4	142	10.5	103	12.6	77*	20.3	94	6.5	135	—	—
Tahkona	0	—	1.8	200	6.4	108	9.6	92	18.0	88*	25.5	100	8.4	168	—	—
Packerort	0	—	1.1	137	2.4	109	3.7	142	4.2	78*	11.9	140	1.2	200	0.1	—
Hungerburg	0.3	150	2.1	105	6.9	151	11.8	108	17.2	87*	20.7	111	4.1	171	—	—
Dorpat	—	—	2.9	146	11.1	126	20.0	110	28.6	101*	34.7	127	5.3	212	—	—
Weissenstein*)	0.1	—	4.0	125	11.0	121	15.4	88	17.1	57*	27.0	87	3.9	170	—	—
Pernau	—	—	3.0	187	9.7	97*	17.6	108	30.4	101	35.0	129	0.4	100	—	—
Andreikowo	0.1	—	2.9	126	9.6	137	16.8	114	19.3	114	21.9	102*	1.4	155	—	—
Balinowo	0.1	—	2.1	124	6.5	83	10.1	61*	17.4	65	19.8	84	1.8	170	—	—
Kreuzburg	—	—	2.6	153	6.0	103	10.7	129	11.0	73*	13.3	104	0.3	150	—	—
Kowno	—	—	0.9	129	6.2	124	10.7	113*	17.1	117	9.7	121	0	—	—	—
Keidany	—	—	0.9	129	7.6	127	11.3	99*	18.6	109	13.9	127	0	—	—	—
Kelmy	—	—	0.7	140	8.3	108	12.5	121	14.3	91*	14.1	99	0	—	—	—
Rutzau	—	—	1.1	137	5.4	112	8.3	109*	20.7	137	10.3	156	0.3	150	—	—
Gross-Autz	0.2	200	3.6	212	6.8	106	10.4	104*	18.2	116	18.6	134	1.4	82	—	—

*) Nach 18-jähriger Reihe.

Tabelle 5. Maxima und Minima der Veränderlichkeit von einem Jahr zum anderen in cm.

	Oktober		November		Dezember		Januar		Februar		März		April		Mai	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Nargen	1	0	6	0	18	1	20	0	32	2	44	2	27	0	1	0
Runö*)	1	0	7	0	19	0	25	1	45	3	50	2	32	0	0	0
Worms	6	0	6	0	22	1	32	1	25	2	33	1	38	0	1	0
Tahkona	3	0	8	0	16	1	21	1	40	1	51	8	30	0	0	0
Packerort	0	0	7	0	7	0	12	0	21	0	35	1	8	0	1	0
Hungerburg	3	0	9	0	25	1	49	0	54	3	65	1	28	0	0	0
Dorpat	0	0	9	0	43	1	49	1	79	2	80	11	18	0	0	0
Weissenstein*)	1	0	12	0	32	0	43	1	52	2	67	3	15	0	0	0
Pernau	0	0	14	0	51	1	42	1	71	6	69	3	3	0	0	0
Andreikowo	1	0	7	0	28	0	43	1	60	1	48	3	6	0	0	0
Balbinowo	1	0	7	0	21	0	28	1	57	1	49	4	9	0	0	0
Kreuzburg	0	0	8	0	17	0	31	1	33	0	35	1	1	0	0	0
Kowno	0	0	5	0	14	0	32	2	37	3	24	1	0	0	0	0
Keidany	0	0	5	0	21	0	30	0	44	2	33	0	0	0	0	0
Kelmy	0	0	4	0	33	0	33	4	43	1	41	0	0	0	0	0
Rutzau	0	0	4	0	15	1	25	1	33	7	38	0	3	0	0	0
Gross-Autz	2	0	11	0	24	0	23	0	53	1	44	0	10	0	0	0

*) Nach 18-jähriger Reihe.

Gegenden grösser, wo die Schneehöhe grössere Werte aufweist. Ihr grösster Wert liegt zwischen 11.9 cm in Packerort und 35,0 cm in Pernau. Die Eintrittszeit dieses Maximums fällt im südl. Teil: in Kowno, Keidany, Kelmy, und Rutzau auf den Februar, für die übrigen Stationen auf den März, d. h. auf den Beginn der Schneeschmelze. Ein Vergleich mit den Verhältnissen in Finnland ergab ebenfalls einen um 1 Monat früheren Eintritt dieses Maximums. Das Prozentverhältnis der mittl. Veränderlichkeit zur mittl. Höhe ist im Herbst und Frühling besonders gross und kann 200% überschreiten, sein Minimum tritt, bis auf wenige Ausnahmen, einen Monat vor dem grössten absoluten Wert der Veränderlichkeit auf, d. h. meist im Februar und z. T. im Januar (im Süden). Die Grösse dieses Minimums schwankt zwischen 73 und 113%, wobei die rel. grössten Werte im S W auftreten.¹⁾ Die häufigeren unregelmässigen Witterungsumschläge mit Tauwetter in südlicheren Gegenden müssen als Ursache dieser Erscheinung aufgefasst werden.

Das absolute Maximum der Veränderlichkeit von einem Jahr zum anderen, sowie das Minimum sind in der Tab. 5 zusammengestellt. Das Maximum erreicht seinen grössten Wert im Nordosten und übertrifft fast ausnahmslos die mittlere Schneehöhe der Dekade um das Vielfache, — im November und Dezember kann es das Acht- bis Zehnfache, zum Schluss des Winters noch das Drei- bis Vierfache der Schneehöhe betragen. Das grösste Maximum der abs. Veränderlichkeit weist Dorpat mit 80 cm, das geringste Kreuzburg mit 35 cm auf. Das grösste Minimum der Veränderlichkeit hat ebenfalls Dorpat mit 11 cm im März.

Die mittlere Schneehöhe.

Die Berechnung der mittleren Schneehöhe pro Dekade ist derart ausgeführt, dass die Summe aller Schneehöhen durch die Anzahl der Tage geteilt wurde.²⁾

1) Finnland hat, ausser im süd-westlichen Teil, Minima der mittleren Veränderlichkeit von 20–50%.

2) Die letzte Dekade hatte an Tagen: im Februar — 8, im Oktober, Dezember, Januar, März je 11 Tage. Diese Methode wird ebenfalls in Finnland und Russland angewandt und widerspricht dem Wunsch des internationalen Meteorologischen Komitees in Rom 1-13, das die Mittelwerte als Quotient der Höhensumme und der Anzahl der Tage mit einer Schneedecke zu berechnen empfohlen hat. Siehe auch Korhonen l. c. pag. 91.

Die Tabelle 6 umfasst 60 Stationen, deren Schneehöhe auf diese Art berechnet und auf die 19-jährige Periode reduziert worden ist; sie enthält ferner die Anzahl der Beobachtungsjahre und die geographischen Koordinaten. Als Monate mit einer Schneedecke kommen nur 6 Monate, vom November bis April in Betracht, da die vereinzelt vorkommenden Fälle einer Schneedecke im Oktober oder Mai im Mittel Schneehöhen unter 0,5 cm ergeben. Die nördlichste Station der Tabelle ist Nargen bei Reval ($59^{\circ}36' N$), im äussersten Nordosten liegt Hungerburg, ($59^{\circ}28' N$, $28^{\circ}4' E$) (Narva-Jõesuu, in den Annalen als Narva-Leuchtturm bezeichnet), im Osten: Pleskau, Andreikowo und Ostrow, während Wileiskaja ($54^{\circ}42'$) und Kowno ($54^{\circ}54' N$) die südlichsten Punkte bilden. Die fett gedruckten Zahlen dieser Tabelle bezeichnen das Maximum der Schneehöhe einer Station. Von mehreren Dekaden mit gleicher grösster Höhe in ganzen cm. ist bei den weiter folgenden Berechnungen der Eintrittszeit des Maximums auf die Zehntel Rücksicht genommen.

Ueber eine 19-jährige Beobachtungsreihe verfügten folgende 15 Grundstationen: Nargen, Worms, Tahkona, Packerort, Hungerburg, Dorpat, Pernau, Andreikowo, Balbinowo, Kreuzburg, Kowno, Keidany, Kelmy, Rutzau und Gross-Autz. Zur Beurteilung der Verlässlichkeit dieser Stationen lässt sich folgendes anführen:

Nargen (Leuchtturm). Der Aufstellungsort des Schneepiegels wurde häufig gewechselt, er befand sich im Gemüsegarten, auf einer Wiese, auf dem Felde und seit 1908 auf einer Wiese im Wäldchen. Die mittlere Schneehöhe ist im Vergleich zur Umgebung etwas zu gross, wie das auch die Karten (Seite 40, 42, 44.) zeigen. Der Gang des wahrscheinlichen Fehlers zeigt ganz geringe Unregelmässigkeiten, sein Wert erreicht 2,6 cm. Die mittl. Veränderlichkeit zeigt einen normalen Gang, ihr relatives Minimum erreicht 86% der Schneehöhe. Der Aufstellungsort dürfte wohl ziemlich gleichmässig, trotz der genannten Veränderungen, durch Schneeanstimmungen zu leiden gehabt haben, so dass die Abnahme der Schneehöhe an der Küste des Meeres nicht deutlich zutage tritt. Die endgültige Schneedecke tritt spät auf und hält sich häufig den April hindurch, — eine Eigentümlichkeit, die sich auch bei den übrigen Insel- und Küstenstationen wiederfindet. Im Jahre 1904 trat die Schneedecke erst in der I Februardekade auf und verschwand im Jahre 1902 erst gegen das Ende der II Maidekade.

Tabelle 6. Mittlere Höhe der Schneedecke pro Dekade (in cm) reduziert auf die 19-jährige Periode Herbst 1891 — Frühjahr 1910.

Stationen	Anzahl Jahre	Breite	Länge	November			Dezember			Januar			Februar			März			April		
				I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
				Andrekowo	19	57°33'	28°24'	0	2	3	3	7	11	13	15	16	21	23	24	23	21
Alt-Schwanenburg	10	57 16	26 47	0	1	4	7	10	13	19	20	23	25	26	25	25	24	19	9	4	0
Arensburg	15	58 15	22 29	0	2	3	5	8	11	12	11	14	19	20	20	24	24	21	8	4	0
Balinowo	19	55 53	27 34	0	2	3	5	8	10	13	16	19	24	27	28	27	24	16	8	1	1
Domesnäs	15	57 48	22 39	0	0	1	2	4	4	4	4	4	7	8	7	8	7	5	2	0	0
Dorpat	19	58 23	26 43	0	2	3	6	9	10	16	18	20	25	28	28	29	27	21	12	2	0
Dünaburg	13	55 53	26 30	0	1	3	6	7	7	10	11	11	12	15	16	15	13	7	2	0	0
Dünamünde	18	57 4	24 2	0	2	4	6	6	9	9	8	8	11	15	14	12	9	4	1	0	0
Drissa	11	55 49	27 57	1	1	1	3	7	7	12	12	12	13	13	14	16	17	13	7	1	0
Filsand L.	5	58 23	21 50	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3	1	0	0	0
Friedrichshof	18	56 35	23 26	0	0	1	3	4	5	8	10	7	10	11	10	10	10	3	5	1	1
Gdow	10	58 44	27 50	1	4	6	10	9	11	19	21	26	29	31	30	31	27	23	14	3	0
Gerin	8	56 37	25 45	0	2	4	6	9	12	15	17	16	22	23	22	20	20	16	9	2	0
Goldingen	11	56 58	21 28	0	2	3	6	10	10	10	12	13	16	15	14	15	13	7	3	0	0
Gravery	8	56 0	27 19	0	2	2	5	7	7	9	11	9	15	15	22	16	11	9	5	1	0
Gross-Autz	19	56 30	22 24	0	2	3	4	6	9	9	10	9	13	16	15	14	14	9	4	1	0
Grünhof	16	56 32	23 32	1	1	2	4	7	8	10	9	8	12	13	11	12	11	6	1	0	0
Hungerburg L.	19	59 28	28 4	1	2	3	5	5	6	8	11	13	17	20	20	21	19	15	7	2	0
Ignalino	18	55 21	26 10	0	1	3	4	6	7	8	10	10	15	15	17	13	11	7	1	0	0
Kelmy	19	55 38	22 57	0	1	2	4	7	8	11	10	11	15	16	16	16	16	8	2	0	0
Keidany	19	55 19	24 0	0	1	3	4	6	7	11	11	12	15	17	16	15	11	6	1	0	0
Korsowka	14	56 49	27 42	0	2	5	6	10	10	17	17	17	21	23	24	21	21	16	4	1	0
Kowno	19	54 54	23 53	0	1	3	4	5	7	9	10	10	11	15	13	11	8	3	0	0	0
Kreuzburg	19	56 31	25 53	0	2	2	4	6	8	10	8	10	12	15	15	15	13	8	2	0	0
Kunda	8	59 28	26 36	0	4	5	9	7	8	10	12	12	16	19	18	17	14	7	3	0	0
Libau	16	56 31	21 1	1	1	1	2	5	7	6	7	7	10	12	9	9	5	3	0	0	0
Libau L.	15	56 31	21 0	0	1	1	1	2	4	4	4	4	6	6	5	5	5	2	1	0	0
Michaelsturm	17	57 36	21 59	0	1	1	2	4	5	8	8	8	12	16	14	14	12	9	4	0	0
Mosheiki	8	56 18	22 21	1	2	3	6	9	10	10	12	15	15	14	17	18	11	4	0	0	0

Worms (Leuchtturm). Bei normaler Schneehöhe zeigt der Fehler einen regelmässigen Gang mit 2,6 cm als absolutes Maximum. Die mittl. Veränderlichkeit ändert sich ebenfalls regelmässig und bildete im März mit 20,3 cm bloss 93% der Schneehöhe. Als Aufstellungsort diente die ganze Zeit hindurch derselbe Hof. Die Messungen müssen als gut beurteilt werden. Wie auf Nargen zeigt sich hier der insulare Gang der Schneehöhe mit einer Verschiebung des Maximums zum Frühjahr hin. Noch in der I Maidekade hat es 1893 eine mittl. Schneehöhe von 1 cm gegeben.

Tahkona (Leuchtturm). Die Schneehöhe ist beträchtlich zu gross, weil der Schneepegel die ganze Zeit hindurch inmitten einer Lichtung im Walde aufgestellt war. Der grösste Wert des wahrscheinlichen Fehlers beträgt 3,0 cm, sein Gang, wie auch derjenige des relativen Fehlers, weist einige Unregelmässigkeiten auf, die mittl. Veränderlichkeit erreicht als Minimum 88% der Schneehöhe. Der Typus ist der insulare. Im Jahr 1899 betrug die Schneehöhe in der I Maidekade noch 3 cm.

Packerort (Leuchtturm). Die Station zeichnet sich durch zu geringe Schneehöhen aus. Sowohl der absolute (Max. 1,6 cm), als auch der relative Wert des wahrscheinlichen Fehlers weist einige Unregelmässigkeiten auf; so fällt das Minimum des letzteren auf die letzte Dekade des Dezember, die erste Januar- und erste Februar-Dekade. Der ebenfalls etwas unregelmässige Gang der mittl. Veränderlichkeit weist im Minimum 78% der Schneehöhe auf. Die Schneedecke verschwindet im Mittel eine Dekade früher, als bei den oben genannten Inselstationen. Der Messtock war die ganze Zeit hindurch auf einer Wiese aufgestellt und dürfte dem Einfluss des Windes zu stark ausgesetzt gewesen sein. Im Jahre 1893 gab es noch in der I Maidekade eine Schneedecke von 1 cm Höhe. Alle Dekaden weisen wenigstens ein Jahr mit der Schneehöhe 0 auf, worin Packerort den südlichen Stationen ähnelt.

Hungerburg (Narva-Jõesuu, Narva-Leuchtturm) liegt 14 km von der Stadt Narva entfernt am Finnischen Meerbusen. Sowohl der Verlauf der Schneehöhe, als auch des wahrscheinlichen Fehlers ist ein genügend gleichmässiger, der grösste Wert des letzteren beträgt 2,7 cm. Die mittl. Veränderlichkeit erreicht im Minimum 87% der Schneehöhe. Der Pegel war bis 1899 am geschützten Ort, von da an im Garten aufgestellt; zeitweilig

wurden die Messungen mittels eines beweglichen Pegels ausgeführt. Die Schneedecke tritt im Mittel schon in der I Novem-berdekade auf, d. h. 1 Dekade vor den meisten übrigen Stationen.

Dorpat. Der Verlauf der Schneehöhenkurve selbst, sowie auch der Gang des absoluten (Maximum 3,7 cm), und relativen wahrscheinlichen Fehlers zeigt nur kleine Unregelmässigkeiten. Die mittl. Veränderlichkeit ist sehr gross, sie erreicht im März 34,7 cm und sinkt nicht unter 101% der Schneehöhe. Nach Perna u., mit dem grössten Maximum aller Stationen (85 cm), folgt Dorpat mit dem Maximum von 81 cm. Die Messungen der Schneehöhe dürften zeitweilig zu grosse Werte ergeben haben, sie sind an verschiedenen Stellen der Stadt: z. T. im Garten beim Observatorium, seit 1898 auf einem ebenen Platz auf dem Domberg in der Stadt in der Nähe des Magnetischen Pavillons mit einem beweglichen Masstabe ausgeführt. Es macht sich hier, weil der Dom den Charakter eines Parkes aufweist, der störende Einfluss der Stadt nicht in dem Maasse geltend, wie in Riga, obgleich er hier wohl ebenfalls vorhanden ist.

Perna u. Die Zunahme der Schneehöhe von Dekade zu Dekade, sowie der wahrscheinliche Fehler zeigen einige Unregelmässigkeiten in ihrem Verlauf. Letzterer erreicht den grössten Wert aller untersuchten Stationen mit 3,9 cm. Die mittl. Veränderlichkeit ist ebenfalls sehr gross, und ihr grösster Individualwert weist im Februar den Höchstbetrag des gesamten Gebietes mit 71 cm auf; er geht bis auf 97% der Schneehöhe herab. Das Maximum der Schneehöhe von 85 cm wird von keiner anderen Station übertroffen. Als Ort der Messungen wird ein freier Platz angegeben, dabei sind bis zum Dezember 1902 Mittelwerte aus mehreren gleichzeitigen Messungen mitgeteilt. Der Schnee verschwindet Anfang April, d. h. um eine Dekade früher, als bei den Inselstationen im NW.

Andreikowo. Bei regelmässig anwachsender und abnehmender Schneehöhe zeigt sowohl der relative, als auch der absolute wahrscheinliche Fehler einen ungestörten Gang. Der grösste Wert des letzteren beträgt 2,9 cm. Die mittl. Veränderlichkeit erreicht das Maximum von 21,9 cm und gleichzeitig den geringsten rel. Wert von 102% der Schneehöhe. Als Standort des Schneepegels wird die ganze Zeit hindurch ein Hof angegeben. Die Station muss als recht zuverlässig angesehen werden.

Balbinowo. Die Veränderung der Schneehöhe geht ohne

Störungen vor sich. Der recht gleichmässig anwachsende Fehler erreicht den grössten Betrag von 2,9 cm. Der rel. Fehler ist gering. Die mittl. Veränderlichkeit ist ebenfalls relativ gering, sie geht bis 64% der Schneehöhe herab und erreicht den grössten Betrag mit 19.8 cm. Da die Messungen die ganze Zeit im Garten ausgeführt wurden, muss diese Station als zuverlässig bezeichnet werden, obgleich sie im Vergleich zur Umgebung zu grosse Schneehöhen aufweist.

Kreuzburg. Die Zunahme der Schneehöhe zeigt geringe Störungen, ebenso diejenige des wahrscheinlichen Fehlers, dessen Maximum 2,0 cm erreicht. Die mittl. Veränderlichkeit bildet im Minimum 79 % der Schneehöhe und zeigt als Höchstbetrag 13,3 cm. Im Vergleich zur Umgebung ist die Schneehöhe etwas gering. Die Messungen wurden die ganze Zeit hindurch in einem Garten ausgeführt. Die Station nähert sich in vielen Beziehungen dem Typus der südwestlichen Stationen und zeigt, ebenso wie diese, ein schnelleres Ansteigen der Schneehöhe vom Dezember zum Januar, sowie ein frühes Maximum der mittleren Schneehöhe mit darauf folgendem starkem Abfall: nach der I Aprildekade ist die Schneedecke im Mittel verschwunden. Es weicht in den genannten Hinsichten Kreuzburg von seiner Umgebung ab, was aber, wohl auf die Lage am ansteigenden Nordostufer des Dünatales und die dadurch bedingte Wirkung der Sonne zurückzuführen sein dürfte.

Kowno. Der wahrscheinliche Fehler der Schneehöhe beträgt im Maximum 2.0 cm (14 %), er zeigt geringe Abweichungen in seinem jährlichen Gang, während die Schneehöhe selbst gleichmässig zunimmt. Die mittl. Veränderlichkeit ist recht gross, der abs. Wert von 17.1 cm bildet gleichzeitig das rel. Minimum von 117% der Schneehöhe. Die Messungen erfolgten die ganze Zeit hindurch im Garten in der Nähe der Eisenbahnstation. Im Mittel tritt die Schneedecke in der II Novemberdekade auf und verschwindet schon nach der letzten Märzdekade. Dekaden mit einer Schneedecke hat es dagegen von der letzten Oktoberdekade bis zur ersten Dekade des April gegeben. Die Beobachtungen können als zuverlässig gelten.

Keidany. Im Ansteigen der Schneehöhe finden sich keine Störungen, während die Veränderungen des Fehlers einige Abweichungen aufweisen. Der grösste Wert des letzteren beträgt 2.0 cm (12 %). Die mittl. Veränderlichkeit erreicht 18.6 cm und bildet im günstigsten Falle 99 % der Schneehöhe.

Es hat in Keidany, wie auch in den 3 folgenden Stationen, im Laufe der Periode in jeder Dekade ein Jahr ohne eine Schneedecke im Mittel gegeben. Der Ort der Pegelaufstellung war ein Garten. Die Beobachtungen sind, trotz der durch die südliche Lage bedingten grossen Veränderlichkeit, gut.

Kelmy. Der wahrsch. Fehler erreicht 2.0 cm (13—14 %). Alle Veränderungen verlaufen ohne bedeutende Störungen. Der grösste Betrag der mittl. Veränderlichkeit von 14.3 cm bildet nur 91 % der Schneehöhe. Der Pegel war die ganze Zeit hindurch im Garten aufgestellt. Die Beobachtungen sind gut.

Rutzau. Bei gleichmässiger Veränderung der Schneehöhe zeigt der Fehler nur geringe Störungen; er erreicht 2.0 cm (13 %). Die mittl. Veränderlichkeit ist verhältnismässig gross: sie geht nicht unter 109 % der Schneehöhe herab. Bis 1899 wurden die Messungen an geschütztem Platz, nach 1899 im Garten ausgeführt.

Gross-Autz. Bei gleichmässig zunehmender Schneehöhe zeigt der Gang des Fehlers, der südwestlichen Lage entsprechend, geringe Störungen. Er erreicht 2.7 cm (19 %). Da die mittl. Veränderlichkeit 104 % der Schneehöhe im Minimum ausmacht, und der Schneepegel bis auf 1 Jahr im Garten aufgestellt war, müssen die Mittelwerte als genügend gut bezeichnet werden.

Es seien hier ferner einige Daten für Runö und Weissenstein angeführt, die auf Grund der 18-jährigen Reihe berechnet sind.

Runö (Leuchtturm). Trotz der für eine insulare Lage beträchtlichen Schneehöhe, besonders gegen den Frühling hin (mittleres Maximum 32 cm, absolutes — 59 cm), zeigt der Gang sowohl der Schneehöhe, als auch des Fehlers keine Störungen. Der wahrscheinliche Fehler erreicht 2,2 cm (6 %). Die mittl. Veränderlichkeit ist gering, sie bildet mit 20.3 cm als Maximum nur 62 % der Schneehöhe. Nach dem Angeführten müssen die Mittelwerte für Runö als zuverlässig angesehen werden, wenn hier die Windwirkung auch scheinbar stark eliminiert ist. Als Messungsort wird die ganze Zeit hindurch ein Gemüsegarten bezeichnet.

Weissenstein (Paide). Bei gleichmässigem Gang der Schneehöhe beträgt der grösste wahrscheinliche Fehler doch 3,4 cm (11 %). Sein Gang zeigt einige Störungen. Die mittlere Veränderlichkeit ist klein und geht bis 57 % der Schneehöhe herab. Im März beträgt ihr grösster absol. Wert 27,0 cm. Der Pegel war im Garten aufgestellt. Die Störungen sind doch wohl auf den Einfluss der Stadt zurückzuführen.

In der Tabelle 7 ist die Zunahme der Schneehöhe von Monat zu Monat zusammengestellt. Nach dieser finden wir im Frühling eine Zunahme vom Februar bis zum März bloss an den nord-westlichen Küsten-Stationen: Nargen, Runö, Worms, Tahkona, während bei den übrigen Stationen um diese Zeit schon eine Abnahme auftritt. Am stärksten ist diese Abnahme im südlichen Teil, d. h. in Kowno, Keidany und Rutzau, wie auch in Balbinowo im Südosten, wo sie mehr als 5 cm ausmacht.

Tabelle 7. Die monatliche Zunahme der Schneehöhe (in cm).

	X—XI	XI—XII	XII—I	I—II	II—III	III—IV	IV—V
Nargen	1	3	2	11	7	—14	—8
Runö*)	1	4	8	15	4	—25	—7
Worms	1	3	6	6	6	—17	—5
Tahkona	1	5	4	11	5	—21	—5
Packerort	1	1*	1*	2*	4	— 8*	—1
Hungerburg	2	3	6	9	—1*	—17	—2
Dorpat	2	7	9	10	—1*	—25	—2
Weissenstein*)	3	6	9	11	1	—28	—2
Pernau	2	8	6	14	—3	—27	0
Andreikowo	2	5	8	8	—2	—20	—1
Balbinowo	2	3	10	12	—5	—21	—1
Kreuzburg	2	4	2	7	—2	—13	0
Kowno	1	4	5	5	—7	— 8*	0
Keidany	1	5	5	6	—6	—11	0
Kelmy	1	6	3	6	—2	—14	0
Rutzau	1	4	3	7	—5	—10	0
Gross-Autz	2	4	4	6	—2	—13	—1
Mittel	1.5	4.4	5.3	8.6	—0.5	—17.2	—2.1

Vom März zum April ist die Abnahme überall am stärksten, vom April zum Mai beträgt sie mehr als 5 cm in Nargen, Runö, Worms und Tahkona, d. h. im äussersten NW und ist gleich 0 im Süden.

Um die Aenderungen der Schneehöhe bei verschiedenen Stationen mit einander vergleichen zu können ist in der Tabelle 8 für jede Dekade die Schneehöhe der Grundstationen in Prozent des Maximums berechnet. Wir finden bis zur Mitte

*) Nach 18-jähriger Reihe.

Tabelle 8. Das Prozentverhältnis der mittleren Schneehöhe pro Dekade zum maximalen Wert in %.

	Oktober		November		Dezember		Januar		Februar		März		April		Mai							
	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20					
Nargen	0	0	0	4	10	14	19	22	24	29	44	67	77	90	100	86	70	39	13	2	0	
Runö *)	0	0	0	1	4	8	13	21	29	36	48	67	86	90	100	99	89	66	20	1	0	0
Worms	0	2	0	1	3	10	17	21	38	46	50	63	73	82	100	97	85	69	21	3	0	0
Tackona	0	1	0	4	10	15	23	29	40	41	48	65	80	84	97	100	89	62	20	2	1	0
Packerort	0	0	0	1	10	16	21	26	27	31	32	45	64	77	96	100	82	29	7	0	0	0
Hungerburg	0	1	1	4	10	15	23	22	40	52	61	80	95	97	100	84	70	33	11	0	0	0
Dorpat	0	0	1	1	7	12	22	30	35	56	62	86	97	98	100	93	73	41	9	0	0	0
Weissenstein *)	0	0	1	2	10	17	27	29	36	45	56	84	93	94	100	96	74	45	7	1	0	0
Pernau	0	0	1	1	5	13	21	33	40	49	54	82	100	90	94	89	65	21	1	0	0	0
Andreikowo	0	0	0	1	10	12	14	34	45	56	63	89	96	100	98	91	65	28	4	0	0	0
Balbinowo	0	0	0	1	6	11	18	29	37	52	59	89	100	86	99	88	61	30	3	2	0	0
Kreuzburg	0	0	0	3	11	15	21	38	54	66	55	81	99	100	97	85	53	17	1	0	0	0
Kowno	0	0	0	1	5	18	24	34	47	64	65	77	100	88	77	55	18	1	0	0	0	0
Keidany	0	0	1	1	4	16	26	35	44	68	67	86	100	91	89	65	36	8	0	0	0	0
Kelmy	0	0	0	1	3	11	29	49	71	71	65	98	100	99	100	89	53	11	0	0	0	0
Rutzau	0	0	1	4	5	14	25	32	38	45	50	84	100	86	86	68	40	9	1	0	0	0
Gross Autz *)	0	1	0	2	11	18	24	41	55	54	64	84	100	97	91	88	58	27	11	0	0	0

*) Nach 18-jähriger Reihe.

des Februar auf den Inseln ein relativ langsames Anwachsen der Schneeschicht und einen Abfall erst nach der I oder II Märzdekade, während an den kurischen und littauischen Stationen bedeutendere Schneemengen (in %) schon in der ersten Dekade des Dezember eintreten, und der Abfall sich einen Monat vor demjenigen der Inseln einstellt. In der ersten Januardekade sind diese relativen Schneehöhen im Nordwesten und Süden beträchtlich verschieden: in Packerort, Nargen, Runö finden wir weniger als 30%, in Kowno, Keidany und Kelmy dagegen schon 60—70% der grössten Schneehöhe des Ortes.

Wenn wir uns den grössten Individualwerten pro Dekade im Laufe der ganzen Periode zuwenden, finden wir nach Tabelle 9 für die 17 Grundstationen folgende Beträge: Pernau hat mit 85 cm am 11—20 Februar 1893 den Höchstwert des ganzen Gebietes in der untersuchten Periode, während Dorpat mit 81 cm am 11—20 Febr. und 11—20 März 1902 an zweiter Stelle steht. Es folgen Hungerburg mit 72 cm, Weissenstein mit 71 cm beides am 11—20 Febr. 1902. Der Eintrittszeit des absoluten Höchstwertes nach unterscheiden sich die Stationen beträchtlich: die südwestlichen, sowie auch Kreuzburg, weisen das Maximum schon in der I Januardekade auf, die nordöstlichen folgen in der II oder III Februardekade, während die Inseln erst im März oder April das absolute Maximum zeigen. Das geringste Maximum hat Kreuzburg mit 43 cm.¹⁾

Die im Lauf der Jahre beobachteten absoluten Minima zeigen, dass im Süden des untersuchten Gebiets eine Reihe Stationen vorkommt, die zu jeder Zeit des Jahres schneefrei sind, d. h. eine mittlere Schneehöhe von weniger als 0,5 cm haben. Zu ihnen gehören Keidany, Kelmy, Rutzau und gross Autz. Die grösste Anzahl der nicht schneefreien Dekaden haben Weissenstein und Hungerburg (je 5 Dek.), Dorpat und Worms (je 4 Dekaden). Die grössten Beträge des Minimums fallen auf die II Dekade des Februar, in der in Weissenstein die Schneehöhe nicht unter 12 cm betrug. Nur der Dezember, März und April können an allen Grundstationen ganz schneefrei sein, bis auf Hungerburg, die mit der I Märzdekade allein eine Ausnahme bildet.

1) Runö und Weissenstein verfügen bloss über eine Reihe von 18 Jahren; auf sie bezieht sich diese Ausführung jedoch in gleichem Masse, weil die für beide fehlenden Jahre im Lande durchweg mittlere Schneehöhen aufwiesen.

Zu den Punkten mit einer Schneedecke schon in der I Novemberdekade gehören ausser den im Nordosten gelegenen Hungerburg, Gdow, Wesenberg, Weissenstein und Schtschemerizy, noch eine zweite Gruppe im Südwesten, zu der Grünhof, Libau, Mosheiki und Rutzau gehören. Es erstreckt sich dieses Gebiet in Form einer Zunge über Libau bis an die kurische Aa und fällt mit dem Gebiet des ostbaltischen Niederschlags-Maximums (über 70 mm) im November zusammen. Es liegt nahe, hier einen ursächlichen Zusammenhang anzunehmen. Die Tabelle 9 zeigt uns ferner, dass besonders die Inseln schon Mitte Oktober vorübergehende Schneedecken mit einer Höhe pro Dekade bis 6 cm haben können (Worms 1898), während im äussersten Südwesten Tauroggen in demselben Jahr als einzige Ausnahme eine Schneedecke schon in der I Dekade des Oktober aufzuweisen hatte. Die grössere Feuchtigkeit in der Nähe der Küste möge zu diesen frühen Schneefällen den Anlass geben, wenn auch die Wärme des Meeres andererseits das Aufkommen einer dauernden Decke bis zum Dezember verhindert.

Durch den späten Eintritt der endgültigen Schneedecke in der III Novemberdekade zeichnen sich Mychushe, Tauroggen, Wileiskaja, Domesnäs, Friedrichshof, und Odinsholm aus, während in Filsand der Schnee im Mittel erst von der ersten Dezember-Dekade an liegen bleibt. Die letzte November-Dekade bringt mehr als 5 cm in Wesenberg und Gdow im Nordosten und Swenziany im Süden. Aus der Zusammenstellung der Häufigkeit der Jahre ohne eine Schneedecke (in %) für 15 Grund-Stationen in der Tabelle 10 entnehmen wir, dass im Mittel die Anzahl dieser Jahre von der I zur III Dekade des November von 89 % auf 34 % abnimmt.

Seit der I Dekade des Dezember finden wir schon eine Schneedecke im ganzen Gebiet. An der äussersten Westküste, bei Filsand und Domesnäs, beträgt die Höhe nur 1 cm, während Gdow und Wesenberg die grössten Werte mit 10, resp. 11 cm aufweisen. Es zeigen sich somit die ersten Anzeichen eines Heranrückens grösserer Schneehöhen von Nordosten, wenn auch unter Vermeidung der Küste des Finnischen Meerbusens, die zu allen Zeiten eine geringere Schneehöhe, als das Festland hat.

rend einzelne Dekaden mit einer Schneedecke in Lappland und Österbotten schon Ende August vorkommen können.

Tabelle 9. Grösste individuelle Schneehöhe pro Dekade (in cm).

	Oktober			November			Dezember			Januar			Februar			März			April			Mai			
	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-28	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	
Nargen	0	1	1	1	6	16	21	20	18	20	26	29	33	39	46	46	50	50	31	28	14	5	1	0	0
Runö*)	0	1	1	7	7	9	13	22	24	24	31	33	41	52	47	54	55	56	59	32	5	0	0	0	0
Worms	0	6	2	4	6	14	28	22	23	25	36	31	29	34	35	58	53	54	68	39	6	1	0	0	0
Tahkona	0	3	2	2	8	19	15	20	24	23	24	27	38	51	50	54	53	47	42	30	5	3	0	0	0
Packerort	0	0	0	1	7	12	9	7	7	9	12	13	14	26	25	30	36	50	15	8	0	1	1	0	0
Hungerburg(Narva)	0	3	2	6	11	16	20	26	29	36	51	62	66	72	65	63	67	48	37	28	1	0	0	0	0
Dorpat	0	0	3	2	12	13	24	44	50	55	63	69	74	81	75	75	81	52	45	18	1	1	0	0	0
Weissenstein*)	0	1	2	4	13	19	34	32	39	44	49	54	68	71	66	66	67	56	52	15	1	1	0	0	0
Pernau	0	0	2	2	6	13	36	51	61	49	43	44	77	82	85	81	72	60	32	2	1	0	0	0	0
Andreikowo	0	1	1	2	9	13	14	28	32	47	46	47	62	65	67	61	49	45	31	6	0	0	0	0	0
Balbinowo	0	1	1	7	7	11	17	21	23	40	38	35	50	62	67	59	54	47	35	9	11	0	0	0	0
Kreuzburg	0	0	0	6	8	11	15	17	25	43	40	33	38	37	40	38	37	34	17	1	0	0	0	0	0
Kowno	0	0	1	1	6	27	12	15	39	48	43	31	41	41	39	40	26	13	2	0	0	0	0	0	0
Keidany	0	0	2	3	6	27	15	21	31	46	41	30	34	39	35	37	33	30	21	0	0	0	0	0	0
Kelmy	0	0	1	1	4	13	21	37	35	45	43	37	36	43	39	44	41	38	20	0	0	0	0	0	0
Rutzaun	0	0	2	12	4	13	17	18	30	28	25	30	33	38	39	44	38	24	17	3	0	0	0	0	0
Gross-Autz	0	2	1	2	11	24	14	30	38	38	36	35	44	53	36	48	50	42	30	10	0	0	0	0	0

*) Nach 18-jähriger Reihe.

Tabelle 10. Häufigkeit der Jahre ohne eine Schneedecke (in %).

	November		Dezember		Januar		Februar		März		April				
	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-28	1-10	11-20	21-31			
	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30			
Nargen	95	74	31	31	26	16	26	11	0	5	5	21	26	31	58
Worms	84	69	21	31	31	11	5	0	0	0	11	11	21	31	79
Tahkona	95	69	37	21	21	5	5	11	0	5	16	26	11	53	84
Packerort	90	69	47	31	37	31	26	21	11	21	16	26	42	74	100
Hungerburg	84	69	47	11	21	11	0	5	0	0	0	5	26	63	95
Dorpat	90	58	37	16	5	0	5	0	0	0	11	5	26	74	95
Pernau	90	63	42	16	26	16	5	0	0	21	11	16	37	84	95
Andreikowo	74	26	31	11	21	11	11	11	5	0	16	11	31	74	100
Balbinowo	90	47	11	16	11	5	0	0	0	0	5	16	26	63	90
Kreuzburg	84	53	21	16	21	16	11	5	5	0	16	21	47	84	100
Kowno	95	74	42	16	11	21	21	5	0	11	16	26	84	100	100
Keidany	95	69	26	16	21	16	21	11	5	16	21	37	79	100	100
Kelmy	90	69	42	21	16	16	11	16	11	16	11	21	74	100	100
Rutza	95	74	42	26	16	37	21	11	11	11	26	31	79	95	100
Gross-Autz	79	79	37	21	16	5	16	16	11	11	11	31	63	84	100
Mittel	89	64	34	19	20	14	8	8	4	7	10	18	44	74	93

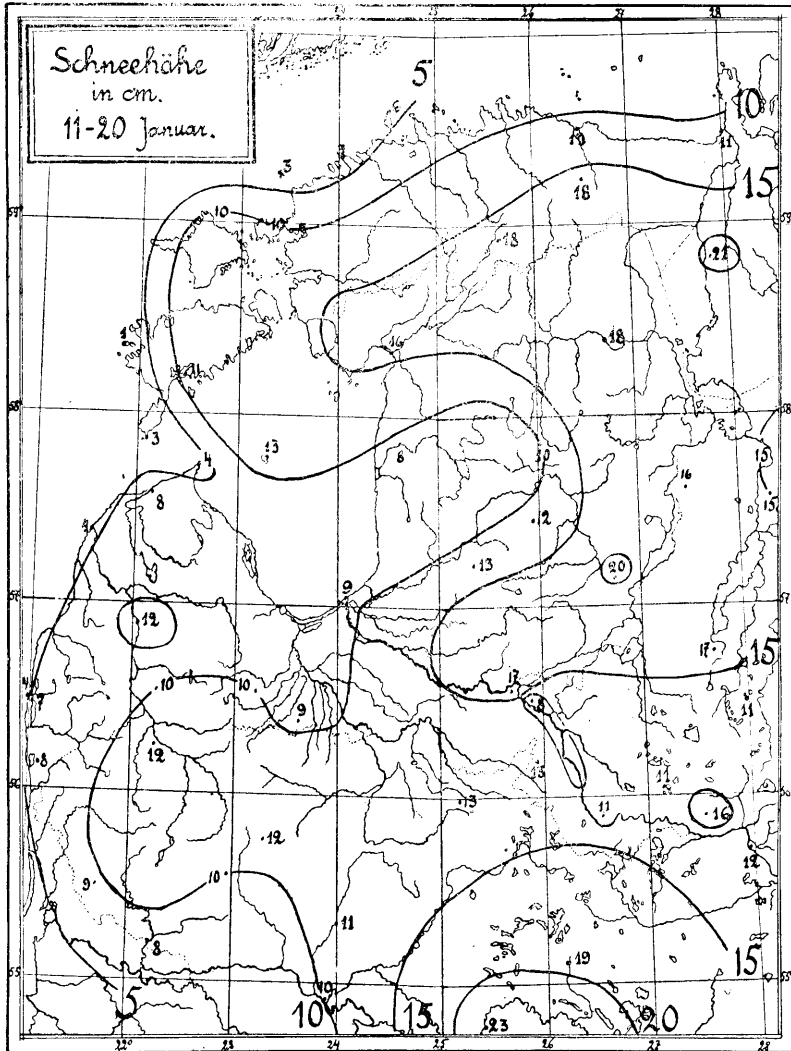
Die mittlere¹⁾ Dekade des Dezember zeigt weniger als 5 cm Schnee bloss auf den Inseln und an der Küste, während das Gebiet mit 10 cm oder mehr sich von Osten her bis Alt-Schwanenburg, Korsowka, Ostrow, Swenziany vorgeschoben hat. In Estland erstreckt sich dieses Gebiet schon bis Pernau und Weissenstein, während bei Goldingen sich eine kleine vorgeschobene Insel zeigt. Die Anzahl der Jahre ohne eine Schneedecke beträgt im Mittel noch 20 %. Nur 5 % aller Jahre waren in Dorpat in dieser Dekade ohne eine Schneedecke, während auf den Inseln diese Zahl noch über 30 % ausmacht.

Die weitere Verteilung und Ausbreitung der Schneedecke von Monat zu Monat wird durch 3 Karten (Seite 40, 42, 44) dargestellt, welche sich auf die mittleren Dekaden des Januar, Februar und März beziehen, während die Karte auf Seite 35 die Namen und die Verteilung der Stationen wiedergibt. Weil das Bild der Verteilung sich im allgemeinen von einem Monat zum anderen wenig ändert, sollen hier bis auf die Zeit der Schneeschmelze auch nur diese mittleren Dekaden besprochen werden.

In der II Dekade des Januar (Karte auf S. 40) finden wir schon Höhen bis über 20 cm vor. Gdow weist 21 cm, Alt-Schwanenburg 20 cm und Wileiskaja 23 cm auf. Das Gebiet mit über 15 cm verläuft südlich der Küste des Finnischen Meerbusens, umschliesst Wesenberg, Weissenstein und Pernau, kehrt zum Wirts-järv zurück und verläuft weiter nach Süden, das Aa-Plateau umfassend, bis zur Düna, um von dort weiter ostwärts umzubiegen. In der Gegend südlich vom Peipus weisen Pleskau und Andreikowo 15 cm auf und lassen ein örtliches Minimum ausserhalb des Bereiches des hier untersuchten Gebiets vermuten. Im Tal der Düna von Drissa bis Kreuzburg finden sich hier, wie auch auf den übrigen Karten relativ geringe Schneehöhen, wobei besonders der Gegensatz zwischen Gerin (mit 17 cm) und Kreuzburg (mit 8 cm) auffällt. Diese Verschiedenheit kann ihre Erklärung durch die Lagenverhältnisse beider, bloss 10 km von einander entfernten Punkte finden. Gerin liegt auf der Nordspitze der Oberkurisch-Littauischen Hügellandschaft, im Knie der Düna, d. h. in einer Gegend, deren Seehöhe durch-

1) Im weiteren soll bei der Untersuchung der Schneeverhältnisse eines jeden Monats die mittlere Dekade ausführlicher behandelt werden, um dadurch einen Anschluss an die Ausführungen von W. Korhonen für Finnland zu erreichen.

schnittlich etwa 120 m beträgt, und deren höchste Erhebung im Knie der Düna — der Berg Tabor — eine Höhe von 191 m erreicht, während Kreuzburg im Osten dieser Hügellandschaft, an der Leeseite der vorherrschenden Winde, in geringerer Höhe auf



dem ansteigenden Nordost-Ufer der Düna liegt. Das ganze Tal der Düna von Kreuzburg bis Drissa liegt auf der Leeseite dieser Hügellandschaft. Wenngleich für Gerin bloss eine 8-jährige Beobachtungsreihe vorliegt, so sind die Daten doch keineswegs

verdächtig und ergeben bei einer Reduktion nach Kreuzburg und Novik (40 km entfernt) keine zu grossen Abweichungen.

Ein unbedeutendes lokales Maximum findet sich bei Balbinowo am Südrande der Lettgallischen Hügellandschaft¹⁾. Von dem oben erwähnten Gebiet grösserer Schneehöhe durch das Dünatal getrennt liegt das Schneegebiet von Wilno, das auf unserer Karte ebenfalls schon sichtbar ist. Hier weist Wileiskaja mit 23 cm das absolute Maximum des ganzen Gebietes in dieser Dekade auf.

Das Gebiet mit mehr als 10 cm erstreckt sich durch Estland bis auf die Inseln. Seine Grenzlinie läuft die Küste entlang, biegt von Runö zum Wirtsjärv um und von dort nach Süden über Riga unter Umgehung der Mitau'schen Tiefebene bis zur lettisch-litauischen Grenze, um hier in ca. 50 km Entfernung die Küste der Ostsee entlang zu laufen und nach Kowno hin umzubiegen. Ein unbedeutendes Maximum findet sich von dem Südwestkurischen Maximum abgetrennt bei Goldingen.

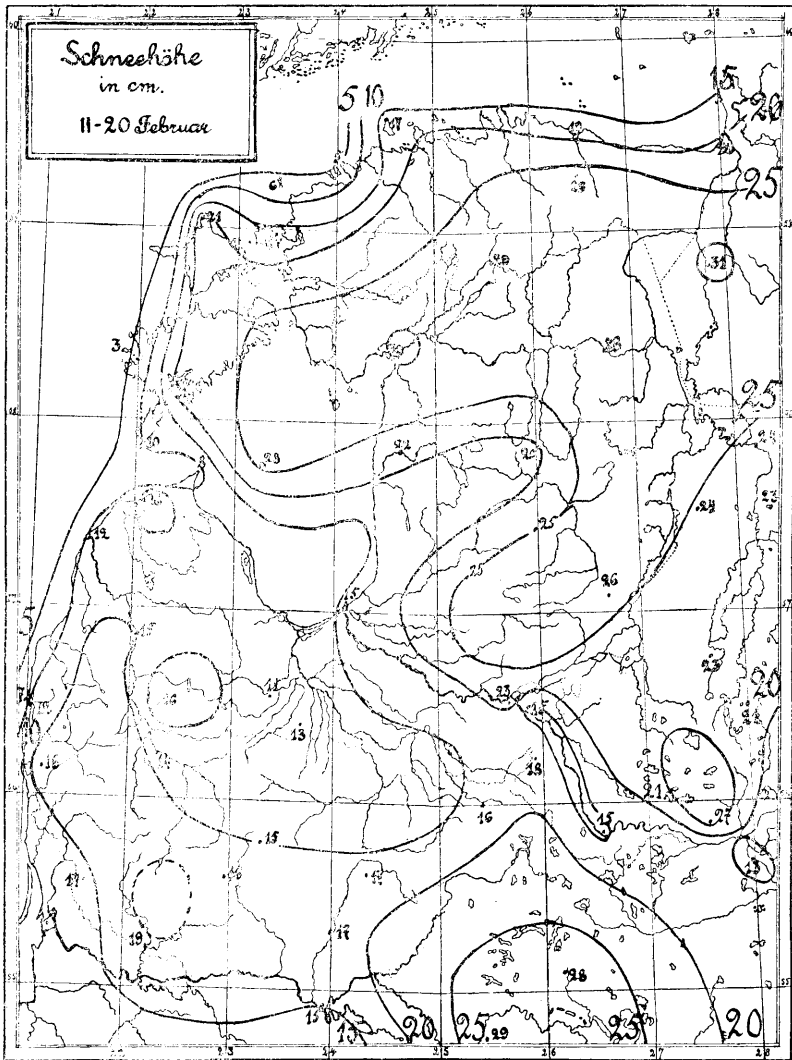
Die 5 cm-Linie fällt fast überall mit der Küstenlinie zusammen, wobei um eine kleine Ausbuchtung nach Osten in der Richtung des zweiteiligen Minimums über dem südlichen Teil des Rigaer Busens liegt. Ein Teil dieses Minimums erstreckt sich bis Walk an der estnisch-lettischen Grenze, der andere — bis nach Grünhof und Mitau in Kurland²⁾; es zeigt sich auf allen weiteren Karten.

Während der untersuchten Periode gab es in dieser Dekade, noch 8 % aller Jahre ohne eine Schneedecke im Mittel der 15 Grundstationen (Tab. 10). Schneefreie Jahre gab es im einzelnen: in Hungerburg und Balbinowo 0, auf den Inseln, in Nargen und Packerort 26%, in Kowno und Keidany im Süden 21 %. Die grösste beobachtete Höhe dieser Dekade betrug in Dorpat 63 cm, in Hungerburg 51 cm, während Packerort mit 12 cm den niedrigsten Wert des Maximums aufweist. Die Zunahme der Schneehöhe seit der II Dekade des Dezember beträgt

1) Die Station Grawery, 20 km weiter nach N.-W. gelegen, steht durch eine auffallend geringe Schneehöhe im Widerspruch zu Balbinowo. Weil sich dagegen diese bei der genaueren Untersuchung auf Seite 29 als vollwertig erwiesen hat, und von Grawery bloss eine 8-jährige Reihe vorliegt, muss Balbinowo jedenfalls mehr in Betracht gezogen werden.

2) Beim Zeichnen der Karten ist aus dem oben (Seite 14) angeführten Grunde Riga nicht berücksichtigt worden.

im Mittel für alle Grundstationen (Tab. 7) $+5,3$ cm; auf Balbinowo, Dorpat und Weissenstein entfallen die grössten Beträge von 10 cm, 9 cm und 9 cm, auf Packerort — der geringste von 1 cm.



Die Verhältnisse während der II Dekade des Februar zeigen ein Bild, das demjenigen des Januar ähnelt: das Gebiet der grössten Schneemenge (über 25 cm) erstreckt sich hufeisenförmig von den Inseln durch Estland über den Wirtsjärvi bis

auf das Aa-Plateau. Die grössten mittleren Höhen haben Gdow (31 cm), Pernau (30 cm) und Runö (28 cm) während das Schneegebiet von Wilno Höhen bis 29 cm in Wileiskaja aufweist. Als Gebiet mit einer geringen Schneeschicht erweist sich wiederum der südliche Teil des Rigaer Busens mit den beiden Ausläufern zum Wirts-järv und nach Mitau hin.

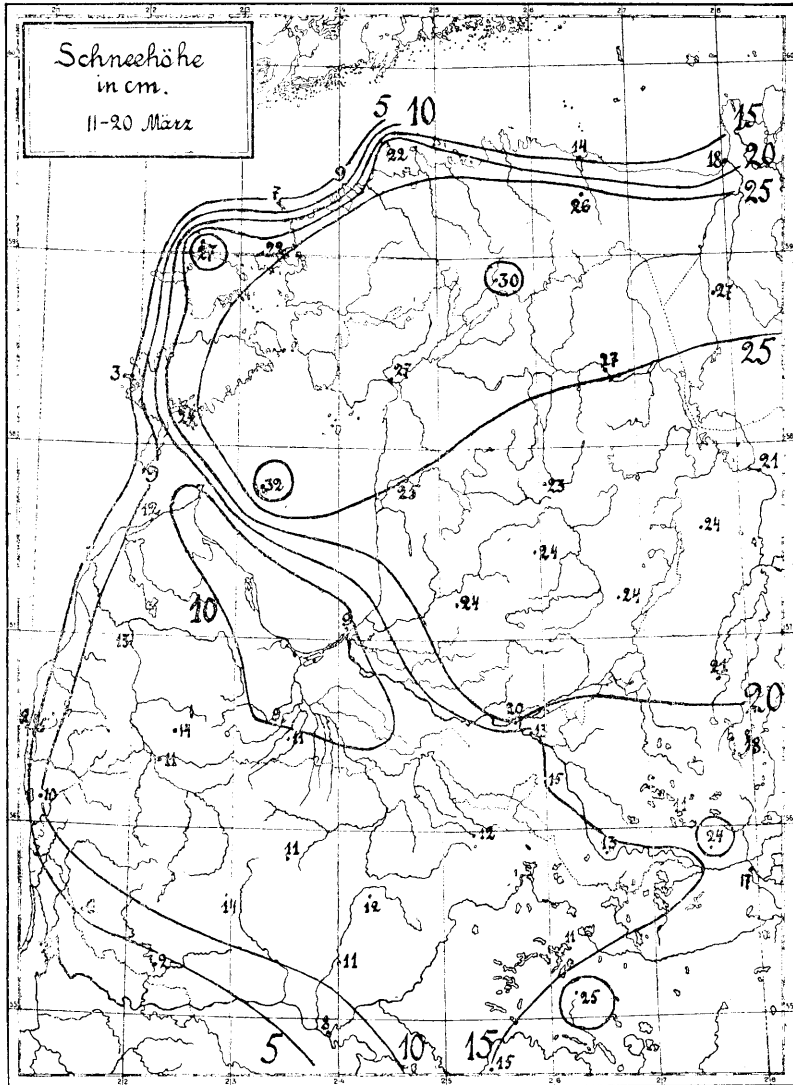
Die Höhenlinien von 25 und 20 cm verlaufen sehr ähnlich. Die letztere fällt mit der estländischen Nordküste zusammen, schneidet die Inseln, verläuft auf halber Strecke zwischen Domesnäs und Runö um weiter das Minimum bis Untin zu umbiegen und darauf dem Lauf der Livl. Aa und Düna zu folgen. Ausbuchtungen zeigt sie bei Nargen und Tachkona, durch die zu grossen Schneehöhen dieser Stationen. Die Höhenlinie von 15 cm verläuft analog, hebt das kurische Minimum scharf hervor um dann, unter Umgehung des west-litauischen Maximums in der Samaiten'schen Hügellandschaft, deren mittlere Seehöhe gegen 100 m, und diejenige einzelner Kuppen bis 226 m beträgt, über Kowno nach S.-E. zu verlaufen. Im Gebiete dieses letzteren Maximums finden wir Höhen bis 19 cm in Tauroggen. In der Gegend von Gross-Autz zeigt sich eine kleine weitere Zunahme der Schneehöhe über den Mittelkurischen Höhen. Die Höhenlinien von 10 und 5 cm halten sich eng an die Küste von Packerort bis gegen Libau. Beim Leuchtturm Filsand findet sich eine Schneeschicht von bloss 3 cm vor.

Die Zunahme der Schneehöhe seit dem Januar beträgt im Mittel der Grundstationen +8,6 cm, sie ist auf Runö und in Pernau am grössten (15 u. 14 cm), im Süden am geringsten: in Kowno +5 cm. Die Zunahme von bloss +2 cm in Packerort kann hierbei als zu gering nicht in Betracht gezogen werden.

Die grösste Schneehöhe dieser Dekade betrug während der ganzen Periode in Pernau 82 cm, in Dorpat 81 cm und erreichte in Kreuzburg und Worms den geringsten Betrag von 37 und 34 cm.

Ohne eine messbare Schneedecke war diese Dekade in 7% aller Jahre als Mittelwert der Grundstationen, nachdem in der ersten Februardekade ohne Schnee bloss 4% aller Jahre gewesen sind. Kein schneefreies Jahr hatten in der II Februardekade Worms, Hungerburg, Dorpat, Andreikowo, Balbinowo und Kreuzburg, im Süden, in Keidany und Kelmy gab es ihrer 16%, während in Pernau und Packerort in 21% aller Jahre keine messbare Schneeschicht vorhanden war.

Anfang Februar, zur Zeit der geringsten Wahrscheinlichkeit eines schneefreien Jahres hatten an 11 % aller Jahre keine messbare Schneedecke bloss Kelmy, Rutzau u. Gross-Autz.



In die Zeit von der II Februardekade bis zur II Märzdekade fällt für die meisten Stationen das Maximum der mittleren jährlichen Schneehöhe. Weil im Gesamtmittel aller Stationen des Gebietes die letzte Februardekade die grösste Schneehöhe hat, kommt

die eben besprochene Karte auf Seite 42 diesem Zeitpunkt am nächsten.

Die folgende Karte für die II Dekade des März (Seite 44) zeigt im Vergleich zu den beiden früheren ein etwas abweichendes Bild, da der Einfluss der z. T. noch steigenden, z. T. schon stark abnehmenden Schneehöhen eine Verschiebung der Verhältnisse verursacht. Wenn wir von den Inseln mit einer Zunahme der Höhe absehen, zeigt uns diese Karte schon die Verhältnisse der Schneeschmelze. Das Gebiet mit über 25 cm hat sich vom Aa-Plateau nach Norden zurückgezogen und liegt in Estland. Das Gebiet der grössten Höhe dagegen hat sich von der Peipusgegend stark nach Westen bis an die Ostsee vorgeschoben. Im Nordosten hat die Abnahme schon begonnen. Die grössten Höhen finden sich im Weissenstein mit 30 cm und Runö mit 32 cm vor. In der Nähe der estländischen Küste verlaufen die Linien gleicher Schneehöhe sehr dicht, was einer starken Abnahme der Höhe an der Küste entspricht, und richten sich nach der Uferlinie. Auch hier treten Tahkona und Nargen durch zu grosse Schneehöhe hervor. Das Gebiet mit über 20 cm liegt im wesentlichen zwischen dem Peipus und der Düna, doch zeigen die Stationen in Bereich des Aa-Plateaus auch eben noch etwas grössere Werte, wenn sie auch 25 cm nicht erreichen: es haben Ramotzky, Neubilskenshof, Alt-Schwanenburg und Schtschemerizy je 24 cm Höhe. Balbinowo tritt ebenfalls mit etwas grösseren Schneemassen (24 cm) gegenüber der Umgebung hervor, während die Wilno'sche Schneegegend nur noch in ihrem nördlichen Teil bei Swenziany 25 cm aufweist und schon stark im Schmelzen begriffen ist. Der oben erwähnte Gegensatz zwischen Grawery und Balbinowo, ist um diese Zeit besonders gross, und zwar liegt die negative Anomalie auf Seiten Grawery's mit bloss 11 cm, was auf ungünstige Ortsverhältnisse der letzteren Station hinweist.

Die 15 cm-Linie verläuft die estländische Küste entlang, von Oesel aus südlich an Runö vorüber und das Tal der Düna entlang bis Balbinowo. Der Lage nach befindet sie sich an der Stelle der 20 cm-Linie des vorigen Monats. Von Balbinowo biegt sie scharf nach SW um und verläuft über die Station Wileiskaja, wodurch das Wilno'sche Schneegebiet noch einmal deutlich hervortritt. Die Höhenlinien von 10 und 5 cm halten sich sowohl an die estländische, als auch an die kurische Küste bis Rutzau, um dann nach SE hin nach Kowno zu verlaufen.

In der Niederung am SW-Ufer des Rigaer Meerbusens bis in das Gebiet der Kurischen Aa zeigt sich auch hier ein Minimum mit weniger als 10 cm Schneehöhe. Die geringsten Höhen weisen Filsand mit 3 cm und Tauroggen mit 2 cm auf.

Während die Verhältnisse der Herbstdekaden ein Heranrücken des Schneegebietes von Osten her zeigten, finden wir im Frühling ein Vordringen der Schneeschmelze von Süden her.

Die mittlere Aenderung der Höhe aller Grundstationen vom Februar zum März (Tab. 7) zeigt eine Abnahme um 0,5 cm; die Abnahme ist am bedeutendsten in Kowno (—7 cm), Keidany (—6 cm) und Rutzau (—5 cm), eine Zunahme zeigen im Nordwesten: Nargen (+7), Worms (+6) und Tahkona (+5 cm). Die grösste Schneehöhe dieser Dekade im Lauf der Jahre ist recht beträchtlich, besonders in Estland, wo Dorpat 81 cm, Pernau 72 cm, Weissenstein und Hungerburg 67 cm aufzuweisen hatten; das geringste Maximum treffen wir in Kowno mit 26 cm und Keidany mit 33 cm an.

Um diese Zeit sind im Mittel 18 % aller Jahre ohne eine Schneedecke. In Hungerburg, Dorpat und Balbinowo ist das am seltensten der Fall (5%), am häufigsten (etwa jedes 3. Jahr) in Keidany (37 %), Rutzau und Gross-Autz (je 31 % aller Jahre).

Die Verhältnisse der mittleren Dekade des April zeigen uns schon das Ende der Schneeschmelze. Eine Höhe von 5 cm oder mehr hat die Schneeschicht nur auf den Inseln, wo Nargen 8 cm, Runö 7 cm, Worms, Tahkona und Wesenberg je 5 cm aufweisen. Ganz schneefrei ist im Mittel der gesamte Süden bis zur Düna, während nördlicher in Pernau der Schnee ebenfalls schon verschwunden ist.

In einzelnen Jahren erreicht die Schneehöhe allerdings noch Werte bis 39 cm (z. B. auf der Insel Worms), während die ganze Periode hindurch im Süden Kowno, Keidany und Kelmy keine messbare Schneedecke pro Dekade gehabt haben.

Die Abnahme der Schneehöhe vom März zum April zeigt beträchtliche Grössen, besonders an den Orten, die im März eine bedeutende Schneehöhe hatten, wie z. B., in Runö und Dorpat mit je — 25 cm, Weissenstein mit — 28 cm und Pernau mit — 27 cm. In Kowno kann die Abnahme nur noch — 8 cm betragen.

Die Anzahl der Jahre ohne eine messbare Schneedecke beträgt Mitte April im Mittelwert schon 74% aller Jahre; als Ex-

trem stehen sich hier wieder der Nordwesten mit 31 % und der Süden mit 100 % gegenüber.

Im Mai findet sich schon von der ersten Dekade an im Mittel keine Schneedecke von mehr als 0,5 cm Höhe vor, wenn auch in einzelnen Jahren die erste, oder in seltenen Fällen die zweite Dekade eine solche aufweist. Die Abnahme der Schneehöhe seit der Mitte des April macht für das ganze Gebiet noch 2 cm aus, sie erreicht auf Nargen und Runö je 8 cm, in Pernau 7 cm. Im Süden ist die Schneedecke schon seit dem April verschwunden. Die Anzahl der schneefreien Jahre beträgt im Mai 100 %. Vereinzelt Dekaden mit einer messbaren mittleren Schneedecke sind nach dem endgültigen Verschwinden des Schnees beobachtet worden: im Jahre 1893 Anfang Mai im Worms (1 cm) und Odinsholm (2 cm), im Jahre 1899 in Filsand, Tahkona, Weissenstein und Untin je 1 cm. Im Jahre 1900 hatte Wesenberg in dieser Dekade eine Schicht von 1 cm Höhe, während das schneereiche Jahr 1902 in der I Dek. des Mai in Dorpat, Ramotzky, Weissenstein je 1 cm, in Wesenberg 2 cm und Nargen gar 5 cm Schnee brachte. In demselben Jahr betrug die Schneehöhe der II Maidekade in Nargen und Packerort noch 1 cm. Das Jahr 1908 brachte in der I Dek. dieses Monats in Wesenberg und als Ausnahme in Gerin, am Mittellauf der Düna, je 1 cm Schnee als Mittel von 10 Tagen.

Zusammenfassung. In der dargestellten geographischen Verteilung der Schneehöhe zeigt sich eine Abhängigkeit von den Höhenverhältnissen des Landes, — besonders im südlichen Teil, vom 58 Breitenkreise an. Die Schneehöhe nimmt im allgemeinen mit der Seehöhe bis 200—300 m über dem Meere zu. Wenngleich einige geringere Maxima in Kurland, wie dasjenige von Gross-Autz und Tauroggen, welche scheinbar durch die örtlichen Höhenverhältnisse bedingt sind, oder dasjenige östlich vom Michaelsturm einer Bestätigung durch in der Nähe zu gründende Stationen bedürfen, so muss doch der hervortretende Zusammenhang als tatsächlich bestehend aufgefasst werden.

Die Linien gleicher Schneehöhe zeigen, ferner, einen Verlauf, welcher demjenigen der Isothermen in den Wintermonaten ähnelt: beide zeigen in Estland, nördlich des Breitenkreises von 57°30' vom November bis zum Februar eine Ausbuchtung nach den Inseln hin und eine zweite in Kurland mit Nord-Littauen, die unseren Gebieten grösster Schneehöhe entsprechen, während

das Minimum an der Südwest-Küste des Rigaer Busens einer Schwenkung der Isothermen nach Osten hin entspricht¹⁾. Die Verteilung der Niederschläge im Mittel der Jahre 1886—1910²⁾ zeigt ebenfalls die Existenz eines Gebietes mit geringen Niederschlägen (20—30 cm im Monat) im SW des Rigaer Busens während der Monate vom Oktober bis zum Mai, während im Vergleich hierzu West-Kurland und SW-Littauen von der See her stellenweise die doppelte Menge an Niederschlägen erhalten. Hierdurch findet das Herantreten der Linien mit 10 und 15 cm nahe an die Ostsee eine Erklärung. Eine gegen die Umgebung relativ grosse Schneehöhe wie auch Niederschlagsmenge findet sich auf der Insel Runö vor.³⁾ Weiter auf dem Festlande des ganzen Gebietes sind die Unterschiede in den Niederschlagsverhältnissen im Winterhalbjahr nicht genügend gross um bestimmte Gebiete abzugrenzen, daher wird hier bei der Verteilung der Schneehöhe die Temperatur, die Seehöhe und, an der Küste, der Einfluss des Windes die Hauptrolle spielen.

Der jährliche Gang der Schneehöhe.

Das Auftreten und die Verteilung der absoluten Maxima der Schneehöhe ist für 17 Grundstationen auf der Seite 34 erörtert und in der Tab. 9 zusammengefasst. Wenn wir uns der genaueren Untersuchung der Eintrittszeit der mittleren Maxima aller Stationen zuwenden, wie sie aus der Tabelle 6 auf d. Seite 26 u. 27 hervorgehen, so zeigt sich in dieser Beziehung ein grosser Unterschied gegen Finnland: während in Finnland die Eintrittszeit, bis auf den äussersten Südwesten im ganzen Lande auf die II Dekade des März fällt, verteilt sie sich im Ostbaltischen Gebiet auf 5 Dekaden: von der I Dek. des Februar

1) H. Wild. Die Temperaturverhältnisse des Russ. Reiches, Atlas (Supplementband zum Repertorium für Meteorologie) St. Petersburg, 1881, sowie die Isothermenkarte des Ostbaltischen Gebietes von A. Werner im Atlas der „Baltischen Landeskunde“ von K. Kupffer, Riga, 1911.

2) B. Ssresnewsky. Bericht über die Ergebnisse der Beobachtungen für das Liv-, Est- Kurländische Regenstationennetz, Dorpat 1913.

3) Im Laufe des Winterhalbjahres fallen auf Runö im Mittel d. J. 1886—1910 233.2 mm, während in demselben Zeitraum Pernau 167.5, Filsand 192.9, Zerel 220.4 und Domesnäs 142.9 mm an Niederschlägen erhalten. Diese Zahlen ergeben eine gute Uebereinstimmung mit den entsprechenden Schneehöhen.

bis zur II Dek. des März. Am frühesten tritt das Maximum schon in der I Dek. des Februar in Tauroggen und Goldingen ein. Auf die II Dekade dieses Monats fällt es in Kowno, Keidany, Kelmy, Mychushe, Rutzau, Gross-Autz, Libau, Libau-Leuchtturm, Windau, Michaelsturm, Grünhof, Friedrichshof, Radziwilischki, Domesnäs, Dünamünde, Riga und Gerin, d. h. in West-Littauen und -Kurland bis zur Spitze von Domesnäs. Vereinzelt findet es sich ferner in Alt-Schwanenburg, Opotschka, Kunda und Pernau. In der III Dek. des Februar folgen: Ponewjesh, Swenziany, Grawery, Balbinowo, Dünaburg, Andreikowo, Welje, Ignalino, Korsowka, Kreuzburg, Nowik, Neu-Bilskenshof, Ostrow und, versprengt im Norden, Wesenberg. Es befindet sich diese Gruppe im Südosten, südlich der Breite $57^{\circ}30'$. Die III Gruppe umfasst den Nordosten mit den Stationen Hungerburg, Gdow, Dorpat, Pleskau, Pürkelsdorf, Ramotzky, Schtschemerizy, Weissenstein, Untin, und weiter im Süden Osupino sowie Mosheiki. Die Eintrittszeit der grössten Schneehöhe fällt hier auf die I Märzdekade, während sie in der II Dekade dieses Monats in der letzten Gruppe eintritt, zu welcher der Nordwesten mit den Inseln gehört. Einige der hier gelegenen Stationen, wie Arensburg, Filsand, Nargen, Runö und Worms weisen das Maximum sowohl in der I, als auch in der II Dekade des März auf.

Diese Eigentümlichkeit führt zur Einteilung des ganzen untersuchten Gebietes in 4 Schneengebiete, wie sie uns die Karte auf d. Seite 35 zeigt. Ein jedes Gebiet umfasst hierbei bei weitem die meisten Stationen mit gleicher Eintrittszeit der grössten Schneehöhe. Ihre Reihenfolge ist der Aufeinanderfolge der Maximaldekaden entsprechend durch die Ziffern I, II, III und IV bezeichnet, wobei die Stationen Tauroggen und Goldingen (Max. in der I Feb.-Dek.) zum Gebiete I gezählt sind.

Zu einer ähnlichen Einteilung gelangen wir durch eine Untersuchung der Gegend mit absolut grösster Schneehöhe in jeder einzelnen Dekade im Lauf der Jahre. Für die Grundstationen ergibt sich dabei folgendes: Werte von 10 cm werden schon in der ersten Novemberdekade in Rutzau allein überschritten. In der letzten Dekade dieses Monats finden wir über 20 cm nur im Süden: in Kowno, Kelmy und Gross-Autz. In der II Dekade des Dezember haben schon Dorpat und Pernau mit 44, resp. 51 cm die Führung und behalten sie den Winter hindurch bis zur III Märzdekade, um sie danach den Inselstatio-

nen zu überlassen, von denen Worms und Runö mit 68 resp. 59 cm in der ersten Aprildekade alle anderen Stationen übertreffen. Zum Schluss der Schneezeit, in der letzten Dekade des April und der ersten des Mai hat die nördlichste Inselstation Nargen das grösste Maximum von 14, resp. 5 cm gehabt.

Die Zu- und Abnahme der mittleren Schneehöhe von Dekade zu Dekade zeigt uns eine weitere Eigentümlichkeit der Schneeverhältnisse im untersuchten Gebiet. Den jährlichen Gang der Höhe in cm im Mittel für das ganze Gebiet geben uns folgende Zahlen wieder:

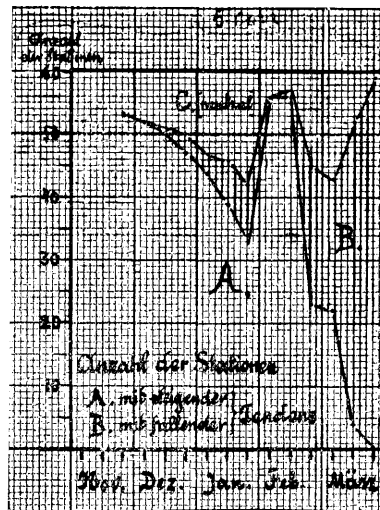
Dekaden	November	Dezember	Januar	Februar	März	April
I	0.2	4.6	10.6	17.2	18.9	5.4
II	1.4	6.7	11.9	20.5	16.6	1.2
III	2.8	8.4	14.3	22.4	8.5	0.1

Die hiernach gezeichnete Kurve verläuft ohne wesentliche Schwankungen und erreicht ihren Höhepunkt in der III Februardekade, obgleich die Zahl der Stationen mit grösster Schneehöhe in der I Märzdekade grösser ist, als in dieser. Wenn wir dagegen das Anwachsen der Schneehöhen bei den einzelnen Stationen von Dekade zu Dekade verfolgen, und die Anzahl der Stationen steigender und fallender Schneehöhe in einer jeden berechnen, so zeigt es sich, dass die grösste Zahl der Stationen mit zunehmender Schneehöhe der November aufweist, während sie im März gleich 0 wird. Es nimmt diese Zahl in der Zwischenzeit jedoch nicht gleichmässig ab, sondern zeigt von der III Januardekade zur I und II Februardekade ein bedeutendes Anwachsen auf 46 von insgesamt 60 Stationen, während ihre Anzahl vom November bis zum Ende des Januar schon auf 33 gesunken war. Nach der zweiten Dekade des Februar tritt eine endgültige Abnahme der Anzahl bis in den März hinein statt. Die Anzahl der Stationen mit fallender Tendenz in jeder Dekade, sowie die Anzahl der neutralen, zeigen einen entgegengesetzten Verlauf, wie das aus folgender Tabelle und der kurvenmässigen Darstellung auf d. Seite 51 ersichtlich ist. Hier drücken die Höhen der Fläche A die Anzahl der Stationen mit einer Tendenz zur Zunahme der Schneehöhe, die Höhenabschnitte zwischen den Grenzen von B — die Anzahl der Stationen mit abnehmender Schneehöhe, und die oberen Höhen abschnitte in C die Anzahl der neutralen aus.

Tabelle 11. Anzahl der Stationen mit steigender und fallender Schneehöhe pro Dekade.

	November			Dezember			Januar			Februar			März			April		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
steigend . .	11	47	53	52	50	47	44	39	33	56	56	23	22	4	0	0	0	0
fallend . . .	—	—	—	—	1	3	3	7	9	0*	1	22	21	48	59	60	52	30
neutral . . .	49	13	7	8	9	10	13	14	18	4	3*	15	17	8	1	0	8	30

Die Tendenz zur Zunahme der Schneehöhe in der I u. II Febr.-Dekade ist fast bei allen Stationen anzutreffen. Zur Abnahme der Schneehöhe in der letzten Januardekade neigen dagegen besonders die kurischen und littauischen Stationen. Zu ihnen gehörten: Tauroggen, Schakale, Grawery, Gross-Autz, Grünhof, Friedrichshof, Gerin und Dünamünde. Es liegen diese Stationen im Schneegebiet I und z. T. im Schneegebiet II, während die übrigen, in den Gebieten III und IV eine mehr oder weniger gleichmässige Zu- und Abnahme aufweisen.



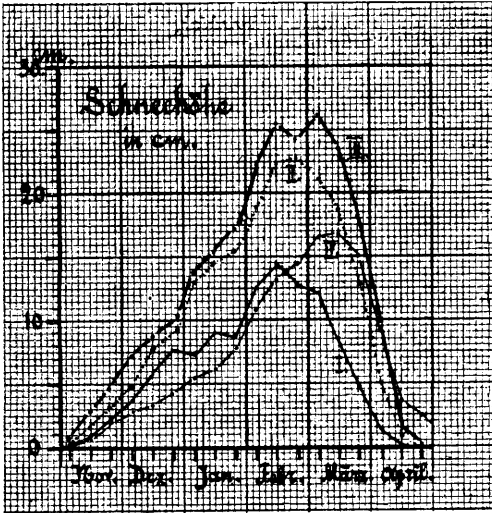
Eine Berechnung der Mittelwerte der Schneehöhe für die einzelnen Schneegebiete ergab folgende Resultate:

Tabelle 12. Mittlere Schneehöhe in cm der Schneegebiete I—IV.

	November			Dezember			Januar			Februar			März			April		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
I (19)	0.2	0.9	2.2	3.7	5.9	7.7	7.3	9.0	8.7	12.6	14.4	12.8	12.1	8.5	4.9	1.4	0.1	0.0
II (22)	0.1	1.6	3.0	4.9	7.6	9.4	13.0	14.5	15.4	19.0	22.3	22.7	21.1	18.6	12.8	5.0	0.9	0.0
III (10)	0.5	2.7	4.6	7.3	8.7	10.2	13.8	15.5	17.2	22.3	25.2	24.3	26.2	23.6	18.3	9.3	1.9	0.1
IV (9)	0.0	0.8	2.0	2.6	3.3	4.3	5.5	6.2	7.9	10.8	13.2	14.5	16.6	16.8	15.0	9.5	3.4	2.5

Die eingeklammerten Zahlen geben die Anzahl der Stationen an, nach denen das Mittel berechnet ist.

Eine Darstellung dieser Zahlen in folgenden 4 Kurven zeigt den Unterschied deutlicher. Während im Schneegebiet I auf ein schnelles Ansteigen der Höhe im Dezember in der untersuchten Periode zwei Rückschläge zum Beginn und Ende des Januar auftreten, ist das stärkere Ansteigen der Kurve zum Februar um so auffallender. Die Kurve des Schneegebietes II,



und in abgeschwächter Form auch diejenige des Gebietes III, zeigt noch Spuren einer Abnahme Ende Januar bei einem etwas stärkeren Steigen in den beiden vorausgehenden Dekaden. Die Kurve des Schneegebietes IV auf den Inseln stimmt mit derjenigen des ersten Gebietes darin überein, dass der Zuwachs im Januar überhaupt

etwas langsam vor sich geht, und erst in der ersten Februar-Dekade ein starker Anstieg eintritt.

Die Verspätung des Maximums vom Schneegebiete I zum Gebiete IV zeigt sich in den Kurven sehr deutlich, wobei die Kurve III eine Zweiteilung des Maximums aufweist. Der Abfall der Kurven ist am stärksten für das Gebiet III und am schwächsten für das Schneegebiet I.

Die Zeit des ersten und letzten Schneefalles, sowie des Auftretens und Verschwindens einer zeitweiligen Schneedecke von mehr als 0,5 cm pro Dekade kann um 1 Monat dem Eintritt einer bleibenden Schneedecke vorausgehen, oder sich nach ihrem Verschwinden einstellen. Als Datum des frühesten Schneefalles vom Jahre 1866—1915 ist in Dorpat, Wenden und Dünamünde der 21. und 22. September (1907) verzeichnet.

In Riga ist dieser Schneefall nicht beobachtet worden, wodurch für diesen Ort der 2. Oktober das entsprechende Datum bil-

det. Nach A. Werner¹⁾ ist vor der erwähnten Periode in Riga, wie auch in Reval im September einmal Schnee beobachtet worden, während das für Libau bisher nicht der Fall gewesen sei. Das mittlere Datum des erstmaligen Schneefalles ist für die erwähnte 50-jährige Periode in Dorpat der 29. Oktober, in Riga der 27. Oktober, und in Wenden, nach einer 25-jährigen Reihe auf dieselbe Periode reduziert, — der 30. Oktober. In Dünamünde bei Riga fällt dieser Termin nach den Beobachtungen 1881—1915 auf den 27. Oktober. Das frühere Eintreten des ersten Schnees im Süden steht mit dem oben Ausgeführten über das frühe Auftreten der ersten Schneedecke im Schneegebiet I durchaus im Einklang²⁾. Eine geschlossene Schneedecke von kurzer Dauer hat es in Dorpat am Morgen des 4. Oktober 1897 und 1912 gegeben, am 10. Oktober 1913 erreichte die lockere Schicht eine Höhe von 3 cm, verschwand jedoch im Laufe der Vormittagsstunden wieder. Der 7. Oktober 1903 brachte eine dünne Schneedecke, die den Tag über liegen blieb.

Ueber das Eintreten des letzten Schneefalles sind folgende Daten anzuführen: in Dorpat ist er zuletzt am 9. Juni 1899 eingetreten, während am 8. Mai 1902 der Schnee bis 6 cm hoch lag. Für Wenden ist in der Zeit 1877—1916 der letzte Schnee am 5. Juni (1891) beobachtet. Nach den 50 jährigen Beobachtungen des Observatoriums in Dorpat sind ganz ohne einen Schneefall nur der Juli und August. Dasselbe trifft nach A. Werner³⁾ auch für Riga und Reval zu, während für Libau auch der Juni und September zu den schneelosen Monaten gehören.

Die mittlere Schneehöhe im Lauf der Jahre.

Um die einzelnen ganzen Winter auf ihre Schneehöhe hin zu beurteilen sind in der Tabelle 13 nach W. W. Korhonen⁴⁾ die Maxima eines jeden Winters mit der Höhe der I Dekade des März und der Anzahl der Dekaden vom Dezember bis zum März mit übernormaler Schneehöhe (*D*) für 11 Grundstationen zusam-

1) K. Kupffer, Baltische Landeskunde, Abt. III, Seite 22.

2) In Anbetracht des grossen Einflusses der zufälligen Umstände auf diese Beobachtungen kann diesen mittleren Daten jedoch bloss eine bedingte Gültigkeit zugesprochen werden.

3) l. c.

4) l. c. pag. 109. ff.

Tabelle 13. Die Schneehöhe am 1—10 März vergl. mit dem Schneereichtum des Winters
D — Anzahl der Dekaden mit übernormaler Schneehöhe (in cm).

	Hungerburg			Weissenstein			Worms			Dorpat			Andreikowo			Ranö			Kowno			Balbinowo			Kelmly			Gross-Autz			Rutzaun			
	Schnee- höhe		D	Schnee- höhe		D	Schnee- höhe		D	Schnee- höhe		D	Schnee- höhe		D	Schnee- höhe		D	Schnee- höhe		D	Schnee- höhe		D	Schnee- höhe		D	Schnee- höhe		D				
	1—10	Max.	III	1—10	Max.	III	1—10	Max.	III	1—10	Max.	III	1—10	Max.	III	1—10	Max.	III	1—10	Max.	III	1—10	Max.	III	1—10	Max.	III	1—10	Max.	III				
1891—	25	28	9	—	—	28	30	9	3	9	1	29.	36	6	34	37	8	12	14	2	38	47	7	16	32	6	11	24	5	11	22	3		
1892—	21	29	4	61	65	9	41	36	10	47	11	61	67	12	47	47	11	18	25	10	33	44	11	22	22	4	19	27	10	29	35	11		
1893—	3	9	0	13	16	0	6	8	0	2	6	0	0	6	0	21	25	1	4	0	4	7	0	2	12	1	1	4	0	1	17	1		
1894—	46	46	11	44	44	6	37	37	9	49	49	8	23	24	6	43	45	7	29	29	7	23	24	1	21	21	4	48	48	9	44	44	9	
1895—	1	6	0	15	29	7	3	15	5	9	10	0	27	31	8	—	—	1	17	3	14	16	3	9	45	8	9	36	7	0	16	2	2	
1896—	8	12	0	11	24	2	22	28	7	17	22	1	36	37	12	35	42	11	3	39	8	14	38	3	7	36	8	1	44	8	0	33	6	
1897—	14	24	5	23	34	5	28	35	5	5	11	2	9	10	0	29	31	0	6	6	0	18	19	1	9	12	2	2	6	0	2	7	1	0
1898—	28	28	6	23	25	3	10	8	0	34	34	7	9	9	0	34	39	4	2	6	0	23	23	1	2	12	1	1	14	1	1	5	0	0
1899—	55	55	7	59	59	6	58	68	11	66	66	7	52	52	8	52	59	11	26	31	7	59	59	12	44	44	9	33	53	9	24	30	7	7
1900—	36	36	7	33	33	1	25	25	5	47	47	6	21	33	2	39	39	5	7	18	4	36	36	5	32	32	6	24	33	4	28	39	7	7
1901—	63	72	12	66	71	12	16	19	7	75	81	12	35	37	11	43	47	10	11	20	7	35	40	8	13	20	6	8	10	2	9	20	5	5
1902—	4	21	5	0	44	6	0	36	7	0	30	6	0	6	0	19	31	6	0	6	0	0	17	2	0	10	0	0	20	4	0	13	2	2
1903—	18	18	0	40	40	4	35	35	4	35	39	5	15	17	1	46	46	5	10	11	0	31	31	4	24	24	5	33	33	5	20	20	3	3
1904—	24	33	8	22	29	2	13	13	0	15	43	6	0	20	1	24	24	0	16	4	23	30	7	17	22	7	1	6	0	18	22	7	7	0
1905—	7	24	1	39	47	5	15	22	1	23	32	2	9	13	0	31	37	1	3	7	0	19	27	3	4	10	0	11	14	0	6	12	0	0
1906—	4	6	0	55	61	10	32	36	10	63	70	11	45	48	11	39	48	9	26	28	12	50	54	11	34	36	9	7	15	1	23	28	9	9
1907—	17	17	3	45	50	5	44	47	6	35	35	7	25	44	11	54	55	10	40	48	11	44	50	11	35	35	11	38	50	10	3	30	4	4
1908—	16	16	1	30	36	2	13	29	0	28	30	3	14	16	1	27	30	0	20	20	7	27	32	4	13	16	2	33	41	4	25	25	7	7
1909—	5	19	5	4	24	4	0	14	2	0	29	4	1	13	0	0	9	1	0	27	2	13	27	5	0	13	1	0	24	2	0	13	1	1
Mittel	20.8	21.5		31.7	40.7		22.4	28.5		27.5	34.8		21.5	27.2		32.4	38.4		8.0	19.4		23.6	32.7		14.3	23.8		13.9	26.5		10.3	22.7		

mengestellt. Für Finnland lässt sich die II Dekade des März nach genanntem Autor ebenso gut zur Charakterisierung eines Winters in Bezug auf den Schnee-Reichtum benutzen, wie das Maximum des betreffenden Jahres, weil auf diese Dekade im Mittel im ganzen Lande bis auf den äussersten Südwesten, die grösste Schneehöhe entfällt. In Anbetracht der oben hervorgehobenen Unterschiede in der Eintrittszeit der grössten Höhe im Ostbaltischen Gebiet, ist in der Tab. 13 die erste Märzdekade zum Vergleich herangezogen, weil auf sie die grösste Häufigkeit des Maximums fällt.

Die Abweichungen beider Werte der Schneehöhen ergeben hierbei, dass es im untersuchten Gebiet nicht gut möglich ist den Winter nach der I Dek. des März zu beurteilen, weil die Abweichungen vom Mittel beider Werte bei allen Stationen häufig in verschiedenem Sinn und von verschiedener Grösse erfolgen und gleichzeitig Beträge wie +17,5 und -12,9 cm erreichen können, wie, z. B., für Gross-Autz im Winter 1896—97.

Die Anzahl der verschieden gerichteten Abweichungen betrug 1 in Weissenstein, Andreikowo, Runö, d. h. an Orten mit grosser Schneehöhe, 2 — in Hungerburg, Kowno, Gross-Autz, 3 — in Worms, Dorpat, Balbinowo und 5 — in Rutzau und Kelmy im SW. Weil sowohl das Maximum, als auch die Höhe der II Märzdekade bei einer starken Veränderlichkeit¹⁾ sehr von zufälligen, starken Schneefällen abhängen kann, haben wir die Methode der Berechnung einer mittleren Schneehöhe des ganzen Winters angewand. Hierbei ist jedoch, in Abweichung von der durch eine Entschliessung der Versammlung des internationalen Meteorologischen Komitees in Rom im Jahre 1913 empfohlenen Berechnungsart der mittleren Schneehöhe durch eine Division der Summe aller Schneehöhen des Winters durch die Anzahl der Tage mit einer Schneedecke²⁾, hier diese Grösse als Quotient genannter Summe und der Anzahl aller Tage des Winters, d. h. vom 1. Dezember bis zum 31. März berechnet. Dadurch sind die stark vom Zufall beeinflussten Werte des November und April ausgeschaltet und das Mittel dürfte die möglichst beste Grösse

1) In Finnland beträgt nach W. W. Korhonen die mittlere Veränderlichkeit für 11 Grundstationen im März 45 %, im Ostbaltischen Gebiet im Mittel für 17 Grundstationen 110 % (Tabelle 4 auf Seite 22).

2) Siehe über diese Frage: W. W. Korhonen, Die Ausdehnung und Höhe der Schneedecke in Finnland pag. 91 ff.

zur Charakterisierung des Schneereichtums eines Winters abgeben, worauf die weiter unten folgende Berechnung der Korrelation zwischen der Apriltemperatur und dem Schneereichtum des Winters ebenfalls hindeutet.

Die Tabelle 14 enthält eine Zusammenstellung dieser „mittleren Winterhöhen“ für alle Grundstationen, während in der Tab. 15 diese Stationen nach den Schneegebieten geordnet und die Mittel berechnet sind. Zur Charakteristik der einzelnen Winter eignen sich schon die Zahlen der Tabelle 15 gut, da sie bei einer kurvenmässigen Darstellung, trotz der Unterschiede im jährlichen Gang der einzelnen Schneegebiete, eine gute Uebereinstimmung von Jahr zu Jahr zeigen. Es tritt im Gang dieser Kurven eine grosse Ähnlichkeit mit dem Gang der Schneehöhe in SW-Finnland¹⁾ hervor, während die Kurven der nordost-finnischen Gebiete einen abweichenden Gang aufweisen²⁾. Die Tabelle 16 giebt die Schneehöhen im Lauf der Jahre für die I Märzdekade unserer Grundstationen wieder.

Am reichsten an Schnee war der Winter 1899—1900 (mit 24,5 cm im Mittel), obgleich von den Grundstationen nur Balbinowo an allen 12 Dekaden des Winters eine über den Mittelwert gehende Schneehöhe hatte. Erst im Februar und März traten starke Schneefälle ein, durch welche im Norden des Gebietes die Decke bis 68 cm anwuchs (in Worms), im Süden 30 cm erreichte (in Kowno). Die Schneeschmelze verlief sehr intensiv und war zur letzten März-Dekade meist beendet.

Der Winter 1901—02 stand mit 23,7 cm mittlerer Schneehöhe an zweiter Stelle. Er brachte an vielen Orten die absolut grösste Höhe der ganzen Periode: so in Dorpat 81 cm, in Hungerburg 72 cm, in Weissenstein 71 cm, welche 3 Stationen auch die grösste mittlere Schneehöhe pro Winter der ganzen Periode mit 58,3 cm, 50,5 cm und 50,5 cm aufweisen konnten. Es war diese mittlere Winterhöhe im Süden jedoch viel geringer (in Kowno 10,7, Kreuzburg 10,5 cm), wie auch auf den Inseln (Packerort 4,7, Nargen 10,6 cm). Für Estland, die Inseln nicht eingerechnet, war dieses das schneereichste Jahr der Periode, was sich in den noch spät im Mai auftretenden Schneefällen äusserte, wodurch u. a. auf Nargen in der I Dekade dieses Monats eine

1) Gebiete I II und z. T. III nach Korhonen. l. c. Karte 17.

2) Gebiete VII, VIII, V u. VI nach Korhonen.

Tabelle 14. Mittlere Schneehöhe der Winter (Dez. bis März) in cm.¹⁾

	1891/92	1892/93	1893/94	1894/95	1895/96	1896/97	1897/98	1898/99	1899/1900	1900/01	1901/02	1902/03	1903/04	1904/05	1905/06	1906/07	1907/08	1908/09	01/6001	Mittel
Nargen	16.8	17.6	2.0	23.7	2.8	18.9	16.1	16.4	14.7	3.5	10.6	1.3*	9.9	4.2	6.4	29.5	18.4	10.4	18.5	12.3
Runö	20.8	22.3	9.7	23.4	17.4	28.7	11.2	16.4	30.9	17.3	29.4	19.2	19.1	11.5	16.2	23.2	29.3	12.6	4.0*	18.7
Worms	18.8	19.1	2.9	19.7	5.9	16.9	11.5	4.1	28.4	12.7	12.3	16.4	12.5	4.5	8.5	23.9	19.3	4.9	2.8*	12.9
Tahkona	20.4	37.1	3.8	26.9	4.3	24.4	18.2	11.2	34.0	11.8	28.5	8.9	21.6	2.3*	10.9	22.6	16.1	14.0	5.3	16.9
Packerort	9.7	13.4	1.5	8.3	1.3	1.8	10.0	1.4	6.5	0.7*	4.7	2.0	6.4	1.7	1.9	2.4	5.1	1.2	1.4	4.2
Hungerburg	16.5	12.4	2.0*	26.6	2.8	5.8	10.6	14.4	21.6	17.6	50.5	8.8	7.4	17.2	7.5	2.3	10.3	7.4	10.3	13.2
Dorpat	3.0	30.5	2.1*	27.2	6.2	12.2	5.4	19.9	32.6	11.8	58.3	11.4	16.0	19.6	16.3	51.1	19.5	13.7	11.0	19.3
Weissenstein	10.8	34.1	8.6*	26.0	18.7	12.3	16.7	14.4	28.5	15.0	50.5	18.9	17.7	13.8	21.2	38.6	23.9	15.6	14.4	21.0
Pernau	10.2	40.0	3.1*	34.0	9.4	26.0	26.2	10.4	35.7	29.4	44.2	16.4	17.0	5.3	15.0	20.8	10.9	15.3	16.6	20.3
Andreikowo	16.8	42.7	1.4*	16.8	16.1	28.5	4.3	3.3	26.3	11.8	29.6	1.9	7.5	6.1	6.8	37.9	23.2	8.3	4.0	15.4
Balbinovo	24.5	23.0	2.3*	14.1	9.7	14.5	11.5	8.7	36.2	16.4	22.5	6.6	17.4	18.2	14.1	33.4	36.2	16.7	14.5	17.9
Kreuzburg	14.4	21.2	13.4	14.9	7.7	11.4	3.9	3.3	12.8	8.9	10.5	1.7*	4.7	4.9	5.3	20.4	31.4	14.8	5.3	11.1
Kowno	6.3	13.2	0.7*	13.2	5.2	14.8	2.7	1.7	14.5	7.0	10.7	1.5	5.3	6.6	2.5	18.4	30.7	10.4	3.2	8.8
Keydany	12.0	15.7	1.0*	15.5	8.7	16.8	6.4	2.2	24.0	11.1	11.6	2.3	8.8	5.8	6.1	18.9	29.6	12.8	3.7	11.2
Kelmy	13.5	11.5	1.5*	10.9	24.6	18.7	5.8	3.8	33.1	14.7	11.7	2.4	10.7	12.5	4.0	18.4	22.0	7.4	2.0	12.1
Rutzau	8.8	22.2	1.9	19.7	4.6	10.8	2.7	1.8	14.3	15.5	7.1	2.7	5.5	11.2	4.7	14.4	8.9	11.1	1.8*	8.9
Gross-Autz	11.0	13.6	1.2*	22.3	16.1	19.2	1.9	3.7	22.4	11.7	9.1	2.0	12.8	2.0	3.9	6.2	24.9	13.7	4.0	10.6
Mittel	13.8	22.9	3.5*	20.2	9.2	16.6	9.7	8.1	24.5	12.7	23.7	7.3	11.8	8.7	8.9	23.7	21.2	11.2	6.8	

1) Die kursive Zahlen sind interpoliert, die mit * bezeichneten — das min., die fett gedruckten — das maximum.

Tabelle 15. Mittlere Schneehöhe pro Winter (Dezember bis März) in cm.

	1891/92	1892/93	1893/94	1894/95	1895/96	1896/97	1897/98	1898/99	1899/1900	1900/01	1901/02	1902/03	1903/04	1904/05	1905/06	1906/07	1907/08	1908/09	1909/10
Gebiet I.	10.3	15.2	1.3	16.3	11.8	16.1	3.9	2.6	21.6	12.0	10.0	2.2	8.6	7.6	4.2	15.3	23.2	11.1	2.9
Gebiet II.	18.6	29.0	5.7	15.3	11.2	18.1	6.6	5.1	21.8	12.4	20.9	3.4	9.9	9.7	8.7	30.6	30.3	13.3	7.9
Gebiet III.	10.1	31.8	3.9	28.4	9.3	14.1	14.7	14.8	29.6	18.4	50.9	13.9	14.5	14.0	15.0	28.2	16.1	13.0	14.1
Gebiet IV.	17.3	21.9	4.0	20.4	5.1	18.1	13.4	9.9	22.9	9.2	17.1	9.5	13.9	4.8	8.8	20.3	17.6	8.6	5.0

Schneesicht von 5 cm und in der zweiten noch eine solche von 1 cm Höhe bestehen konnte. Die Schneedecke trat in diesem Jahr schon im November, sehr frühe auf, z. T. in der ersten Dekade, wie z. B. in Kelmy, Kreuzburg, Pernau, Andreikowo und Hungerburg.

Mit ebenfalls 23,7 cm mittlerer Winterhöhe folgt ferner das Jahr 1906—07, doch war die Schneehöhe gleichmässiger verteilt, so dass nur Dorpat allein mit 51,1 cm die meisten anderen Stationen um 20—30 cm übertraf. Sehr geringe Werte hatten Hungerburg (1,2), Packerort (2,4) und Gross Autz (6,2 cm). Die grössten Dekadenhöhen erreichten in Dorpat 70 cm, in Weissenstein 61 cm und in Balbinowo 54 cm. Die starken Schneefälle traten schon in der I Januardekade ein, wodurch die meisten Grundstationen 9—11 Dekaden mit übernormaler Schneehöhe erhielten.

Etwas geringere Winterhöhen brachten die Winter 1892—93 (22,9 cm), 1907—08 (21,2 cm) und 1894—95 (20,2 cm) von denen besonders der erstere eine sehr gleichmässige Verteilung der Schneehöhen hatte, so dass sogar Packerort — eine Station mit zu kleiner Schneehöhe — mit 13,4 cm Winterhöhe das Maximum der ganzen Periode aufweist. Die Dekadenhöhen sind ganz beträchtlich, und erreichen in Weissenstein 65 cm in Andreikowo 67 cm und in Pernau 85 cm — das absolute Maximum des ganzen Gebietes. Die beiden letzten Winter zeigen ebenfalls eine recht gleichmässige Verteilung der Winterhöhen des Schnees.

Zu den schneearmen Win-

Tabelle 16. Die Schneehöhe am (1—10 März) in cm.

	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	Mittel
Nargen	25	34	7	44	1	23	28	34	29	5	17	0*	25	7	17	46	39	24	11	22.0
Worms	28	41	6	37	3	22	28	10	58	25	16	0*	35	13	15	32	44	13	0*	22.4
Tahkona	12	32	0*	30	0*	17	24	7	42	8	24	5	29	0*	23	15	15	20	0*	15.9
Packerort	18	30	2	14	0*	3	13	2	9	1	4	0*	21	4	4	4	15	9	0*	8.1
Hungerburg	25	21	3	46	1*	8	14	28	55	36	63	4	18	24	7	4	17	16	5	20.8
Dorpat	3	47	2	49	9	17	5	34	66	47	75	0*	35	45	23	63	35	28	0*	30.7
Pernau	15	81	3	52	2	14	55	11	59	62	44	0*	39	7	29	24	13	27	0*	28.2
Andreikowo	29	61	0*	23	27	36	9	9	52	21	35	0*	15	0*	9	45	25	14	1	21.7
Balbinowo	38	33	4	23	14	14	18	23	59	36	35	0*	31	23*	19	50	44	27	13	26.5
Kreuzburg	21	32	1	23	9	0*	9	4	27	16	12	0*	13	6	7	30	38	31	0*	14.7
Kowno	12	18	1	29	1	3	6	2	26	7	11	0*	10	0*	3	26	40	20	0*	11.3
Keidany	22	21	2	31	0*	3	6	4	37	19	15	0*	19	7	10	25	37	21	0*	14.7
Kelmy	16	22	2	21	9	7	9	2	44	32	13	0*	24	17	4	34	35	13	0*	16.0
Rutzau	11	29	1	44	0*	0*	2	1	24	28	9	0*	20	18	6	23	3	25	0*	12.8
Gross-Autz	11	19	1	48	9	1	2	1	33	24	8	0*	33	1	11	7	38	33	0*	14.7
	19.1	34.8	2.3	34.3	5.7	11.2	16.2	11.4	41.3	24.6	25.5	0.6*	24.5	11.4	12.5	28.6	29.2	21.5	20	

tern gehörten vor allem die Winter 1893—94 mit 3,4 cm, 1909—10 mit 6,8 cm, und 1902—03 mit 7,3 cm mittlerer Winterhöhe, die hier kurz erörtert werden sollen.

Der Winter 1893—94 zeigt den grössten Wert der Winterhöhe in Kreuzburg (13,4 cm,) den geringsten in Kowno (0,7 cm). Die grösste Dekadenhöhe betrug in Kowno und Gross-Autz nur 4 cm, in Dorpat — 6 cm, und erreichte auf der Insel Runö 25 cm, d. h. bloss der Nordwesten hatte etwas mehr Schnee aufzuweisen. In der letzten Dekade des Januar war eine Reihe Stationen ganz schneefrei, wie auch der gesamte Süden im Lauf des Februar. Die Anzahl der Dekaden ohne eine Schneedecke betrug in Kelmy 4, in Rutzau, Keidany und Packerort — je 6, in Dorpat und Balbinowo je 11. Der Winter folgte in Dorpat einem regnerischen Herbst (der Sept. hatte 24 Regentage anstatt der mittleren 15) mit einem normalen November und Dezember. Der Januar brachte jedoch in seiner II Hälfte Tauwetter mit reichlichen Niederschlägen bei SW-Winden, welche auch bis über die Mitte des Februar anhielten und den Schnee zum Schmelzen brachten. Die mittlere Windrichtung und -Geschwindigkeit war in Dorpat im Januar SW 3,0 m/s und im Februar SW 2,8 m/s; wengleich Ende Januar Geschwindigkeiten bis 5,8 m/s auftraten. Die Temperatur des Januar war mit $-3,7^{\circ}$ um $2,9^{\circ}$ zu hoch, diejenige des Februar u. März mit $-2,7^{\circ}$ und $-0,7^{\circ}$ um $3,9^{\circ}$ resp. $2,5^{\circ}$ zu hoch.

Der Winter 1902—03 zeigte ebenfalls eine ziemlich gleichmässig verteilte mittlere Winterhöhe. Grössere Werte fanden sich auf Runö (19,2 cm), in Dorpat (11,4 cm) und Weissenstein (18,9 cm), während besonders im Südosten wenig Schnee vorhanden war; hier hatten Kowno 1,5, Andreikowo 1,9 und Kreuzburg 1,7 cm Winterhöhe. Vor dem Eintritt des Tauwetters erreichten die Dekadenhöhen in Weissenstein 44 cm, in Worms 36 cm, während sie in Andreikowo und Kowno 6 cm nicht überschritten. Dieser Winter war ebenfalls durch eine frühe Schneeschmelze ausgezeichnet, die an den meisten Stationen in der I Dekade des Februar begann. Nur 2 Stationen: Hungerburg und Gross-Autz zeigen im Februar keine Abnahme der Schneehöhe, während bei den meisten übrigen eine unbedeutende, vorübergehende Zunahme in der Mitte des Februar nach völliger Schneelossigkeit in der I Dekade auftritt, und der Schnee danach ganz verschwindet. Schneefreie Dekaden vom Dezember bis März

hatten: Kelmy, Rutzau, Packerort — je 7, Keidany und Nargen — je 6, Dorpat, Tahkona und Worms — je 3, während Hungerburg ihrer bloss 1 und Andreikowo, sowie Gross-Autz keine aufzuweisen hatten. Die Witterungsverhältnisse in Dorpat zeigen im Januar, Februar und März 1903 geringe Niederschläge, die bloss 67, 75 resp. 52 % der normalen Menge ausmachten. Dabei hatte der Januar 13 statt 9, der Februar 19 statt 10 und der März 26 statt 18 Tauwettertage. Auch die mittl. Temperatur des Februar war mit $-1,5^{\circ}$ um $5,1^{\circ}$, diejenige des März mit $+1,8$ um $5,0^{\circ}$ zu hoch im Vergleich zum 50-jährigen Mittel. Der Embach ging am 23 Februar auf. Es herrschten im Januar und Februar starke SW-Winde, im Mittel von 8 resp. 15 m/s, im März ein SW von 8 m/s, während die entsprechenden normalen Geschwindigkeiten 3,8, 3,7 und 3,7 m/s betragen.

Der Winter 1909—10 brachte im Süden geringe (Kowno 3,2, Rutzau 1,8 cm usw.) im Norden mittlere Winterhöhen (Dorpat 11,0, Nargen 18,4, Weissenstein 14,4 cm). Die grösste Dekadenhöhe bleibt überall unter 30 cm und sinkt auch im Süden nicht unter 13 cm. Die Anzahl der schneefreien Dekaden beträgt in Kowno 7, in Balbinowo 1 und in Hungerburg 0; sie entfallen auf die beiden ersten Dekaden des Januar und die beiden letzten des Februar, sowie auf den März im süd-westlichen Teil, während der Nordosten mit Hungerburg sich schon z. T. ausserhalb des Tauwettereinflusses befand. In Hungerburg finden wir in der II Januar-Dekade einen kleinen Vorstoss und von Februar an ein allmähliches Eintreten der Schneeschmelze. Die Witterung in Dorpat zeigt im Monatsmittel: im Januar SSW 2,3 m/s (3,8), im Februar S 2,8 m/s (3,7) im März W 1,7 (3,7) m/s, d. h. bloss 50—60% der normalen (eingeklammerten) Geschwindigkeit. Die Temperatur war im Januar um $2,8^{\circ}$, im Februar um $4,9^{\circ}$ und im März um $3,8^{\circ}$ zu hoch, die Niederschläge waren zu gering und betragen im Januar 92 %, im Februar 46 % und im März 85 % der normalen. Die Anzahl der Tauwettertage (Max. $>0^{\circ}$) betrug 15 (9) im Januar, 18 (10) im Februar und 30 (18) im März.

Die Beziehungen zwischen dem Schneereichtum der Winter und der mittleren Temperatur des April.

Um der Frage nach einem Zusammenhang zwischen dem Schneereichtum des Winters und der mittleren Temperatur des April näher zu treten, sind in der Tabelle 17 die mittleren Tem-

Tabelle 17. Die mittlere Temperatur des April.

	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910
Pakerort . . .	1.2	0.4	5.5	2.1	1.8	3.8	1.2	2.4	0.9	2.2	-0.7*	3.5	2.7	1.6	3.0	1.8	2.0	-0.5	—
Reval	2.1	2.1	7.0	2.8	2.4	4.2	1.3	3.2	1.7	2.9	-0.5*	4.7	3.3	2.8	4.2	2.2	3.0	0.1	—
Pernau	1.6	1.2	7.8	3.4	2.7	5.7	2.6	3.1	2.0	3.7	0.6*	5.5	3.5	2.5	3.8	2.6	4.1	0.6*	6.5
Dorpat	2.3	1.5	7.8	3.3	2.9	5.0	2.2	3.9	1.9	3.9	-0.5*	5.6	3.7	2.3	5.9	2.5	4.0	1.0	6.2
Korsowka . . .	3.0	1.3	7.2	4.0	3.1	7.1	3.2	5.4	2.3	4.5	0.5*	6.4	4.3	2.7	7.0	2.6	4.3	1.7	—
Rīga	3.6	2.6	8.8	5.5	4.2	7.4	3.8	5.8	3.5	5.1	1.7*	6.8	5.1	4.0	7.5	3.8	4.9	2.3	7.6
Windau	2.9	1.6	8.1	5.7	2.6	5.7	3.8	4.7	2.9	4.5	1.3*	4.8	3.9	2.7	5.2	2.7	3.7	1.4	—
Libau	3.1	2.5	8.8	5.6	3.2	6.3	4.3	5.1	3.3	5.2	2.6	5.5	5.1	4.1	7.1	4.0	4.9	2.0*	6.6
Kowno	4.8	3.7	9.5	6.5	4.9	8.6	5.4	7.4	5.0	6.5	3.1*	7.1	6.1	4.4	8.3	4.7	5.4	3.6	—
Mittel	2.7	1.9	7.8	3.7	3.1	6.0	3.1	4.6	2.6	4.3	0.9*	5.5	4.2	3.0	5.8	3.0	4.0	1.7	6.1

peraturen für 9 Stationen zusammengestellt. Die Mittel sind nach drei Beobachtungsterminen nach der Formel $\frac{7^a + 1^p + 9^p}{3}$ berechnet. Die Stationen verteilen sich ziemlich gleichmässig über das ganze Gebiet. Für das Jahr 1910 lagen die Daten bloss für 4 Stationen vor¹⁾ darum ist die mittlere Temperatur dieses Jahres für das ganze Gebiete nach 6 der wärmsten Jahre auf die volle Stationenanzahl reduziert worden und hier durch kursiven Druck hervorgehoben.

Um für die Beziehungen zwischen diesen Temperaturen und den mittleren Schneehöhen der einzelnen Winter (Tabelle 14) nicht bloss die Anzahl der gleichgerichteten Abweichungen von Mittel zu erhalten²⁾, sondern auch festzustellen, in wie weit die Übereinstimmung zufällig war, d. h. um ein Mass des Zusammenhanges zu erhalten, ist

1) Durch das Fehlen des entsprechenden Bandes der Annalen des Petersburger Hauptobservatoriums waren die weiteren Daten nicht zu beschaffen, doch zeigt eine kurvenmässige Darstellung des Verlaufes der April-Temperaturen im Ostbaltischen Gebiet und in Süd-Finnland auch für das reduzierte Jahr eine gute Übereinstimmung.

2) Siehe W. W. Korhonen. Die Ausdehnung und Höhe der Schneedecke, pag. 176 ff.

zur Berechnung der Beziehungen die Korrelationsmethode angewandt worden. Der Korrelationsfaktor wird ausgedrückt durch:

$$r = \pm \frac{Sx_1x_2}{n \cdot \sigma_1\sigma_2},$$

wo S die Summe der Abweichungen x_1 und x_2 der Individualwerte der zu untersuchenden Grössen von ihrem Mittel, n — die Anzahl der untersuchten Fälle und $\sigma_1 = \sqrt{\frac{Sx_1^2}{n}}$, $\sigma_2 = \sqrt{\frac{Sx_2^2}{n}}$ die mittleren Grössen von x_1 und x_2 bedeuten.

Da der Ausdruck r uns das Ausmass angibt, bis zu welchem die eine Grösse durch die andere bedingt ist¹⁾, wird $r < 0,5$ ein zufälliges Zusammentreffen der Veränderungsrichtung einiger Wertpaare ohne eine Wahrscheinlichkeit künftiger Wiederholung anzeigen, während $r > 0,5$ das Bestehen eines Zusammenhanges gewährleistet. Im äussersten Fall kann $r = \pm 1$ werden, wenn die Aenderungen beider Grössen streng identisch sind. Das positive Vorzeichen gibt ein direktes, das negative ein umgekehrtes Verhältnis der Grössen an.

Nach der Formel

$$f = 0,67449 \frac{(1-r^2)}{\sqrt{n}}$$

kann der Grad der Unsicherheit von r als Folge der nicht genügenden Anzahl von Wertepaaren bestimmt werden. Wenn f nicht grösser als $r/6$ ist, gilt der Wert von r als verlässlich.

Die Untersuchung erstreckte sich auf die mittlere Temperatur des April für das ganze Gebiet (Tab. 17) und die mittlere Winterhöhe des Schnees einerseits (Tab. 14), sowie auf die Temperatur und die mittlere Schneehöhe der I Dekade des März (Tabelle 16) als Mass des winterlichen Schneereichtums andererseits.

Die gefundenen Grössen betragen unter Berücksichtigung	
der I. Märzdekade	der mittleren Winterhöhe
$r = -0,617 \pm 0,096$	$r = -0,639 \pm 0,091$

Beide Werte von r zeigen, dass nach einem schneereichen Winter im Ostbaltischen Gebiet mit beträchtlicher Wahrscheinlichkeit ein kalter April folgt, und dass beide gefundenen Werte als verlässlich angesehen werden müssen. Es erweist sich ferner, dass die mittlere „Winterhöhe“ (siehe Seite 55) sich zur Beurteilung des Schnee-

1) Felix M. Exner. Ueber die Korrelationsmethode, Jena 1913.

Die Messungen der Dichte sind derart ausgeführt, dass die am Boden vorkommende Eisschicht, im Gegensatz zu Finnland, nicht bei der Berechnung berücksichtigt worden ist, sie sind an jedem Mittwoch und Sonnabend zweimal ausgeführt worden, um danach das Mittel zu berechnen. Es sind somit in jeder Dekade nicht dieselben Tage eines Monats zur Mittelbildung verwandt worden, obgleich die Verschiebung des Datums hierbei nicht mehr als 4 Tage ausmachen kann. — Als Beobachtungsort wird eine freie Stelle im Garten bezeichnet, welche durch Bäume, Sträucher und einen Zaun geschützt war.

Die Mittel der Herbstdekaden im November, Dezember, und z. T. im Januar sind meist nach 3—4 Jahren berechnet, weil die Schneeverhältnisse dieser Jahreszeit eine Dichtemessung nicht immer zulassen; sie zeigen daher kleine Unregelmässigkeiten.

Die Tabelle 18 zeigt im allgemeinen eine Zunahme der Dichte vom Herbst zum Frühjahr. Die geringste Dichte ist in der I Januar-Dekade 1908 mit 0,13, die grösste — von 0,37 im März des schneereichen Jahres 1909—10 gemessen worden. Es zeigte sich in einigen Jahren eine frühzeitige Zunahme der Dichte bis 0,27 in der I Dekade des Dezember, worauf die Dichte wieder geringer wird. Durch ein längeres Liegenbleiben des Novemberschnees wird diese Erscheinung erklärt werden können, während mit dem Eintritt der eigentlichen Schneezeit die Dichte durch den neu hinzukommenden Schnee verringert werden muss. Diesem Umstand ist wohl auch das in den Mittelwerten der Tabelle hervortretende Maximum in der II Dezember-Dekade zuzuschreiben.

Der grösste Mittelwert für Wesenberg ist 0,31; er übertrifft damit die für Finnland gewonnenen Werte von 0,21—0,28, was mit der Feststellung von Korhonen übereinstimmt, dass die geographische Verteilung der Dichte den Temperaturverhältnissen folge, und sie in den Schären für Finnland den grössten Wert aufweise.

Wenn wir die in der ersten Märzdekade für Mittelestland im Lauf von 19 Jahren gefundenen Schneehöhen überschlagsweise berücksichtigen um den Wassergehalt der Schneedecke vor dem Beginn der Schmelze zu bestimmen, finden wir in diesem Gebiet angenähert pro 1 qkm 7300 cbm Wasser aufgespeichert.

**NEUTRAALSOOLADE MÕJUST
ULTRAMAKSIMUM-TEMPERATUURI PEALE
TRADESCANTIA ZEBRINA JUURES**

HUGO KAHO

5 JOONISEGA TEKSTIS

REFERAT :

ÜBER DEN EINFLUSS DER NEUTRALSALZE AUF
DIE TEMPERATUR DES ULTRAMAXIMUMS BEI
TRADESCANTIA ZEBRINA

TARTU 1921

K. Mattiesen'i trükk, Tartus

Sissejuhatavad märkused.

Taimorganismide eluprotsessid on ümbruskonna temperatuuriga kõige ligemalt seotud. Nende avaldamine on võimalik teatava temperatuuri piirides, miinimum - maksimum, mille seis selsamal taimeliigil suhteliselt jäädav, mitmesugustel taimelma edustajail aga kaunis individuaalne on, olenedes elukohast (geograafilises mõttes) ja välistest põhjustest, nagu toitmistingimused, valgustatavus¹⁾ j. t.

Kui taimindiividuumi supramaksimaal-temperatuuri üle viime, lõpeb ta seal varem ehk hiljem ja surm tabab ta seda ennem, mida kaugemal maksimumi taga mainitud temperatuur seisab. Harilikult langevad taimed maksimumist veidi kõrgemas temperatuuris olekusse, mida soojusest „kangeks jäämiseks“ ehk tardumiseks võiks nimetada, millega ühes kasv seisma jääb ja teised füsioloogilised protsessid varjatud olekusse üle lähevad²⁾.

Niisugune olek on esimene aeg ümberpööratav, s. o., kui taime normaaltingimustesse tagasi paigutame, ta siis mõne aja järel toibub ja edasi kasvab. Nii hakkab Hilbrig'i katsete järel (l. c. lk. 14) *Secale*, peale 90 min. 45° C soojuses viibimist, 6—7 tunni järel edasi kasvama, *Sinapis* avaldab — peale 70 min. viibimist sessamas temperatuuris — kasvu nähtusi teisel päeval, niisama ka *Helianthus*.

Aga küllalt kõrges temperatuuris jäävad kõik elu funktsioonid taimedel kõige lühema aja jooksul seisma ja tuleb surm. Niisugune surmav temperatuur ehk ultramaximum seisab kõrgematel taimedel maksimumile lähemal kui alamatel³⁾ (*Penicillium* ja teised hallitused).

Kuumussurma põhjused taimede juures pole veel küllalt selgitatud. Kõige lihtsam oleks seletada kõrge temperatuuri

1) Pfeffer, Pflanzenphysiologie. 1904 II, lk. 91.

2) Hilbrig, Einfluss supramaximaler Temperatur auf das Wachstum der Pflanzen. Diss., Leipzig, 1900, lk. 12.

10CTB, Физиология растений, 1914, СПб., lk. 500.

3) Hilbrig, l. c. lk. 16.

kahjulikku mõju taime^{*}protoplasma munavalgeolluste kokkumine-
misega, nagu seda suurem osa biolooge teeb.

Niisugusele seletusele teeb raskust see asjaolu, et, nagu juba
Pfeffer¹⁾ tähendas, mõnedel juhtumistel taimedel madala
maksimumiga²⁾ tuleb surm juba niisuguses temperatuuris, milles
kana munavalge in vitro veel ei koaguleeri, kuna sellevastu
mõned taimed, nagu termofiilbakterid, elavad temperatuuris,
milles kana munavalge juba ammugi denatureerub. Pfeffer
tähendas õigesti selle lahkumineku peale taimeplasma ja natiiv-
munavalge omadustes, sest sel ajal, kui see arvamine avaldati,
olid munavalgeolluste keemia saavutused veel liiga vähesed,
et seda lahkuminekut munavalge füüsiko-keemilise oleku muutu-
misega seletada. Harilikult, võrreldes kõrge temperatuuri mõju
taimede ja munavalge peale, ei võetud küllalt tarvilisel määral
arvesse üht väga tähtsat tegurit — katse vältust.

Munavalge koagulatsioonitemperatuuri määramise katse väl-
tab ainult mõned minutid, kuna järelekatsumisel supramaksi-
maalse temperatuuri mõju taime peale viimane ses temperatuuris
märksa kauem säilib³⁾.

Buglia⁴⁾ katsed on näidanud, et ühe ja sama munavalgelahundi K. T.
(koagulatsioonitemperatuur) sugugi jäädav pole, vaid oleneb aja vältusest,
mille jooksul koaguleerimine sünnib. Seda näeme järgnevatest Buglia⁴⁾ and-
metest, milles proteiinolluste K. T. olenevust käsitatakse soendamisaja vältusest.

1. Härja vere seerum.		2. Neutraal-albumiin.		3. Neutraalne kontsent- reeritud albumiin ⁵⁾ .	
Soendamise vältus	K. T.	Soendamise vältus	K. T.	Soendamise vältus	K. T.
8 min.	73,2°	2,5 min.	59°	1,5 min.	53°
13,25 "	70,4°	3 "	56°	5 "	50°
47 "	66,3°	15 "	52°	10 "	48,5°
123 "	63,5°	65 "	50,5°	70 "	46°

Neist katsetest on näha, et, esiteks, munavalge koagulatsioon
võib sündida ka madalamas temperatuuris, kui see harilikult lühi-

1) l. c. lk. 294.

2) Maksimumiga, ultra- ja supramaksimumiga on siin, kui ka allpool
alati, temperatuur-maksimum, -ultramaksimum j. n. e. mõeldud.

3) Vrdl. Hilbrig, l. c. lk. 12.

4) G. Buglia, Ueber die Hitzegerinnung von flüssigen und festen
organischen Kolloiden. Zeitschr. für Chemie und Industrie der Kolloide, Bd. 5,
1909, lk. 291.

5) Seesama neutraal-albumiin, mis katse nr. 2 juures, ainult vaakuumis,
H₂SO₄ juuresolekul kuni 1/3 algmahuni tihendatud.

dalt kestvate katsete korral aset leiab; selle juures kasvab märksa aga katse vältus. Näituseks, 73,2^oC temperatuuris on munavalge koagulatsiooniks küllalt 8 min., kuna 63,5^o soojuses seks rohkem kui kaks tundi tarvis läheb (vaata 1. katse). On arusaadav, et kaua-aegse olemise järel teatavas „kõrges temperatuuris“ munavalge koagulatsioonipunkt küllalt madalal võib seista. Teoreetiliselt oleks albumiini koagulatsioon võimalik ka toa temperatuuris, sel juhtumisel seisaks aga koagulatsioonipunkt ajalisel lõpmata kaugel¹⁾.

Edasi, teiseks — munavalge kontsentratsiooni tõusmisega lahundis alaneb ka K. T.²⁾. Lahja neutraal-albumiini lahundi kõverjoon seisab kõrgemal kui kontsentreeritud albumiini oma (võrdl. 2. ja 3. katse). Neist andmetest näeme, et madal maksimum taimedel ei räägi väitele vastu, et surm supramaksimaal-temperatuuris protoplasma munavalgeolluste koagulatsioonist võib tulla, sest mitmesuguste taimede plasmas ei tarvitse proteiinolluste sisaldus sugugi ühesugune olla ja taimedel rikka proteiinplasmaga maksimum madalamal peab olema. Viimane väide maksab aga ainult teatavatel juhtumistel. Et nendest ligemalt aru saada, tutvume teguritega, mis taimedel kõrge maksimumi võimaldavad.

Kui me allpool ettetoodud andmetes vereseerumi ja neutraal-albumiini K. T. võrdleme, siis näeme, et esimesel juhtumisel temperatuurid kõrgemal seisavad.

Buglia³⁾ arvamise järele oleneb see asjaolu vereseerumis olevatest hüdroksüül-ioonidest, mis kuumuskoagulatsiooni veidi tagasi hoiavad.

Pauli ja tema õpilaste uurimised on näidanud, et n. n. ioniseeritud munavalge-lahund, teatava proteiin-ioonide hulga juures, kuumuskoagulatsioonivõime kaotab⁴⁾; lahund jääb selgeks ka keetmise korral. See asjaolu oleneb Pauli arvamise järele kõrgest munavalge-ioonide hüdratatsioonist. Mida suurem proteiinlahundi ionisatsioon, seda kõrgem on tema jaokeste hüdratatsioon ja seda suurem püsivus koaguleerivate tegurite suhtes.

1) Vrdl. W. W. Lepeschkin, Zur Kenntnis der Einwirkung der supramaximalen Temperaturen auf die Pflanze. Ber. der Deutsch. Bot. Ges. 30, lk. 705. 1912.

2) Vrdl. W. o. Ostwald, Grundriss der Kolloidchemie. 1909, lk. 505, 506.

3) l. c. lk. 292.

4) Pauli und Handowsky, Studien am Säureeiweiss. Biochem. Zeitschr. Bd. 18, lk. 356, 1909. Studien am Alkalieeiweiss, sealsamas, Bd. 24, lk. 239, 1910. Vrdl. Pauli, Pflügers Arch. Bd. 136, lk. 483—501, 1910.

Munavalgeolluste ionisatsiooniprotsessidel on suur bioloogiline tähtsus ka elusa plasma suhtes.

Juba Pfeffer¹⁾ arvas, et plasma leheline reaktsioon on lehvete proteiinainete ühendusest fosfaatidega.

Pauli ja Loeb'i²⁾ ettekujutuste järele võivad elusas plasmas anorgaanilised ollused ette tulla ainult tema orgaaniliste komponentidega.

Järelikult, taimeplasma munavalge füüsiko-keemilised omadused eralduvad natiiv- (amfoteer-) munavalge kehade omadest, neil tulevad, enam ehk vähem selgesti, ioniseeritud proteiinolluste tundemärgid esile. Selle vaate kasuks räägib ka järgmine fakt. Kui me taimeraku plasmolüüserivasse lahundisse asetame, mida pikkamisi soendame, siis tuleb moment, millal plasmamembraan järsku oma selektiivsed omadused kaotab.

Lepeschkini³⁾ arvamise järele on see plasma munavalgeolluste koagulatsioonist.

Mainitud protoplasma munavalgeolluste koagulatsioon — nimega seda lühidalt plasma koagulatsiooniks — on kaunis jäädav samastes katsetingimustes ja samal taimeliigil, — asjaolu, mis ülevalnimetatud arvamist tõendab, sest, nagu teame, koaguleerivad ainult munavalgeollused teatavates tingimustes suhteliselt jäädavas temperatuuris⁴⁾.

Plasma koagulatsioon sünnib kõrgematel taimedel alati kõrgemas temperatuuris, amfoteer-munavalge omaga võrreldes. Nõnda koaguleerib Pauli ja Handowsky⁵⁾ andmete järele kauaaegselt dialüüeeritud munavalge-lahund (3,29%) 60,3°C temperatuuris, kuna *Tradescantia discolor*'i plasma⁶⁾ umbes analoogilistes tingimustes 72° C, *Ampelopsis*'e ja punase kapsa plasma (lehe-epidermis) 70° C soojuses koaguleerib.

1) Pfeffer, Untersuchungen aus dem bot. Inst. zu Tübingen. 1886, lk. 293 j. j.

2) Pauli, Kolloidchemie der Muskelkontraktion. Leipzig 1912, lk. 8. Kolloidchemie der Eiweisskörper. 1920, lk. 75 j. j.

3) W. W. Lepeschkin, Zur Kenntnis der Plasmamembran I. Ber. der Deutsch. Bot. Ges. Bd. 28, lk. 94, 1910.

4) Wo. Ostwald, l. c. lk. 505.

5) Pauli und Handowsky, Beiträge zur chem. Physiol. und Pathol., Bd. 11, lk. 418.

6) Lepeschkin, Zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung etc. Ber. der Deutsch. Bot. Ges., Bd. 29, lk. 247, 1911.

Neist andmetest järgneb, et taimeplasma munavalge komponendid raskemini koaguleerivad kui amfoteer-munavalge *in vitro*. See asjaolu tõendab kahtlemata oletust, et elutegevas taimeplasma proteiinollused on enam ehk vähem ioniseeritud olekus. Mainitud ionisatsiooni võib mõnedel juhtumistel suurendada, mis sellest järgneb, et lehelises keskkonnas plasma K. T. üldsest kõrgemal seisab kui neutraalses¹⁾. Ülepea, teatava hulga OH-ioonide leidumine lahundis tõstab plasma püsivust väliste kahjulikkude (dehüdratiseerivate) mõjude suhtes²⁾. On iseenesestki mõista, et proteiinolluste ionisatsiooniate plasmas mitmesugustel taimedel väga mitmesugune võib olla, välistest kui ka sisemistest tingimustest olenedes. Plasma munavalge kõrge ionisatsioon teeb võimalikuks taimeorganismil olemasolemise ka niisugustes temperatuurides, milles natiivne munavalge kõige lühema aja jooksul denatureerub.

Teiselt poolt, keskkonnas, milles temperatuuri kõikumise amplituud suhteliselt väikene, nagu näit. polaar-ookeanides, on kõrge temperatuuri kahjulik mõju taimede peale täiesti kõrvaldatud ja taimeplasma munavalgeollused võivad vähe ioniseeritud olekus olla. On arusaadav, et maksimum niisugustel taimedel võrdlemisi madalal peab olema. Sellelt seisukohalt on ka arusaadav suhteliselt madal K. T. vetikate plasmal, näit. spirogüüril 51°C ümber³⁾.

Ettetoodud tõsiasiad teevad väga tõenäitlikuks väite,⁴⁾ et taimede surm kõrges temperatuuris oleneb peaasjalikult protoplasma munavalgeainete koagulatsioonist.

Mitmesuguste taimerühmade maksimumide ja ultramaksimumide individuaalsed kõikumised on küllalt seletatavad ühelt poolt mitmesuguse hulkliku proteiinainete sisaldusega plasmas, peaasjalikult aga elusaine munavalgeolluste kolloidoleku kaugelemineva mitmesugususega.

Et munavalgeollused taimeplasma kõrge temperatuuri suhtes samale olenevusele alluvad, kui me seda Buglia katsetes organiseerimata munavalges nägime, see järgneb Lepeschkin'i⁴⁾ uurimustest. Järgnevatest

1) Lepeschkin, l. c. 1910, lk. 256.

2) Ibidem.

3) Lepeschkin, l. c. 1910.

4) l. c. 1912.

mainitud autori andmetest on näha, et K. T. *Tradescantia discolor*'i ja *Beta vulgaris*'e juures, katse vältusest olenedes, analoogiliselt munavalge omaga muutub.

1. <i>Tradescantia discolor</i> .		2. <i>Beta vulgaris</i> .	
Soendamise vältus	K. T.	Soendamise vältus	K. T.
4 min.	72,1 ⁰	0,1 min.	85,0 ⁰
25 "	63,2 ⁰	0,7 "	70,0 ⁰
80 "	55,7 ⁰	2,3 "	60,0 ⁰
150 "	52,0 ⁰	9,3 "	50,0 ⁰

Plasma ja ka munavalgeolluste olenevust soendamise vältuse ja K. T. vahel võib Lepeschkin'i¹⁾ järele sama võrrandiga — $T = a - b \lg Z$ avaldada, kus T on koagulatsioonitemperatuur, Z — soendamise vältus, a ja b — jädavad.

Välja minnes väitest, et taimeplasma surm (selektiivsete omaduste kaotus) kõrges temperatuuris oleneb plasma munavalgeolluste koagulatsioonist, on allpool-kirjeldatud katsete eesmärgiks neutraalsoolade mõju selle protsessi peale selgitada.

Neutraalsoolade tegevus oleks selle juures peajasjalikult plasma pinnakihtide peale sihitud, vähese tungitavuse tõttu plasmasse. Taimeplasma pinnakihtide ehitusprobleem pole veel kaugeltki lahendatud. Tähendame siin lühidalt, et Overton'i²⁾ lipoid-teooria vastu, mis rohkem kui kahekümne aasta jooksul üliväga suurt mõju füsioloogilise uurimise peale avaldanud, viimasel ajal terve rida fakte üles on seatud, mis selle teooria raamidesse ei mahu, ja paljud õpetlased ei leia võimalikuks teda enam tunnustada.

Kui taimeplasma pinnakihid peajasjalikult munavalgeollustest koos seisavad, nagu seda veel Pfeffer³⁾ arvas, siis võime neutraalsoolade tegevuses samu muutusi koagulatsioonitemperatuuris oodata, nagu see munavalge-lahundis katseklaasis aset leiab.

Neutraalsoolade mõju munavalge kuumuskoagulatsioonile

1) l. c. lk. 798 j. j.

2) E. Overton, Vierteljahrschr. der Naturforsch. Ges. in Zürich. Bd. 40, lk. 1, 1895. Bd. 44, lk. 88, 1899.

3) Pflanzenphysiologie II, lk. 343. Märkus.

Vrdl. W. Seifriz, Observations on some Physical Properties of Protoplasm by Aid of Microdissection. Annals of Botany, Vol. 35, p. 269, 1921.

peale tunneme meie Pauli¹⁾ ja Höberi²⁾ uurimustest, kuna nende ühenduste mõju taimeplasma ultramaksimumi peale veel siiaani pole järele katsitud.

Metoodika.

Katseobjektina tarvitasime *Tradescantia zebrina*'t.

Lõiked, lehe alumise poole epidermisest võetud, pandi väikese klaasist vannikese sisse, katsetatavaisse lahunditesse³⁾. Vannikene oli suuremasse, paralleelsete klaasseintega metallvanni asetatud. Vannis oli alaliselt määratud hulk vett (100 cm.³), mida soendati ja mehaanilise mõlaga ümber segati, nii et vedelikkude temperatuur mõlemates vannides võrdne oli. Ta mõõtmiseks oli vanni termomeeter (Celsius, kraadikümnendikkude jaotusega) asetatud. Plasma muutuste vaatlemised katse vältusel sündisid horisontaalmikroskoobi abil. Vee soendamiseks tarvitasime atsetoonlampi, misjuures iseäranis tähele pandi, et tahi kõrgus alati ühesugune oli; peale selle, iga kahe, kolme katse järele, tuli lamp põlevainega täita, et ühetasast leeki saavutada.

Kõige parem on vaadelda tsütoplasma kuumuskoagulatsiooni plasmolüüeeritud rakkudes, selle juures pole mitte üks kõik, kas plasmolüüs suhkru või mõne soola abil on tehtud.

Suhkrulahundis (12—15%) plasmolüüeeritud *Tradescantia* epidermisrakkudes võib koagulatsiooni algust protoplasti kokkulangemisest ära tunda, mis oleneb tsütoplasma läbitungitavuse suurenemisest rakumahla molekulaardispers-ainetele (elektrolüütidele), kuna aga plasmamembraan kolloidpigmenti vakuoolis veel kinni hoiab, mis väiksema mahu korral talle heledama värvi annab. Värvaine diffundeerib väga pikkamisi vakuoolist välja. Viimane asjaolu näitab, et plasmakoagulatsioon suhkrulahundis (ehk vees) mitte küllalt täielikult ei sünni⁴⁾. Harilikult on protoplasti kokkulangemist juba 72—74° C temperatuuris märgata, kuna täieline pigmenti kaotus alles 90—100° ümber sünnib; mõnikord võib aga siingi veel nõrgalt värvitud rakusalku tähele panna.

Koguni teistsugust pilti näeme, kui sellesama taime rakud

1) W. o. Pauli, Pflügers Arch. 78, lk. 315. Beitr. zur chem. Phys. und Path. 10, lk. 50; 1907.

2) Höber, l. c. lk. 324. Beitr. zur chem. Phys. und Path. 11, 52, 1908.

3) Vrdl. Lepeschkin, l. c. 1910, lk. 99—101.

4) Igatahes, kas sünnib kõrge temperatuuri tegevusel täieline ehk mitte-täieline plasmakoagulatsioon, on see alati elusaine surmaga ühendatud (viimane kaotab selektiiv-omadused). Kui aga siin jutt on, et koagulatsioon teataval tingimustel mitte täieline pole, siin käib see peaasjalikult plasma proteiinkomponentide kohta.

on plasmolüseeritud mõne soola, näit. broomkaaliumi isotoonilise lahundiga.

Ühes temperatuuri tõusmisega hakkab siin protoplasti maht paisuma, soolalahundi tungimise tõttu vakuoli. Kui plasmolüüsi puhul plasma veel kohati rakuseina küljes kinni on, siis omandab ta, lühike aeg enne koagulatsiooni, kera vormi. Protoplasti paisumine vältab kuni teatava momendini, mispeale plasmaball ühest kohast lõhkeb ja tekkinud lõhe läbi kõik vakuoli sisu välja viskab, kuna plasmamembraan end väikeseks värvita tükiks kokku kisub.

Kirjeldatud juhtumisel sünnib, kahtlemata, täieline plasma koagulatsioon. Plasmakesta lõhkemine on heaks täpipealseks tundemärgiks koagulatsioonitemperatuuri määramisel.

On aga soolasid olemas, mille lahundites mainitud tundemärk puudub. Siia kuuluvad näit. sulfaadid.

Glaubrisoola lahundis omandab *Tradescantia* protoplast küll kera vormi temperatuuri tõusmisel, lõhkemine jääb aga ära ehk tuleb ette erandina ainult piiratud hulgas rakkudes ja kaugelt mitte iga kord. Suuremalt jaolt hoiab plasma keravormi alal, mille maht suurt ei muutu. Värv kaotamine läheb siin pikkamisi ja ühetasaselt.

Tõenäitlikult avaldub ka siin mittetäieline koagulatsioon, millel on teatav sarnasus selle protsessiga suhkrulahundis. Väga harva juhtub, et suurem hulk rakkusid lõikes koaguleerimise puhul lõhkeb, nagu see broomkaaliumi lahundis sünnib. Väga võimalik, et viimane asjaolu raku mahlast oleneb, mis mõnedel juhtumistel iseäranis hapu on.

Kirjeldatud nähtusi kokku võttes võime praktiliselt kolm plasmalüütikumist olenevat koagulatsioonitüüpi *Tradescantia* plasma kohta üles seada. Nime-tame neid lühidalt plasmolüseerivate lahundite järele.

I. Broomkaaliumi tüüp.

Täieline tsütoplasma koagulatsioon, protoplasti lõhkemisega. Rutuline värvikaotamine koaguleeritud rakkudes.

Niisugune koagulatsioon, peale bromiidide, tuleb ilmsiks veel (järelekat-sutud ühendustest) kaalium-, ammoonium- ja naatrium-rodaniidide, jodiidide, kloriidide, nitraatide ja atsetaatide juures.

II. Sulfaatnaatriumi tüüp.

Koagulatsioon vähem täieline. Plasmakesta lõhkemine suuremalt osalt puudub. Värvikaotamine sünnib pikkamisi.

Peale sulfaatide avaldub seesugune koagulatsioon veel kaalium-, naatrium- ja ammoonium-tsitraatide ja osalt tartraatide juures, niisama ka baa-rium-, magneesium- ja strontsium-kloriidide juures.

Igatahes on selle tüübi ühenduste seas niisuguseid, mis üleminekut esimesse tingivad.

III. Sahharoosa tüüp.

Koagulatsioon vähem täieline kui teise tüübi sooladel. Plasmamembraani lõhkemist ei tule kunagi, ka mitte erandina, ette. Värvikaotamine õige pikaldane.

Et plasma individuaalsust võimalikult vähendada, võeti iga katseeria jaoks lõiked ühe ja sellesama lehe küljest, ligidolevatest kohtadest ehk sümmeetrilistest osadest. Kõigi sooladega tehti igas kontsentratsioonis igauhega viis määramist (katset) ja võeti neist keskmised andmed.

Katseobjektiga tutvumiseks kui ka soolade mõju esialgseks läbikatsumiseks tehti üle kahesaja eelkatse.

Temperatuuri ülestähendamine sündis protoplastide lõhkemise järel.

Ehk küll see tunnismärk täpiseks on, vältab lõhkemisprotsess kõikides lõigetes lühikese aja, mille jooksul temperatuur aga üks ehk kaks kraadi kõrgemale tõuseb. Et siin võrdlusväärilisi andmeid saavutada, on iga katse kestusel kaks temperatuuri määramist tehtud, mis tabelitesse üles tähendatud: „koagulatsioonikraad I“ — kui protoplastide lõhkemine lõikes algab ja ainult mõne üksiku rakü juures ette tuleb¹⁾, ja „koagulatsioonikraad II“ — kui see protsess massilise iseloomu võtab. Peale selle on veel üles märgitud temperatuur, milles lõige tõesti oma värvi kaotab.

Kirjeldatud katseviisi suhtub esimesele koagulatsioonitüübile. Mis aga teise liigi koagulatsioonisse puutub, siis oli siin raske andmeid saavutada, mis esimese tüübi omadega täiesti üheväärilised, sest et selle liigi soolad üldse väga vähe kuumuskoagulatsioonis liigi aitavad. Temperatuuri ülestähendamine sündis siin ainult üksikutes juhtumistes (kus see ette tuli) protoplastide lõhkemise järel, suuremalt osalt aga plasma kontuuride korrapäratuks minemise, temas terakeste ilmumise, läbipaistvuse vähenemise j. n. e. järel. Ka selle liigi ühendustel on tabelitesse kaks temperatuuriastet üles märgitud, mis esimese tüübi omadele ainult teatava ligikaudsusega vastavad. Selle peale on ka tabelites tähendatud.

Iga katse vältas keskmiselt 15 min. (kuni värvikaotuseni lõikes).

Katseteks tarvitatud lahundid olid ekvivalent-normaalsed. Soolade kristallvett peeti lahundite valmistamisel silmas.

1) Mõnikord esinevad lõigetes rakud, kellel protoplasti lõhkemine palju madalamas temperatuuris sünnib kui see, kus see nähtus üldiseks saab. Niisuguseid rakkusid arvesse ei võetud. Üksikute rakkude all tuleb siin mõista esimesi rakkusid, kelle plasmakest lõhkeb, massilise koagulatsiooni algusel.

Katsed.

A. Anioonide mõju.

a) Kaaliumsoolad.

I. Lahundid 0,2 n. Keskmine algtemperatuur 17,7 C.

Lahund	I seeria				II seeria				III seeria			
	Koagultsiooni- kraad		Keskmine temp.	Värvi- kaotus lõikes	Koagultsiooni- kraad		Keskmine temp.	Värvi- kaotus lõikes	Koagultsiooni- kraad		Keskmine temp.	Värvi- kaotus lõikes
	I	II			I	II			I	II		
KJ	67,5	70,4	68,9	83 ümber	69,0	71,0	70,0	85 ümber	63,4	72,0	70,2	81 ümber
KNO ₃	72,7	75,8	74,2	98 "	71,0	73,0	72,0	88 "	71,4	74,6	73,0	82 "
KCl	74,2	76,6	75,4	87 "	73,7	75,8	74,7	86 "	72,2	74,4	73,3	85 "
KC ₂ H ₃ O ₂	72,8	76,0	74,4	88 "	73,0	77,5	75,2	85 "	72,5	76,5	74,5	87 "
K-tartraat	74,0 ümber	75,5 ümber	74,7 ümber	91 "	73,6 ümber	78,4 ümber	76,0 ümber	90 "	74,2 ümber	77,3 ümber	75,7 ümber	92 "
K-tsitraat	73,8 "	76,5 "	75,1 "	87 "	74,0 "	76,5 "	75,5 "	87 "	73,5 "	77,6 "	75,5 "	90 "
K ₂ SO ₄	74,2 "	78,0 "	76,1 "	91 "	75,0 "	77,0 "	76,0 "	89 "	74,8 "	78,8 "	76,8 "	91 "
Lahund	IV seeria				V seeria				Keskmisel andmed I—V seeria			
KJ	70,6	73,5	72,0	84 ümber	70,0	74,0	72,0	87 ümber	69,1	72,2	70,6	85 ümber
KNO ₃	71,6	73,7	72,6	78 "	73,0	75,5	74,2	89 "	71,9	74,5	73,2	86 "
KCl	73,6	75,4	74,5	84 "	73,6	75,5	74,5	84 "	73,5	75,5	74,5	86 "
KC ₂ H ₃ O ₂	72,0	75,4	73,7	83 "	73,4	78,0	75,7	90 "	72,7	76,7	74,7	87 "
K-tartraat	72,0 ümber	77,0 ümber	74,5 ümber	87 "	73,4 ümber	76,8 ümber	75,1 ümber	88 "	73,4 ümber	77,0 ümber	75,2 ümber	90 "
K-tsitraat	73,2 "	76,0 "	74,6 "	90 "	74,0 "	76,0 "	75,0 "	90 "	74,7 "	76,5 "	75,6 "	90 "
K ₂ SO ₄	74,7 "	78,2 "	76,4 "	98 "	75,5 "	77,5 "	76,5 "	90 "	74,8 "	77,9 "	76,3 "	90 "

Lõiked I—III seeria jaoks ühe lehe küljest, IV ja V jaoks teise küljest võetud.

II. Lahundite kontsentratsioon 0,3 n. Keskmine algtemperatuur 17,6 C.

Lahund	I s e e r i a				II s e e r i a				III s e e r i a				
	Koagulatsiooni- kraad		Keskmine temp.	Täieline värvi kaotus	Koagulatsiooni- kraad		Keskmine temp.	Täieline värvi kaotus	Koagulatsiooni- kraad		Keskmine temp.	Täieline värvi kaotus	
	I	II		I	II		I	II	I	II		I	II
KCNs	65,0	67,2	66,1	75 ümb.	66,0	69,5	67,7	76 ümb.	67,4	69,2	68,3	76 ümb.	
KBr	66,0	67,2	66,6	76 "	67,0	68,5	67,7	78 "	67,0	69,2	68,1	80 "	
KJ	68,8	71,8	70,3	83 "	70,0	72,5	71,2	85 "	69,3	71,8	70,5	86 "	
KNO ₃	72,4	73,6	73,0	82 "	71,3	74,6	72,9	83 "	72,0	73,4	72,7	81 "	
KCl	73,5	76,8	75,1	90 "	72,7	75,6	74,1	87 "	73,6	76,4	75,0	87 "	
KC ₂ H ₃ O ₂	74,2	76,5	75,3	88,5	74,0	77,0	75,5	85 "	72,4	77,2	74,8	83 "	
K-tartr.	74,0 ümb.	76,8 ümb.	75,4 ümb.	88	74,2 ümb.	76,8 ümb.	75,5 ümb.	90	73,9 ümb.	76,5 ümb.	75,2 ümb.	90	
K-tsittr.	74,6	77,4	76,0	90 "	73,0	76,5	74,7	92 "	74,2	77,0	75,6	92 "	
K ₂ SO ₄	74,0	77,0	75,5	90 "	75,0	77,2	76,1	90 "	75,0	77,5	76,2	90 "	
Lahund	V s e e r i a												
	Keskmisel andmed I—V s e e r i a												
KCNs	65,8	68,6	67,2	78 ümb.	66,2	67,4	66,8	75 ümb.	66,1	68,4	67,2	76 ümb.	
KBr	67,3	69,0	68,1	79 "	67,5	70,0	68,7	80 "	67,0	68,6	67,8	79 "	
KJ	71,0	73,8	72,4	79 "	69,0	73,0	71,0	84 "	69,6	72,6	71,2	83 "	
KNO ₃	71,5	73,0	72,2	79 "	72,0	75,5	73,7	84 "	71,9	74,0	72,9	82 "	
KCl	74,0	76,5	75,2	83 "	73,4	75,2	74,3	86 "	73,4	76,1	74,7	86 "	
KC ₂ H ₃ O ₂	74,0	76,0	75,0	87	73,4	76,0	74,7	89 "	73,6	76,7	75,1	86 "	
K-tartr.	74,4 ümb.	78,0 ümb.	76,2 ümb.	83	74,0 ümb.	76,0 ümb.	75,0 ümb.	89	74,0	76,8	75,4	89	
K-tsittr.	74,2	76,5	75,3	89 "	74,5	77,5	76,0	91 "	74,1 ümb.	76,9 ümb.	75,5 ümb.	91	
K ₂ SO ₄	74,4	77,0	75,7	88 "	74,8	78,0	76,4	96 "	74,6	77,3	75,9	91 "	

Esimese kolme seeria jaoks on lõiked ühe lehe küljest võetud, kahe viimase jaoks — teise küljest.

III. Lahundite kontsentratsioon 0,4 n. Keskmise algtemperatuur 18,0 C.

Lahund	I s e e r i a				II s e e r i a				III s e e r i a			
	Koagultsiooni- kraad		Keskmine temp.	Täieline värvi- kaotus	Koagultsiooni- kraad		Keskmine temp.	Täieline värvi- kaotus	Koagultsiooni- kraad		Keskmine temp.	Täieline värvi- kaotus
	I	II		I	II			I	II			
KBr	66,0	69,5	67,7	68,0	70,0	69,0	76 ümber	67,8	69,7	68,7	75 ümber	
KJ	69,5	73,6	71,5	69,5	72,4	70,9	80 "	71,5	73,8	72,6	78 "	
KNO ₃	72,8	74,6	73,7	72,2	74,6	73,4	75 "	71,0	72,8	71,9	76 "	
KCl	71,0	74,0	72,5	73,2	75,2	74,2	78 "	73,7	74,9	74,3	77 "	
KC ₂ H ₃ O ₂	72,0	76,2	74,1	72,6	75,4	74,0	78 "	73,5	76,0	74,7	82 "	
K-tart. r.	72,8	76,0	74,4	73,2	75,5	74,3	88 "	73,6	76,0	74,8	90 "	
K-tsit. r.	74,6	77,2	75,9	73,0	76,0	74,5	87 "	74,8	77,0	75,9	88 "	
K ₂ SO ₄	73,5	77,0	75,2	74,8	78,2	76,5	90 "	74,5	78,5	76,5	87 "	
Lahund	IV s e e r i a				V s e e r i a				Keskmised andmed I—V s e e r i a			
KBr	67,2	70,5	68,8	64,0	67,0	65,5	78 ümber	66,6	69,3	67,9	75 ümber	
KJ	71,2	73,6	72,4	70,0	74,5	72,2	78 "	70,2	73,5	71,8	78 "	
KNO ₃	73,0	74,5	73,7	72,0	74,5	73,4	79 "	72,3	74,2	73,2	78 "	
KCl	71,5	73,3	72,4	72,0	75,2	73,6	77 "	72,3	74,5	73,4	78 "	
KC ₂ H ₃ O ₂	73,7	76,8	75,2	72,4	75,2	73,8	81 "	72,8	75,9	74,3	81 "	
K-tart. r.	72,6	75,0	73,8	73,0	76,4	74,7	89 "	73,0	75,8	74,4	89 "	
K-tsit. r.	73,0	75,5	74,2	75,0	76,7	75,8	87 "	74,0	76,5	75,2	88 "	
K ₂ SO ₄	75,0	78,0	76,5	75,0	78,0	76,5	88 "	74,6	77,9	76,2	89 "	

Kõik lõiked on ühe lehe küljest võetud, I—III s. jaoks sümmeetriliselt mõlemalt poolt keskoont, IV s. jaoks — lehe otsast, V — baasist.

IV. Lahundite kontsentratsioon 0,5 n. Keskmine algtemperatuur 20,8 C.

Lahund	I s e e r i a				II s e e r i a				III s e e r i a			
	Koagulsiooni- kraad		Keskmine temp.	Täieline värvi- kaotus	Koagulsiooni- kraad		Keskmine temp.	Täieline värvi- kaotus	Koagulsiooni- kraad		Keskmine temp.	Täieline värvi- kaotus
	I	II			I	II			I	II		
KCNs	65,8	67,2	66,5	73 ümber	65,6	68,8	67,2	75 ümber	65,5	69,7	67,6	75 ümber
KBr	65,0	66,8	65,9	72 "	67,3	69,4	68,3	79 "	66,8	67,2	67,0	74 "
KJ	70,0	71,0	70,5	76 "	71,4	73,0	72,2	81 "	68,3	71,5	69,9	77 "
KNO ₃	70,5	72,0	71,2	78 "	70,0	74,4	72,2	82 "	70,4	72,2	71,3	78 "
KCl	71,2	73,8	72,0	78 "	73,5	74,8	74,1	78 "	73,2	74,7	73,9	84 "
KC ₂ H ₃ O ₂	74,8	76,8	75,8	86 "	75,5	77,0	76,2	89 "	73,5	75,0	74,2	82 "
K-tartr.	72,5 ümb.	76,0 ümb.	74,2 ümb.	87 "	73,2 ümb.	75,0 ümb.	74,1 ümb.	85 "	73,7 ümb.	76,8 ümb.	75,2 ümb.	80 "
K-tsitraat	73,7 "	76,5 "	75,1 "	91 "	75,2 "	77,6 "	76,4 "	90 "	73,0 "	76,0 "	74,5 "	85 "
K ₂ SO ₄	75,2 "	78,0 "	76,6 "	89 "	74,0 "	75,4 "	74,7 "	90 "	77,2 "	79,6 "	78,4 "	93 "
Lahund	IV s e e r i a				V s e e r i a				Keskmisel andmed I—V s e e r i a			
KCNs	67,5	68,7	68,1	73 ümber	67,6	68,8	68,2	73 ümber	66,4	68,5	67,5	74 ümber
KBr	67,0	69,5	68,2	77 "	66,5	69,0	67,7	75 "	66,5	68,4	67,5	75 "
KJ	68,2	70,0	69,1	74 "	68,0	69,8	68,9	76 "	69,2	71,1	70,1	75 "
KNO ₃	69,0	70,8	69,9	77 "	71,2	72,4	71,8	76 "	70,2	72,5	71,3	76 "
KCl	71,4	72,8	72,1	76 "	73,4	75,0	74,2	79 "	72,5	74,2	73,3	79 "
KC ₂ H ₃ O ₂	72,3	73,6	72,9	79 "	73,4	75,5	74,4	81 "	73,9	75,6	74,7	83 "
K-tartr.	72,0 ümb.	74,5 ümb.	73,2 ümb.	80 "	72,5 ümb.	76,0 ümb.	74,2 ümb.	87 "	72,8 ümb.	75,7 ümb.	74,2 ümb.	84 "
K-tsitraat	73,5 "	75,5 "	74,5 "	87 "	73,5 "	75,5 "	74,5 "	87 "	73,7 "	76,3 "	75,0 "	88 "
K ₂ SO ₄	74,6 "	77,5 "	76,0 "	94 "	75,4 "	77,8 "	76,6 "	93 "	75,3 "	77,7 "	76,5 "	92 "

Kõik lõiked on üle lehe küljest võetud. Vaata III tabel.

V. Lahundite kontsentratsioon 0,6 n. Keskmine algtemperatuur 18,2 C.

Lahund	I s e e r i a				II s e e r i a				III s e e r i a						
	Koagulatsioonikraad		Keskmine temp.	Täieline värvikaotus	Koagulatsioonikraad		Keskmine temp.	Täieline värvikaotus	Koagulatsioonikraad		Keskmine temp.	Täieline värvikaotus			
	I	II		I	II		I	II	I	II		I	II		
KCNs	65,5	67,6	66,6	62,5	64,8	63,6	70 ümber	62,8	64,5	63,6	70 ümber	62,8	64,5	63,6	70 ümber
KBr	66,0	69,0	67,5	64,0	65,2	64,6	75 "	64,2	66,6	65,4	74 "	64,2	66,6	65,4	74 "
KJ	67,4	69,7	68,5	66,2	69,0	67,6	74 "	68,0	69,6	68,8	76 "	68,0	69,6	68,8	76 "
KNO ₃	68,0	70,2	69,1	67,0	69,6	68,3	74 "	67,0	70,8	68,9	76 "	67,0	70,8	68,9	76 "
KCl	69,8	71,0	70,4	69,2	70,4	69,8	75 "	69,8	72,0	71,0	77 "	70,0	72,0	71,0	77 "
KC ₂ H ₃ O ₂	73,8	74,5	74,1	72,0	75,0	73,5	80 "	73,5	74,0	72,8	78 "	71,6	74,0	72,8	78 "
K-tart.	72,2 ümb.	74,0 ümb.	73,1 ümb.	73,0 ümb.	75,5 ümb.	74,2 ümb.	86 "	73,0 ümb.	76 ümb.	74,5 ümb.	88 "	73,0 ümb.	76 ümb.	74,5 ümb.	88 "
K ₂ SO ₄	75,1 "	77,7 "	76,4 "	75,0 "	78,2 "	76,6 "	88 "	75,0 "	78,2 "	76,6 "	88 "	75,0 "	78,2 "	76,6 "	88 "
Lahund	IV s e e r i a												Keskmisel andmed		
KONS	63,8	65,0	64,4	63,6	64,2	63,9	70 ümber	63,6	65,2	64,4	71 ümber	63,6	65,2	64,4	71 ümber
KBr	64,8	68,0	66,4	66,5	68,5	67,5	76 "	66,5	68,5	67,5	75 "	65,1	67,4	66,2	75 "
KJ	67,4	69,0	68,2	67,6	69,5	68,5	75 "	67,6	69,5	68,5	76 "	67,2	69,4	68,3	75 "
KNO ₃	69,5	71,4	70,4	69,5	71,8	70,6	78 "	69,5	71,8	70,6	76 "	68,2	70,7	69,4	76 "
KCl	70,0	72,0	71,0	70,2	72,2	71,2	77 "	70,2	72,2	71,2	76 "	69,8	71,5	70,6	76 "
K ₂ H ₃ O ₂	70,0	72,3	71,1	72,2	74,0	73,1	76 "	72,2	74,0	73,1	79 "	71,9	73,9	72,9	78 "
K-tart.	72,0 ümb.	74,0 ümb.	73,0 ümb.	74,2 ümb.	76,0 ümb.	75,1 ümb.	88 "	74,2 ümb.	76,0 ümb.	75,1 ümb.	87 "	72,8 ümb.	75,1 ümb.	73,9 ümb.	87 "
K ₂ SO ₄	75,6 "	77,4 "	76,5 "	75,6 "	78,2 "	76,5 "	90 "	75,6 "	78,2 "	76,5 "	90 "	75,2 "	77,8 "	76,5 "	88 "

Kõik lõiked ühe lehe küljest võetud. Vaata III tabel.

VI. Lahundite kontsentratsioon 0,8 n. Keskmine algtemperatuur 21,9 C.

Lahund	I s e e r i a						II s e e r i a						III s e e r i a					
	Koagultsiooni- kraad		Keskmine temp.	Täieline värvi- kaotus	Koagultsiooni- kraad		Keskmine temp.	Täieline värvi- kaotus	Koagultsiooni- kraad		Keskmine temp.	Täieline värvi- kaotus	Koagultsiooni- kraad		Keskmine temp.	Täieline värvi- kaotus		
	I	II		I	II		I	II	I	II		I	II	I	II			
KCNS	61,2	63,0	62,1	70 ümber	62,0	64,8	63,4	70 ümber	60,2	63,0	61,5	72 ümber						
KJ	66,6	68,6	67,6	74 "	65,0	68,0	66,5	74 "	65,0	67,8	66,4	73 "						
KNO ₃	70,3	72,4	71,3	76 "	68,5	71,0	69,7	77 "	67,8	69,4	68,6	73 "						
KCl	70,4	72,5	71,4	77 "	72,5	74,2	73,3	77 "	71,5	73,8	72,6	77 "						
KC ₂ H ₃ O ₂	73,8	76,0	74,9	80 "	76,6	74,4	73,5	78 "	73,0	74,4	73,7	80 "						
K ₂ SO ₄	74,2 ümb.	76,2 ümb.	75,2 ümb.	86 "	76,0 ümb.	78 ümb.	77 ümb.	87 "	74 ümb.	76,5 ümb.	75,2 ümb.	90 "						
Lahund	IV s e e r i a						V s e e r i a						Keskmisel andmed I—V s e e r i a					
KCNS	60,0	63,5	61,7	72 ümber	60,2	64,3	62,2	72 ümber	60,7	63,7	62,2	71 ümber						
KJ	65,2	67,0	66,1	75 "	67,5	69,5	68,5	76 "	65,8	68,2	67,0	74 "						
KNO ₃	69,0	71,0	70,0	76 "	68,0	69,8	68,9	74 "	68,7	70,7	69,7	75 "						
KCl	71,8	72,5	72,1	77 "	70,5	72,4	71,4	77 "	71,3	73,1	72,2	77 "						
KC ₂ H ₃ O ₂	72,0	73,2	72,6	78 "	71,5	74,0	72,7	78 "	72,6	74,4	73,5	79 "						
K ₂ SO ₄	75,5 ümb.	77,5 ümb.	76,5 ümb.	91 "	74,0 ümb.	76,5 ümb.	75,2 ümb.	90 "	75,2 ümb.	77,4 ümb.	76,3 ümb.	89 "						

Kõik lõiked ühe lehe küljest võetud.

b) Naatriumsoolad.
VII. Lahundite kontsentratsioon 0,6 n. Keskmise algtemperatuur 20,3 C.

Lahund	I s e e r i a				II s e e r i a				III s e e r i a			
	Koagultsiooni- kraad		Keskmine temp.	Täeline värvi- kaotus	Koagultsiooni- kraad		Keskmine temp.	Täeline värvi- kaotus	Koagultsiooni- kraad		Keskmine temp.	Täeline värvi- kaotus
	I	II			I	II			I	II		
NaCNS	70,2	71,3	70,7	76 ümber	70,0	71,0	70,5	77 ümber	—	—	—	—
NaJ	69,0	72,0	70,5	76 "	70,2	72,8	71,5	—	71,0	73,0	72,0	78 ümber
NaBr	70,2	71,8	71,0	77 "	67,5	70,0	68,7	74 "	69,6	72,0	70,8	77 "
NaNO ₃	71,8	74,0	72,9	78 "	70,5	72,4	71,4	77 "	73,0	74,6	73,8	77 "
NaCl	72,0	73,0	72,5	77 "	72,5	75,0	73,7	78 "	74,8	76,4	75,6	79 "
Na ₂ C ₂ H ₃ O ₂	75,2	77,5	76,3	80 "	75,4	77,8	76,6	81 "	74,0	76,3	75,1	80 "
Na-tart.	73,8 ümb.	77,0 ümb.	75,4 ümb.	87 "	75,2 ümb.	76,8 ümb.	76,0 ümb.	82 "	74,5 ümb.	77,0 ümb.	75,7 ümb.	82 "
Na ₂ SO ₄	77 ümber	77 ümber	91 "	"	76,5 ümber	76,5 ümber	90 "	"	—	—	—	—
Lahund	IV s e e r i a				V s e e r i a				Keskmised andmed I—V s e e r i a			
NaCNS	70,0	71,3	70,6	75 ümber	68,0	70,4	69,2	75 ümber	69,5	71,0	70,2	76 ümber
NaJ	70,3	72,0	71,1	77 "	70,4	72,7	71,5	78 "	70,1	72,5	71,3	77 "
NaBr	69,4	71,3	70,3	76 "	70,4	72,6	71,5	77 "	69,4	71,5	70,4	76 "
NaNO ₃	72,0	74,0	73,0	78 "	71,2	74,5	72,8	—	71,8	73,9	72,8	77 "
NaCl	72,8	74,7	73,7	—	72,4	75,0	73,7	78 "	72,9	74,8	73,8	78 "
Na ₂ C ₂ H ₃ O ₂	74,7	76,4	75,5	80 "	75,0	76,8	75,9	79 "	74,9	76,9	75,9	80 "
Na-tart.	74,5 ümb.	76,5 ümb.	75,0 ümb.	82 "	75,0 ümb.	77 ümb.	76,0 ümb.	84 "	74,6 ümb.	76,8 ümb.	75,7 ümb.	83 "
Na ₂ SO ₄	76,0 ümber	76,0 ümber	85 "	"	75,5 ümber	75,5 ümber	85 "	"	76,2 ümber	76,2 ümber	87 "	"

Lõiked I—III seeria jaoks ühe lehe küljest, IV ja V jaoks teise küljest võetud.

VIII. Lahundite kontsentratsioon 0,6 n. Keskmine algtemperatuur 20,8 C.

Lahund	I s e e r i a						II s e e r i a						III s e e r i a					
	Koagultsiooni- kraad		Keskmine temp.	Täeline värvi- kaotus	Koagultsiooni- kraad		Keskmine temp.	Täeline värvi- kaotus	Koagultsiooni- kraad		Keskmine temp.	Täeline värvi- kaotus	Koagultsiooni- kraad		Keskmine temp.	Täeline värvi- kaotus		
	I	II			I	II			I	II			I	II				
NaCNS	67,0	69,0	68,0	76 ümber	67,4	70,0	68,7	74 ümber	65,8	68,4	67,1	73 ümber	65,8	68,4	67,1	73 ümber		
NaJ	70,0	71,5	70,7	76 "	70,3	72,0	71,1	76 "	68,5	71,0	69,7	75 "	68,5	71,0	69,7	75 "		
NaNO ₃	70,0	71,4	70,7	76 "	70,7	72,6	71,6	75 "	68,5	70,0	69,2	76 "	68,5	70,0	69,2	76 "		
NaCl	74,8	76,0	75,4	79 "	73,2	74,6	73,9	78 "	72,4	74,0	73,2	77 "	72,4	74,0	73,2	77 "		
NaC ₂ H ₃ O ₂	76,8	78,2	77,5	81 "	74,0	76,2	75,1	81 "	75,3	76,7	76,0	81 "	75,3	76,7	76,0	81 "		
Na ₂ SO ₄	78 ümber		91 "		77 ümber		88 "		—		—		—		—			
Lahund	IV s e e r i a						V s e e r i a						Keskmisel andmed I-V s e e r i a					
NaCNS	65,8	68,3	67,0	74 ümber	65,5	68,0	66,7	74 ümber	66,3	68,7	67,5	74 ümber	66,3	68,7	67,5	74 ümber		
NaJ	71,5	72,4	71,9	77 "	71,0	72,0	71,5	78 "	70,2	71,8	71,0	76 "	70,2	71,8	71,0	76 "		
NaNO ₃	71,8	73,2	72,0	77 "	70,5	72,0	71,2	76 "	70,3	71,8	71,0	76 "	70,3	71,8	71,0	76 "		
NaCl	71,4	73,0	72,2	76 "	72,2	74,2	73,2	78 "	72,8	73,1	72,9	77 "	72,8	73,1	72,9	77 "		
NaC ₂ H ₃ O ₂	74,6	76,0	75,3	80 "	74,2	76,8	75,5	81 "	74,9	76,8	75,8	81 "	74,9	76,8	75,8	81 "		
* Na ₂ SO ₄	79 ümber		91 "		—		—		—		—		77 ümber		90 "			

Kõik loiked ühe lehe küljest võetud.

c) Ammooniumsoolad.

IX. Lahundite kontsentratsioon 0,6 n. Keskmine algtemperatuur 20,9 C.

Lahund	I s e e r i a				II s e e r i a				III s e e r i a			
	Koagultsiooni- kraad		Keskmine temp.	Täieline värvi- kaotus	Koagultsiooni- kraad		Keskmine temp.	Täieline värvi- kaotus	Koagultsiooni- kraad		Keskmine temp.	Täieline värvi- kaotus
	I	II			I	II			I	II		
NH ₄ CNS	64,0	66,6	65,3	73 ümber	65,0	66,8	65,9	73 ümber	65,0	66,5	65,7	72 ümber
NH ₄ J	69,0	72,0	70,5	75 "	68,8	71,4	70,1	77 "	71,0	73,3	72,1	80 "
NH ₄ Br	71,0	72,8	71,9	77 "	70,2	72,8	71,5	77 "	70,3	71,5	70,9	76 "
NH ₄ NO ₃	72,0	73,2	72,6	78 "	70,6	74,4	72,5	79 "	71,8	74,6	73,2	79 "
NH ₄ Cl	71,8	74,6	73,2	80 "	72,5	75,0	73,7	82 "	72,3	73,7	73,0	77 "
(NH ₄) ₂ SO ₄	74,2 ümb.	77,0 ümb.	75,6 ümb.	91 "	75,0 ümb.	77,2 ümb.	76,1 ümb.	85 "	76,0 ümb.	79,0 ümb.	77,5 ümb.	95 "
Lahund	IV s e e r i a				V s e e r i a				Keskmsed anded I—V s e e r i a			
NH ₄ CNS	66,4	69,0	67,7	75 ümber	65,8	68,2	67,0	75 ümber	65,2	67,4	66,3	73 ümber
NH ₄ J	69,5	72,0	70,7	76 "	68,6	70,7	69,6	82 "	69,9	71,9	70,9	78 "
NH ₄ Br	71,4	72,2	71,8	77 "	71,0	73,0	72,0	77 "	70,8	72,4	71,6	77 "
NH ₄ NO ₃	68,4?	70,8	69,6	76 "	69,4	71,0	70,2	75 "	70,4	72,8	71,6	77 "
NH ₄ Cl	71,8	73,8	72,8	77 "	72,0	74,0	73,0	76 "	72,1	74,2	73,1	78 "
(NH ₄) ₂ SO ₄	75,0 ümb.	78,6 ümb.	76,8 ümb.	89 "	74,0 ümb.	76,5 ümb.	75,2 ümb.	89 "	74,8 ümb.	77,6 ümb.	76,2 ümb.	90 "

Kõik lõiked ühe lehe küljest võetud.

B. Katioonide mõju.

X. Lahundite kontsentratsioon 0,55 n. Keskmine algtemperatuur 20,0 C.

Lahund	I s e e r i a				II s e e r i a				III s e e r i a			
	Koagulatsioonikraad		Keskmine temp.	Täieline värvikaotus	Koagulatsioonikraad		Keskmine temp.	Täieline värvikaotus	Koagulatsioonikraad		Keskmine temp.	Täieline värvikaotus
	I	II			I	II			I	II		
NH ₄ Cl	71,9	73,5	72,7	77 ümb.	70,7	73,0	72,8	77 ümber	72,8	74,0	73,4	77 ümb.
NaCl	74,6	76,0	75,3	78 "	74,5	76,0	75,2	78 "	74,5	76,2	75,3	78 "
LiCl	74,8	76,2	75,5	78 "	74,0	75,5	74,7	78 "	74,5	76,7	75,6	79 "
CaCl ₂	74,0	76,0	75,0	79 "	74,5	77,5	76,0	82 "	74,3	77,0	75,6	82 "
SrCl ₂	77,8 ümb.	79,5 ümb.	78,6 ümb.	86 "	77,0 ümb.	78,5 ümb.	77,7 ümb.	85 "	76,5 ümb.	79,0 ümb.	77,7 ümb.	86 "
BaCl ₂	78,0 "	81,0 "	79,2 "	87 "	79,0 "	81,0 "	80,0 "	87 "	77,0 "	78,4 "	77,7 "	83 "
MgCl ₂		78 ümber		100 "						77 ümber		100 "
Lahund	IV s e e r i a				V s e e r i a				Keskmisel andmed I—V s e e r i a			
NH ₄ Cl	70,6	72,5	71,5	75 ümb.	72,0	73,5	72,7	78 ümb.	71,2	73,3	72,2	77 ümb.
NaCl	74,8	76,3	75,5	79 "	73,8	76,5	75,1	78 "	74,4	76,2	75,3	78 "
LiCl	75,5	77,0	76,2	79 "	73,4	74,8	74,1	78 "	74,4	76,0	75,2	78 "
CaCl ₂	75,3	76,8	76,0	80 "	73,3	75,0	74,1	81 "	74,3	76,5	75,4	80 "
SrCl ₂	78,0 ümb.	79,5 ümb.	78,7 ümb.	86 "	77,0 ümb.	80,3 ümb.	78,6 ümb.	88 "	77,3 ümb.	79,3 ümb.	78,3 ümb.	86 "
BaCl ₂	76,6 "	78,4 "	77,5 "	84 "	77,0 "	79,0 "	78,0 "	83 "	77,5 "	79,6 "	78,5 "	85 "
MgCl ₂		79 ümber		100 "		80 ümber		100 "		78,5 ümber		100 "

Kõik lõiked tühe lehe küljest võetud.

Katsete resultaadid.

Et katsete resultaate hõlpsam oleks üle vaadata, on järgnevas tabelis kõik keskmised andmed ette toodud (tab. I—IX).

XI. Ülevaate-tabel.

Sool	Kontsentr.					
	0,2 n.	0,3 n.	0,4 n.	0,5 n.	0,6 n.	0,8 n.
	Plasma koagulatsioonitemperatuur Celsiuse kraadides					
KCNS	—	67,2	—	67,5	64,4	62,2
NH ₄ CNS	—	—	69,6	69,9	66,3	65,2
NaCNS	—	—	—	—	70,2	67,5
KBr	—	67,8	67,9	67,4	66,2	—
NaBr	—	—	—	—	70,4	—
NH ₄ Br	—	—	71,1	71,4	71,6	68,8
KJ	70,6	71,1	71,8	70,1	68,3	67,0
NH ₄ J	—	—	70,5	70,5	70,9	68,4
NaJ	—	—	—	—	71,3	71,0
KNO ₃	73,2	72,9	73,2	71,3	69,4	69,7
NH ₄ NO ₃	—	—	71,2	72,3	71,6	69,0
NaNO ₃	—	—	—	—	72,8	71,0
KCl	74,5	74,7	73,4	73,3	70,6	72,2
NH ₄ Cl	—	—	72,0	74,0	73,1	72,2
NaCl	—	—	—	—	73,8	72,9
KC ₂ H ₃ O ₂	74,7	75,1	74,3	74,7	72,9	73,5
NaC ₂ H ₃ O ₂	—	—	—	—	75,9	75,8
K-tartraat ¹⁾	75,2	75,5	74,4	74,2	73,9	—
Na-tartraat ¹⁾	—	—	—	—	75,7	—
K-tsitraat ¹⁾	75,6	75,4	75,2	75,0	75,7	—
K ₂ SO ₄ ¹⁾	76,3	75,9	76,2	76,5	76,5	76,3
(NH ₄) ₂ SO ₄ ¹⁾	—	—	75,3	76,2	76,2	76,4
Na ₂ SO ₄ ¹⁾	—	—	—	—	76,2	77,0

Kui soolade mõju üksikute ionide aktiivsuse seisukohalt hindame, siis näeme, et ultramaksimum-temperatuur muutub soolade lahundites nii ühe ja sellesama aniooniga ja mitmesuguste katioonidega, kui ka ümberpöörduvalt, s. o. iga soola tegevus on additiivne tema ionide tegevustest resulteeritud. Anioonide mõju on üheväärilistel sooladel katioonide omast kõvem ja selgem.

1) Neis lahundites on andmed, nagu see juba eespool tabelites ära tähendatud, ligikaudsed.

Kui anioonid ritta seame, esimese koha pealeioon paigutades, mille lahundis tsütoplasma koagulatsioonitemperatuur kõige madalam, siis saame niisuguse järjekorra:

Katioon	Anioon
Kaalium . .	CNS > Br > J > NO ₃ > Cl > CH ₃ COO > tartraat > > tsitraat > SO ₄
Ammoonium	CNS > J > Br > NO ₃ > Cl > SO ₄
Naatrium . .	CNS > Br > J > NO ₃ > Cl > CH ₃ COO > SO ₄

Need on tuntud lüotroop-read¹⁾, millel suur tähtsus on paljudes füsioloogilistes kui ka füüsiko-keemilistes protsessides²⁾.

Lüotroop-mõjud soolade tegevuses ühes kõrge temperatuuriga taimelasma juures on siin esimest korda ette toodud. Nagu teada, tulevad lüotroopsed anioonide read ka munavalge kuumuskokkuminemise puhul ette.

Wo. Pauli leidis, et neutraaloolad, natiivsele kanamunavalgele juurde lisatud, koagulatsioonitemperatuuri niisuguse rea järel kõrgendavad³⁾ — Cl < C₂H₃O₂ < SO₄ < NO₃ < Br < J.

Höber⁴⁾ seadis oma katsete põhjal niisamasuguse anioonide rea lehelismetallsoolade jaoks üles, ja nimelt — CH₃COO < Cl < Br < NO₃ < J < CNS, kusjuures munavalge koagulatsioon CH₃COONa lahundis (0,5 n) — 62,4 C, NaCNS — 76,8 C temperatuuris sündis.

Kui nüüd oma resultaate nende andmetega võrdleme, siis tuleb välja, et meie anioonide read vastupidises sihis jooksevad. Rodaansoolad, mis madalais kontsentratsioones munavalge kokkuminemistemperatuuri kõige rohkem tõstavad ja kangema lahundina proteiinolluste kuumuskoagulatsiooni ka keetmise puhul täitsa ära hoiavad⁵⁾, aitavad siin kõige rohkem tsütoplasma koagulatsioonis kaasa, viimase temperatuuri rohkem kui teised soolad alla viies.

Millega tuleb säärast anioonide tegevuse vastupidisust meie katsetes seletada?

Kui ultramaksimumi edasiasendumine oleneks soolade primäärtegevusest plasma munavalge-olluste peale ja kui viimased natiivse munavalge iseloomu kannaksid, siis võiks soolade kontsentratsiooni muutumisega n. n. „ülemineku-ridade“ ilmutumist oodata. Nagu teada, leidis Höber seesugused read munavalge kuumus-

1) Freundlich, Kapillarchemie, 1920, lk. 54, 410, 418 j.j.

2) Höber, l. c. lk. 308.

3) Wo. Pauli, Pflügers Arch. 78, 315. 1890. Kromaadid ja kloraadid jätsime reast välja.

4) Höber, Beiträge zur chem. Physiol. und Path. 11, 52. 1908.

5) Pauli und Handowsky, sealsamas 11, 425. 1908.

koagulatsiooni puhul, soolakontsentratsioone 0,5n pealt 0,25n—0,15n peale vähendades (l. c. lk. 324).

Et lahundi kontsentratsiooni mõju soolainioonide aktiivsuse peale plasmas jälgida, katsusime läbi kaaliumsoolade alal koos kontsentratsiooni, 0,2n-ga alates, kus plasmolüüs veel nõrk oli, ja 0,8n-ga lõpetades, mille lahundis rakud väga kõvasti plasmolüüseerisid. Tabelitest I—VI võib näha, et anioonide read neil tingimustel igal pool ühed ja needsamad on. Väikesed kõrvalkaldumised tulevad plasma individuaalsuse kui ka katsevea arvesse panna ja neil pole siin suurt tähtsust.

Nõnda siis, vaevalt võime küll anioonide aktiivsuse põhjuseks plasma dispersiooni-keskkonnas natiivsete kanamunavalgekehade sarnaseid ühendusi eeldada. Selle peale on ka juba eespool tähendatud.

Analoogilised vastupidised neutraaloolade liotroop-read tulevad ette Port'i, Miculicich'i ja Fernuchi läbikatsumistes¹⁾ verekehakeste hämolüüsi juures saponiini ehk vibriolüsiini ja soolade abil.

Höber'i arvamise järele oleneb see asjaolu sellest, et verekehakeste plasmakolloidid hämolüütikumiga reageerivad, mille tagajärjel võimalik on uute kolloid-komplekside tekkimine teise elektrilaenguga (l. c.).

Kui nüüd plasmas ioniseeritud munavalgekehasid eeldada, siis oleksid meie andmed rohkem kokkukõlas kogemustega, mis mainitud proteiinolluste ja soolade suhtes saavutatud.

Höber'i uurimised on näidanud, et neutraaloolad hapus keskkonnas ($0,5n + 0,015H_2SO_4$) munavalge kuumuskokkuminemise temperatuuri rea $-CNS > J > Br > Cl > CH_3COO$ järel alandavad, mille juures naatrium- ja kaaliumrodaniid koagulatsiooni 37,0° ja 32,0°C, nende soolade atsetaadid 62,2° ja 61,9° C peale asendavad²⁾.

Lehelises keskkonnas pöörduvad anioonide rida ümber. Ülemal näidatud rida käib plasma koagulatsioonireaga täiesti ühte. Sellest võiksime järeldada, et *Tradescantia* plasmas positiivsed munavalgeollused tähtsat osa etendavad. Vaatame, kuidas see järeldus teiste andmetega ühte läheb.

Tähtis on siin tähele panna kõige pealt keskkonna reaktsiooni mõju soolade aktiivsuse peale.

Katsume järele leheliste mõju.

Selleks võtame kaks kaaliumsoola, mille anioonid liotroopreas üksteisest kaugel seisavad — rodaniidi ja kloriidi.

1) Tsiteeritud Höber'i järele, Physik. Chem. etc. lk. 488 j.j.

2) Höber, 1908, lk. 52.

XII. Sool 0,5 n + leheline. Keskmine algtemperatuur 20,4 C.

Katse №	KONS neutraal.				KCl neutraal.				KCNS + ⁿ / ₅₀₀ KOH.				KCl + ⁿ / ₂₀₀ NaOH.			
	Koagultsiooni-kraad I	Koagultsiooni-kraad II	Kesk. t ⁰	Värvi kaotus lõikes	Koagultsiooni-kraad I	Koagultsiooni-kraad II	Kesk. t ⁰	Värvi kaotus lõikes	Koagultsiooni-kraad I	Koagultsiooni-kraad II	Kesk. t ⁰	Värvi kaotus lõikes	Koagultsiooni-kraad I	Koagultsiooni-kraad II	Kesk. t ⁰	Värvi kaotus lõikes
I	65,8	68,0	66,9	74 ümb.	71,5	73,8	72,6	76 ümb.	67,0	69,4	68,2	75 ümb.	71,4	73,4	72,4	76 ümb.
II	64,0	65,8	64,9	74 "	69,8	71,3	70,5	75 "	65,0	67,5	66,2	74 "	71,8	73,7	72,7	77 "
III	65,4	69,0	67,2	74 "	72,4	74,0	73,2	77 "	68,2	70,2	69,2	74 "	72,5	74,5	73,5	77 "
IV	65,5	67,0	66,2	72 "	71,7	72,8	72,2	77 "	64,5	66,0	65,2	72 "	71,0	72,7	71,8	77 "
V	64,3	66,6	65,3	72 "	71,8	73,0	72,4	76 "	65,0	67,5	66,2	74 "	73,0	74,0	73,5	78 "
	Kesk. t ⁰ = 66,1. Kesk. t ⁰ = 72,2. Kesk. t ⁰ = 67,0. Kesk. t ⁰ = 72,8.															
Katse №	KONS + ⁿ / ₅₀₀ NH ₄ OH				KCl +				KCNS +				KCl +			
	Koagultsiooni-kraad I	Koagultsiooni-kraad II	Kesk. t ⁰	Värvi kaotus lõikes	Koagultsiooni-kraad I	Koagultsiooni-kraad II	Kesk. t ⁰	Värvi kaotus lõikes	Koagultsiooni-kraad I	Koagultsiooni-kraad II	Kesk. t ⁰	Värvi kaotus lõikes	Koagultsiooni-kraad I	Koagultsiooni-kraad II	Kesk. t ⁰	Värvi kaotus lõikes
I	66,5	68,9	67,7	74 ümb.	74,2	75,5	74,8	77 ümb.	63,8	66,0	64,9	71 ümb.	72,0	74,0	73,0	—
II	65,6	71,5	68,5	74 "	71,2	73,4	72,3	77 "	64,8	66,4	65,6	72 "	71,8	73,5	72,6	75 ümb.
III	66,3	68,0	67,1	74 "	71,5	72,3	71,9	77 "	66,8	69,0	67,9	73 "	72,4	74,5	73,4	77 "
IV	66,6	69,0	67,8	73 "	72,5	74,0	73,2	78 "	66,7	69,0	67,8	73 "	72,4	73,5	72,8	76 "
V	66,0	69,2	67,7	74 "	73,0	74,0	73,5	78 "	64,5	67,4	65,9	73 "	72,0	73,2	72,6	76 "
	Kesk. t ⁰ = 67,7. Kesk. t ⁰ = 73,1. Kesk. t ⁰ = 66,4. Kesk. t ⁰ = 72,9.															

Lõiked I, II ja III katse jaoks ühe lehe küljest, IV ja V jaoks — teise küljest võetud.

Nagu ettetoodud andmeist näha, seisab lehelise ainuke mõju selles, et ta koagulatsioonitemperatuuri veidi kõrgemale tõstab. See mõju tuleb KCNS juures rohkem ($n/_{300}$ NH₄OH juures kuni 1,6°) kui KCl juures nähtavale. Mõlema soola aktiivsuse vahekord jääb aga sekssamaks, kõrge leheliskontsentratsiooni peale vaatamata. Koagulatsioonitemperatuuri vahe mõlema soola lahundite vahel kõigub igal pool kuue kraadi ümber.

Vaatleme nüüd suurema hulga soolade tegevust lehelises keskkonnas.

XIII. Lahundite kontsentr. 0,8n + $n/_{1000}$ NaOH.
Keskm. algtemperat. 19,5 C.

L a h u n d		I seeria				II seeria			
		Koagulatsiooni- kraad		Keskm. t°	Värvi- kaotus lõikes	Koagulatsiooni- kraad		Keskm. t°	Värvi- kaotus lõikes
		I	II			I	II		
KCNS	k r a a d i	67,0	69,4	68,2	74 ümb.	65,0	67,2	66,1	73 ümb.
KJ		68,2	72,0	70,1	75 "	69,0	72,0	70,5	75 "
KNO ₃		72,0	73,5	72,7	78 "	71,4	74,2	72,8	79 "
KCl		72,0	73,6	72,8	77 "	71,5	74,0	72,7	78 "
KC ₂ H ₃ O ₂		74,0	75,6	74,8	81 "	73,4	75,4	74,4	81 "
L a h u n d		III seeria				Keskmised andmed I—III seeria			
KCNS	C e l s i u s e	65,5	67,4	66,4	75 ümb.	65,8	68,0	66,9	74 ümb.
KJ		68,8	71,2	70,0	75 "	68,8	71,7	70,2	75 "
KNO ₃		70,0	72,0	71,0	79 "	71,1	73,2	72,1	79 "
KCl		71,8	73,8	72,8	77 "	71,7	73,8	72,7	77 "
KC ₂ N ₃ O ₂		73,0	76,5	74,7	82 "	73,4	75,8	74,6	81 "

Kõik lõiked ühe lehe küljest võetud.

Neil tingimustel jääb anioonide rea lüotroop-siht lehelises keskkonnas sekssamaks, kui neutraallahundites, nimelt — CNS > > J > NO₃ > Cl > C₂H₃O₂.

Kui soolade tegevus oleneks otsekohe plasma positiivsete munavalgeolluste koagulatsioonist, peaksid sel juhtumisel anioon-read lehelises keskkonnas oma sihi vastupidiseks muutma, pro-

teinkehade ümberlaadimise tõttu¹⁾, ehk vähemalt korrapärasuse kaotamise tendentsi ilmutama, iseäranis rea äärmised liikmed. Midagi sellesarnast aga ei juhtu²⁾.

Nõnda siis, katsed lehelises keskkonnas ei tõenda väidet, et meil siin tegemist on positiivse plasma-munavalgega.

Kui nüüd neutraal-keskkonna andmeid lehelise omadega võrdleme, siis leiame järgmise vahe.

Sool 0,8 n	KCNS	KJ	KNO ₃	KCl	KC ₂ H ₃ O ₂	K ₂ SO ₄
Neutraal	62,2	67,0	69,7	72,2	73,5	76,3
+ ⁿ / ₁₀₀₀ KOH . .	66,6	70,0	—	73,7	—	78,0
T ⁰ vahe	+4,4	+3,0	—	+1,5	—	+1,7
+ ⁿ / ₁₀₀₀ NaOH . .	66,9	70,2	72,1	72,7	74,6	—
T ⁰ vahe	+4,7	+3,2	+2,4	+0,5	+1,1	—

Seaduspärasus, mis OH-ioonide tõttu juba nõrgema soolalahundi tarvitamisel avaldus (vrdl. tab. XII), tuleb siin veel selgemini esile, nimelt, leheliste mõju on suurem aktiivsematel ja vähem nõrgematel sooladel. Nii tõuseb rodaniidil ultramaksimum peaaegu viis kraadi (47,⁰), kuna atsetaadil ja sulfaadil see tõusmine kahenigi ei ulata (1,1⁰ ja 1,7⁰). Nähtavasti mängivad ka siin lüotroop-mõjud kaasa, nende selgitamiseks ei ulata aga eesolevad katsed. Et see huvitav nähtus lehelise katioonist ei olene, seda tõendab asjaolu, et ta ka siis aset leiab, kui lehelisel ja soolal on katioonid ühesugused. Ka dissotsiatsiooni tagasitõrjumine viimasel puhul ei näi suurt mõju avaldavat. Vaatame, kuidas mõjub hapu keskkond soolade tegevuse peale.

Selleks katsume esiteks ühe ja sellesama soola (KCl) mõju kuumuskoagulatsiooni peale mitmesuguste hapete juuresolekul.

Neist andmeist on näha, et kõik happed alandavad veidi plasma koagulatsioonitemperatuuri. Üksikute hapete tegevuse vahed on kaunis väikesed ja jäävad peaaegu katsevea piiridesse, uuritava kontsentratsiooni juures. Kangemate happelahundite

1) Posternak, Ann. Instit. Pasteur **15**, 85. 1901.

W. o. Pauli, Beitr. zur chem. Physiol. und Path. **5**, 27. 1903.

Höber, sealsamas **11**, 35. 1907.

2) Peale ülevalmainitud leheliste katsuti veel kangemad ja nõrgemad lehelislahundid läbi ja sellesama tagajärjega.

XIV. $\text{KCl } 0,5 \text{ n} + \text{n}/_{1000} \text{ HCl, H}_2\text{SO}_4, \text{HNO}_3, \text{C}_2\text{H}_5\text{O}_4, \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2, \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6, \text{H}_3\text{BO}_3.$

Katse №	KCl neutraal				KCl + HCl				KCl + $\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4$				KCl + HNO_3			
	Koagulat-sioonikraad		Värvi kaotus löikes	Keskmine t°	Koagulat-sioonikraad		Keskmine t°	Värvi kaotus löikes	Koagulat-sioonikraad		Keskmine t°	Värvi kaotus löikes	Koagulat-sioonikraad		Keskmine t°	Värvi kaotus löikes
	I	II			I	II			I	II			I	II		
I	72,5	73,5	73,0	76 ümb.	70,0	71,3	70,6	74 ümb.	70,0	71,2	70,6	75 ümb.	70,4	71,7	71,0	74 ümb.
II	71,8	73,2	72,5	76 "	71,0	72,3	71,6	75 "	71,0	72,7	71,8	75 "	70,0	71,3	70,6	75 "
III	71,5	73,0	72,2	77 "	70,3	72,2	71,2	75 "	71,5	73,0	72,2	75 "	69,8	71,2	70,5	74 "
IV	71,5	73,5	72,5	77 "	70,0	72,3	71,2	75 "	71,4	72,8	72,1	75 "	70,0	71,5	70,7	75 "
V	71,6	74,0	72,8	76 "	—	72,3	—	—	71,8	72,6	72,2	75 "	—	—	—	—
	Kesk. t° = 72,6				Kesk. t° = 71,1				Kesk. t° = 71,8				Kesk. t° = 70,4			
Katse №	KCl + $\frac{1}{2}\text{COOH-COOH}$				KCl + CH_3COOH				KCl + $\frac{1}{2}$ viinhape				KCl + $\frac{1}{3}\text{H}_3\text{BO}_3$			
	Koagulat-sioonikraad		Värvi kaotus löikes	Keskmine t°	Koagulat-sioonikraad		Keskmine t°	Värvi kaotus löikes	Koagulat-sioonikraad		Keskmine t°	Värvi kaotus löikes	Koagulat-sioonikraad		Keskmine t°	Värvi kaotus löikes
	I	II			I	II			I	II			I	II		
I	70,2	71,3	70,7	74 ümb.	70,3	71,5	70,9	74 ümb.	70,2	71,8	71,0	75 ümb.	71,8	73,0	72,4	74 ümb.
II	70,2	71,8	71,0	74 "	70,0	71,4	70,7	74 "	69,7	72,0	70,8	75 "	71,6	73,4	72,5	75 "
III	71,2	72,4	71,8	75 "	71,8	73,0	72,4	76 "	70,0	71,8	70,9	74 "	72,5	73,2	72,8	75 "
IV	72,8	73,8	73,3	76 "	71,0	72,3	71,6	75 "	71,7	72,5	71,6	77 "	71,2	72,2	71,7	75 "
V	71,7	72,3	72,5	75 "	—	—	—	—	—	—	—	—	72,0	73,3	72,6	75 "
	Kesk. t° = 71,7				Kesk. t° = 71,4				Kesk. t° = 71,2				Kesk. t° = 72,4			

Lõiked I ja II katse jaoks ühe lehe küljest, III, IV ja V jaoks — teise küljest võetud.

tarvitamine polnud siin soovitav: oli karta, et need juba üksi plasma võiksid surmata¹⁾.

Brenner'i uurimused on kindlaks teinud, et happe kahjulik mõju plasma peale väheneb soola juurdelisamisega lahundile, näit. HCl kriitiline kontsentratsioon punase kapsa epidermisrakkudes on katse 4 tunni vältusel n/600, kui 2,8% KCl juurde lisatakse²⁾ (ilma soolata on hape kriit. konts. märksa vähem). Meie oma kogemused ülemalnimetatud taime kohta on näidanud, et ta kõige vastupidavamate hulka kuulub, ja vaevalt võiks küll siin saadud andmeid *Tradescantia* juurde üle viia.

Niipalju kui tab. XIV andmeist võib otsustada, ei olene koagulatsioonitemperatuuri alanemine mitte ainult hapete vesinikioonidest, vaid ka nende anioonidest.

Lõpuks vaatame, kuidas muutub terve sooladerea aktiivsuse vahekord hapus keskkonnas.

Nagu tab. XV andmeist võib näha, ei muuda koagulatsioonirida ka vesinikioonide juuresolemisel oma sihti, anioonid moodustavad oma aktiivsuse järele niisamasuguse lüotroop-rea, kui see neutraal- ja lehelislahundis ilmsiks tuleb. Happe tegevusel venivad ainult rea temperatuuripiirid veidi laiemale, s. o. hape kutsub lüotroop-mõjud paremini esile kui lehelis ja neutraal-keskkond. Viimase andmetega hapu keskkonna oma võrreldes näeme, et H-ioonide mõjul ultramaksimum rea esimese kolme liikme juures (KCNS, KJ, KBr) veidi langeb, kõige enam jodiidi juures ($-2,2^{\circ}$), viimase viie soola juures ($\text{KNO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4$) aga tõuseb. (Vaata järgnev tabel.)

Plasma koagulatsioon neutraalses ja hapus keskkonnas.

Sool 0,6 n	KCNS	KJ	KBr	KNO ₃	KCl	KC ₂ H ₃ O ₂	K-tartr.	K ₂ SO ₄
+ n/1000 C ₂ H ₂ O ₄	64,2	66,1	65,3	70,1	71,4	74,2	75,9	76,9
Neutraal	64,4	68,3	66,2	69,4	70,6	72,9	73,9	76,5
T ⁰ vahe	-0,2	-2,2	-0,9	+0,7	+0,8	+1,3	+2,0	+0,4

Vesinikioonide mõju on vastupidine lehelis-keskkonna omale. Siin langeb ultramaksimum aktiivsemate soolade lahundis kõige enam; kuna lehelise juuresolemisel ta nendes suhteliselt kõige rohkem tõuseb³⁾.

Kui kujutada skemaatiliselt, kõverjoonte näol lehelise ja happe mõju soolade aktiivsusesse, vertikaaltelje peale plasma K. T.

1) Боровиков, Зап. Новоросс. О-ва Есреств. **41**, 15. 1916.

2) W. Brenner, Ber. der Deutsch. Bot. Ges. **38**, 277. 1920.

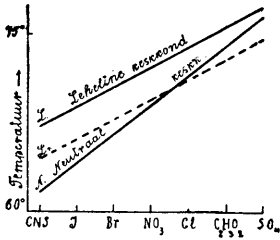
3) Vrdl. Pauli und Handowsky, Biochem. Zeitschr. **24**, 241. 1910.

XV. Lahundid 0,6 n + n/1000 COOH-COOH. Keskm. algtemperatuur 20,5 C.

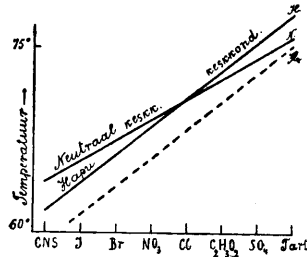
Lahund	I s e e r i a				II s e e r i a				III s e e r i a			
	Koagultsiooni- kraad		Keskm. t°	Värvi- kaotus lõikes	Koagultsiooni- kraad		Keskm. t°	Värvi- kaotus lõikes	Koagultsiooni- kraad		Keskm. t°	Värvi- kaotus lõikes
	I	II			I	II			I	II		
KONS	63,2	66,2	64,7	68 ümber	64,8	66,0	65,4	70 ümber	61,0	63,0	62,0	70 ümber
KJ	64,0	66,7	65,3	72 "	66,0	67,8	66,9	70 "	63,2	67,5	65,3	72 "
KBr	63,2	66,0	64,6	74 "	66,4	68,0	67,2	73 "	63,5	64,8	64,1	70 "
KNO ₃	69,0	71,8	70,4	76 "	70,0	71,6	70,8	75 "	68,7	70,8	69,7	74 "
KCl	69,0	72,4	70,7	76 "	70,0	71,7	70,8	76 "	71,6	73,2	72,4	78 "
K ₂ H ₃ O ₂	72,2	76,3	74,2	80 "	73,0	75,0	74,0	79 "	73,5	76,6	75,0	82 "
K-tart.	75,0 ümb.	77,5 ümb.	76,2 ümb.	88 "	74,7 ümb.	79,0 ümb.	76,8 ümb.	87 "	74,0 ümb.	76,5 ümb.	75,2 ümb.	86 "
K ₂ SO ₄	75,0 "	79,0 "	77,0 "	92 "	76,0 "	78,3 "	77,1 "	91 "	74,8 "	78,8 "	76,8 "	91 "
Lahund	IV s e e r i a				V s e e r i a				Keskmised andmed I-V s e e r i a			
KONS	63,5	65,4	64,4	69 ümber	63,7	66,0	64,8	71 ümber	63,2	65,3	64,2	69 ümber
KJ	65,5	67,0	66,2	73 "	65,0	69,2	67,1	74 "	64,7	67,6	66,1	72 "
KBr	62,8	64,6	63,7	70 "	66,0	68,4	67,2	74 "	64,4	66,3	65,3	72 "
KNO ₃	68,8	70,4	69,6	76 "	—	—	—	—	69,1	71,1	70,1	75 "
KCl	69,8	72,0	70,9	76 "	71,4	73,2	72,3	76 "	70,3	72,5	71,4	76 "
K ₂ H ₃ O ₂	73,4	75,0	74,2	82 "	73,3	74,4	73,8	80 "	73,1	75,3	74,2	81 "
K-tart.	74,7 ümb.	77,0 ümb.	75,8 ümb.	85 "	74,4 ümb.	76,5 ümb.	75,4 ümb.	89 "	74,5 ümb.	77,3 "	75,9 ümb.	87 "
K ₂ SO ₄	75,5 "	79,0 "	77,2 "	89 "	74,7 "	78,3 "	76,5 "	91 "	75,2 "	78,7 "	76,9 "	91 "

Esimese kolme seeria jaoks on lõiked ühe lehe küljest, kahe viimase jaoks teise lehe küljest võetud.

tähendades, horisontaalteljele soolad rea CNS, J, Br... SO₄ järele paigutades, siis saame järgmise pildi.

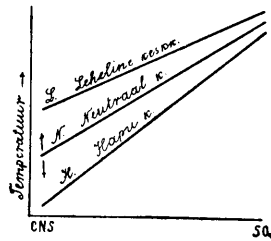


Joon. 1.



Joon. 2.

Neutraal- ja lehelis-keskkonna kõverjooned lähevad laiemale aktiivsematel sooladel (CNS, J, Br.) ja jooksevad kokku nõrgemalt mõjuvatel (SO₄, joon. 1). Teoreetiliselt on võimalik oletada, et lehelise mõju nende soolade peale, mis veel vähem kui sulfaadid plasma koagulatsioonis kaasa aitavad, nagu baarium-, magneesium- j. t. soolad, üldse väga väike on, mis nende soolade seisukohale sulfaatide taga, horisontaalteljel, vastaks. Hapu ja neutraalse keskkonna kõverjooned lähevad teineteisest risti üle (joon. 2). On väga võimalik, et teises soolade kontsentratsioonis hapu kui ka lehelis-keskkonna kõverjooned allapoole paigutuvad, endisele olekule paralleelseks jäädes (vaata täppjooned L₁ ja H₁, joon. 1 ja 2). Niisugusel juhtumisel läheks lehelis-keskkonna kõverjoon neutraalse omast risti üle, kuna hapu keskkonna kõverjoon temast lahku läheks. On arvata, et antud juhtumisel, joon 2. peal, hapu keskkonna kõverjoon erajuhtumist kujutab. Üldjuhtumisel saaksime järgmise sümmeetrilise pildi (joon. 3).



Joon. 3.

Sellest skeemist näeme, et kõverjoon L püüab horisontaalteljaga paralleelseks saada, s. o. OH-ioonide mõjul saavad plasma koagulatsioonitemperatuuride vahed mitmesuguste soolade juures rohkem ehk vähem ühetasaseks.

Sellevastu püüab kõverjoon H suurendada nurka horisontaaltelje ja enese vahel. See asjaolu vastab ka suurematele soolade aktiivsuse vahedele hapus keskkonnas.

Üldse võib öelda, et need soolad, mis neutraal-keskkonnas suurt mõju plasma K. T. peale avaldavad, nagu näit. rodaniidid, jodiidid j. t., lehelis- ja hapus keskkonnas koagulatsioonitemperatuuri märksa rohkem muudavad kui need soolad, mis plasma koagulatsioonis väga vähe kaasa aitavad, ja nimelt, lehelis-keskkonnas tõuseb esimeste mõjul K. T., hapus keskkonnas langeb ta.

Mis selle soolade mõju seaduspärasusse puutub, siis pole võimalik käesolevate katsete põhjal seda nähtust täielikult ära seletada. Meie teised uurimused sel alal on näidanud¹⁾, et elektrolyüdid, iseäranis neutraalsoolad, plasma läbitungitavusse väga mitmesuguselt mõjuvad, ja nimelt, et need soolad, mis käesoleval juhtumisel hapete ja leheliste juuresolemisel kõige vähem plasma koagulatsioonitemperatuuri muudavad, nagu näit. sulfaadid, üldse ka teiste elektrolütide tungitavust plasmasse alla suruvad.

Sellepärast on väga tõenäitlik, et meie mitteühesugust hapete ja leheliste mõju soolade tegevuse peale käesoleval juhtumisel soolade mitmesuguse mõjuga hapete ja leheliste plasmassetungitavusse võime seletada, kusjuures esimesed lüotroop-rea liikmed (CNS—NO₃) tungitavusse veel suurt mõju ei avalda, kuna teiste soolade võime, tungitavust maha suruda, rea Cl < . . . SO₄ järel kasvab. Fakti, et lehelised plasma K. T. kõrgendavad ja happed teda alla suruvad, on võimalik seletada üldse plasma munavalgeolluste ionisatsiooni (resp. hüdratatsiooni) suurenemisega leheliste juuresolemisel, hapus keskkonnas aga proteiinjaokeste hüdratatsiooni vähenemisega.

Kui nüüd kokku võtame kõik andmed, mis selgitavad soolanioonide mõju tsütoplasma ultramaksimumi peale, siis peame otsusele jõudma, et nende soolade mitmesugune mõju taimemasma K. T. peale ei olene nende esialgsest tegevusest plasma proteiinolluste peale, teiste sõnadega — protoplasma pinnakiht, mida soolad kõige enne puudutavad, ei seisa koos munavalgeainetest.

Üldiselt tunnustatud arvamise järele on taimemasmas pea-

1) H. K a h o, Zur Kenntnis der Neutralsalzwirkungen auf das Pflanzenplasma. Biochem. Zeitschr. Bd. 120, lk. 125. 1921.

asjalikult lehelised munavalgeained¹⁾ („Alkalieiwiss“) ja sellelt seisukohalt pole võimalik anioonide vastupidist rida seletada. Teiselt poolt pole plasma pinnakihi kolloidid sugugi ümberlaaditavad ega reageeri kolloidkeemia seisukohalt üldse hapetega ega lehelistega.

Läheme katioonide tegevuse juurde üle.

Lehelismetallkatioonide aktiivsus on vähem iseloomustav. Järgnevates ridades on esimese koha pealeioon paigutatud, mis koagulatsioonitemperatuuri kõige rohkem alandab.

Rodaniidid — $K > NH_4 > Na$.

Bromiidid — $K > NH_4$

Jodiidid — $K > NH_4 > Na$.

Nitraadid — $K > NH_4 > Na$.

Kloriidid — $K > NH_4 > Na$.

Atsetaadid — $K > Na$.

Igal pool tuleb üks ja seesama rida $K > NH_4 > Na$ ette.

Lehelismaa soolad mõjuvad märksa vähem ultramaksimumi peale kui lehelise omad. Iseäralise seisukoha võtab Ca. Selle metalli kloriid on toa temperatuuris väga nõrk plasma koagulaator, soendamise korral sünnib aga koagulatsioon ta lahundis niisamagi täieliselt ja hästi kui keedusoola ehk kloorliitiumi omas (I tüüp), millele ta oma tegevuse järele kõige lähemal seisab. Üldse ei käi kloorkaltsiumi mõju ultramaksimumi peale Ba, Sr ja Mg omaga ühte ja nende väheste katsete põhjal ei või ta seisukohta teiste katioonide keskel mainitud suhtes veel kindlaks lugeda.

Ühe- ja kaheväärised katioonid moodustavad, aktiivsuse järele korraldatult, järgmise rea, kus esimese koha pealioon temperatuuri kõige rohkem alandab: $K > NH_4 > Na$, Li, Ca? > Sr, Ba > Mg.

Ettetoodud rea siht on oma peajoontes vastupidine katioonireale, mis lehelismunavalge kuumuskokkuminemisel aset leiab. Viimasel puhul on lehelismulla ja Mg soolad palju aktiivsemad lehelismetallide omadest²⁾.

Nõnda siis avaldub siin seesamagi seaduspärasus, kui anioonidel.

1) Höber, Pflügers Arch. Bd. 101, lk 607. 1904. Bd. 102, lk. 196. 1904.

H. Bechhold, Zeitschr. für phys. Chemie. Bd. 48, lk. 385, 1904.

J. Szücs, Sitzungsber. der Wiener Akad. Bd. 119 I, lk. 737. 1910.

Ф. Порождко, Зап. Новоросс. О-ва Естественн. Т. 41, lk. 419. 1916.

J. Eandler, Biochem. Zeitschr. Bd. 45, lk. 359. 1912.

2) Pauli und Handowsky, Biochem. Zeitschr. Bd. 24, lk. 241. 1910.

Asjaolu, et siin plasma kuumuskoagulatsioonis analoogia munavalgeollustega puudub, ei luba meid nende katsete põhjal seda nähtust otsekohe füüsiko-keemiliste protsesside peale tagasi viia ja eeskätt tuleb selle põhjust otsida plasma ja soolade vahekorras füsioloogiliselt seisukohalt, s. o. mitmekesine füsioloogiline nähtus lihtsamate füsioloogiliste elementide peale laotada. Siin tuleb tähele panna, peale soolade mõju plasma munavalgekehade peale, nende tungitavust plasmasse.

Plasma kuumuskoagulatsiooni suhtes on väga arusaadav eeldus, et aktiivsemad soolad paralleelselt, ühes temperatuuri tõusmisega biokolloidide (peaasjalikult munavalgekehade) hüdratatsiooniastet vähendavad, mis mõned kraadid enne koagulatsiooni lõppu iseäranis energiliselt sünnib ja plasmakesta lõhkemisega maksimumi saavutab. Sellega ühes muutuvad ka viimase osmootsed omadused: läbitungivus sooladele kasvab märksa¹⁾ ja paralleelselt nende aktiivsusega. Teistsugused katsed sel alal (mis teisel käsitlusele tulevad) ei tõenda aga seesugust eeldust.

Mõned tõsiasiad kõnelevad selle poolt, et siin protsessid protoplasma pinnal peaosas etendavad ja soolade tegevus on oleb täiel määral nende tungivusest plasmasse. Seda tõendab asjaolu, et neil sooladel, mis plasma ultramaksimumi kõige rohkem alandavad, meie katsetest olenemata, kõige suurem läbitungivus on leitud.

Fitting²⁾ ja Tröndle³⁾ leidsid, et taimeplasma kergemini adsorbrib lehelissoole kui lehelismulla omi, millel Fitting *Rhoeo* epidermisrakkude alal üldse läbitungivust ei võinud konstateerida (l. c.). Tröndle andmete järele tungivad jodiidid ja bromiidid plasmasse paremini kui kloriidid ja sulfaadid (l. c.).

Meie teised katsed sel alal on näidanud, et kõik tegurid, mis neutraalsoolade tungivust tõstavad, suurendavad ühes ka nende kihvtisust ja ümberpöördud. Nõnda siis on täiesti tõenäitlik, et koagulatsioonitemperatuuri alandamine on oleb soolade tungitavusest kui esitegurist ja plasma munavalgekehade koagulatsioon on oleb seega kahest faktorist, mis ühes sihis töötavad — kõrgest temperatuurist, mille mõju iga katse aegu ühesugune, ja soola tungitavusest, mis muutuv on, soola iseloomust ja kontsentratsioonist olenedes. Järelikult, on kuumuskoagulat-

1) Vrdl. V. V. Lepeschkin, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. **28**, 100 j.j. 1910.

2) Jahrbücher für wiss. Bot. **56**, 1. 1915.

3) Arch. de sciences phys. et nat. **45**, 38. 1918.

sioonis leitud anioon- ja katioonread, ühtlasi ka plasma läbitungitavuse read. Meie ei räägi siin ligemalt oluliselt plasma läbitungitavusest (Permeabilität) sooladele, vaid vaatame selle peale eestkätt kui füsioloogilise teguri peale.

Tõenduseks vaatele, et koagulatsioonitemperatuuri alanemine soolalahundites oleneb nende tungitavusest plasmasse, tuleb see asjaolu võtta, et need ühendused, mis plasmast läbi lähevad, ilma plasmolüüsita, s. o. nii ruttu vakuoli tungivad, et kontsentratsioonide vahe tekitamata jääb, kui näit. üheväärsed alkoholid. eetrid ¹⁾ ja teised n. n. anesteseerivad ollused teatavates kontsentratsioonides väga kõvasti alandavad mainitud temperatuuri. Seda näitavad järgneva tabeli andmed, kus plasma ultramaksimum-temperatuur etüülalkoholi, eetri, kloroformi ja tümooli lahundis ära on määratud.

Katsed tehti siin *Rhoeo discolor*'i lehe epidermisrakkudega.

Lõiked, kuue tunni vältusel plasmolüseeritud 12% suhkru- lahundis, viidi üle uuritavasse ühendussisse, millele 12% suhkrut juurde oli lisatud. Koagulatsiooni tunnismärgiks oli siin proto- plasti kokkulangemine (vrld. lk. 9).

Kontrollkatsetes, suhkru- lahundis, ilma anesteseerivate ühen- dusteta, oli rheoplasma koagulatsioonitemperatuur keskmiselt (5 katset) 74,4 C, 7,5 min. vältusel.

Tab. XVI ettetoodud andmeist näeme, et anesteseerivate ühen- duste kontsentratsiooni tõusmisega koagulatsioonitemperatuur kii- resti langeb. Lahundi teatava tugevuse juures sureb plasma lühikese aja vältusel ilma soendamata. Näituseks, 20% piirituslahundis lan- geb ultramaksimum-temperatuur 31° peale. L e p e s c h k i n'i järele koaguleerib *Tradescandia disc.* plasma 30% alkoholilahundis 10 min. vältusel, toa temperatuuris ²⁾. Seesugune anesteetikumide tegevus oleneb kahtlemata nende omadusest ruttu plasmasse tungida (nagu teada, panid H. H. Meyer (1899) ja E. Overton (1901) selle asjaolu narkositeooriate aluseks), mille tõttu nad elusai- nes muutusi esile kutsuvad, mis ühes kõrge temperatuuri mõjuga ta kiiresti surmale viivad. Siin peab tähendama, et mõned mitte- elektrolüüdid, näit. alkoholid, teatavalt tingimusil kolloide saden- davad, nagu seda Spiro kindlaks on teinud ³⁾.

1) E. Overton, Pflügers Arch. **92**, 115, 1902.

2) L e p e s c h k i n, 1910, lk. 255.

3) Beitr. zur chem. Phys. und Path. **4**, 300, 1903.

XVI. Anesteseerivate olluste mõju.

Lahund	E t ü ü l a l k o h o l					Keskm.	Katse
Katse №	I	II	III	IV	V	t ⁰	vältus
20/0	69,6	70,3	70,0	69,6	69,6	69,8	6,6 min.
4 „	67,7	69,0	67,7	67,6	68,0	68,0	6,5 „
8 „	59,6	57,6	57,6	57,6	57,6	58,0	5,5 „
16 „	39,7	40,2	41,2	40,7	37,2	39,8	3,5 „
20 „	30,8	32,3	29,5	32,3	31,3	31,2	2,6 „
Lahund	E t ü ü l e e t e r						
0,3% ₀	71,6	72,6	71,6	71,6	73,0	72,1	8,0 min.
0,6 „	71,0	71,6	72,6	71,6	72,0	71,8	8,0 „
1,2 „	69,2	69,0	70,6	69,0	68,7	69,3	7,5 „
1,8 „	62,2	63,2	64,3	63,3	64,3	63,4	7,0 „
2,4 „	62,6	63,6	64,0	63,2	62,6	63,2	7,0 „
Lahund	K l o r o f o r m						
0,05% ₀	70,4	70,6	70,2	71,3	70,5	70,2	8,0 min.
0,1 „	68,7	69,5	68,6	68,7	69,5	69,0	8,0 „
0,2 „	66,5	65,5	64,5	64,5	64,5	65,0	7,5 „
0,3 „	62,5	60,5	62,5	63,5	62,5	62,5	7,0 „
0,4 „	38,0	37,0	39,0	40,0	38,0	38,4	4 „
Lahund	T ü m o o l						
0,005% ₀	70,5	69,5	69,7	69,4	70,5	69,9	8,0 min.
0,01 „	66,5	66,5	67,0	65,5	66,5	66,4	7,5 „
0,02 „	56,0	53,5	55,0	53,5	56,0	54,8	5,0 „
0,03 „	52,0	50,5	50,0	52,0	50,5	51,0	4,0 „
0,04 „	38,5	39,0	39,0	38,5	39,0	38,8	2,5 „

Olenevus käsitatud orgaaniliste ühenduste kontsentratsiooni ja plasma ultramaksimum-temperatuuri vahel tuleb nägelikult järgnevas kõverjoones (joon. 4) esile, kus esimene suurus horisontaal-, teine vertikaaltelje peale ära on tähendatud.

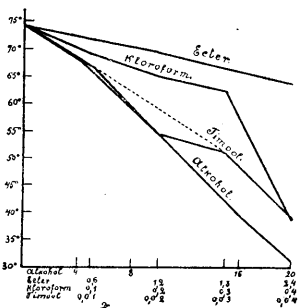
Kõverjooned näitavad korrapärast langemist horisontaaltelje poole, anesteetikumide kontsentratsiooni suurenemisega. Kui viimased hästi valitud, resulteerub sirgjoon (vaata piirituse joont), — asjaolu, mis kergesti resultaatide matemaatilist käsitamist lubab.

Neutraaloolade analoogilist vahekorda läbi vaadates näeme, et ka siin kontsentratsiooni tõusmisele lahundis üldse temperatuuri langemine vastab, kaugeltki aga mitte kõikidel sooladel ühesuguselt.

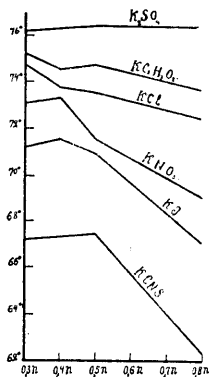
Näituseks, kaaliumsooladel 0,3n—0,8n langeb ultramaksimum-temperatuur järgmiselt:

CNS	J	NO ₃	Cl	CH ₃ COO	SO ₄
5,0 ⁰	4,1 ⁰	3,2 ⁰	2,5 ⁰	1,6 ⁰	0 ⁰

Soolade tegevuse vahekord ei jää suuremates kontsentratsioonides mitte seksksamaks, vaid aktiivsemate soolade mõju tõuseb progressiivselt. See asjaolu on lähemas olenevuses nende vastuvõtmisega plasma poolt. On arusaadav, et hästi läbi elusa plasma tungivatele sooladel kontsentratsiooni suurenemisega ka esimesse neist suuremad hulgad jõuavad, mille tagajärjel nende mõju



Joon. 4.



Joon. 5.

koagulatsiooni peale kõvemini kasvab kui sooladel nõrga sissetungitavusega. Viimane langeb järk-järgult lüotroop-järjekorras, sihis CNS → SO₄.

Funktsionaal-olenevust neutraalsoolade kontsentratsiooni ja plasma koagulatsioonitemperatuuri vahel näitavad meile järgnevad kõverjooned (joon. 5), mis anesteseerivate olluste omadega analoogiliselt on konstrueeritud (veidi skematiseeritud).

Kõikide soolade kõverjooned, peale sulfaadi oma, kalduvad horisontaaltelje poole. Kalde suurus muutab siin, nagu seda võib oodata, lüotroop-järjekorras CNS > . . . SO₄.

Enne allakaldumist on kõikidel kõverjoontel hakatuses tükike, mis peaaegu paralleelne horisontaalteljega, iseäranis energiliselt mõjuvatel. See asjaolu näitab, et teatavates piirides lahundi kontsentratsiooni suurenemise mõju veel nii väike on, et plasma individuaalsust ära ei varja. (Võrdle siia juurde kloroformi kõverjoont, joon. 4).

Ehk küll soola kontsentratsiooni tõusmisega lahundis ka rakkude plasmolüüs suureneb, ei avalda viimase suurus ometi mingisugust mõju plasma K. T. peale¹⁾.

Kui saavutatud tõsiasi nüüd lühida pilguga üle vaatame, siis peame veel kord konstateerima, et neutraalsoolade mõju taimeplasma ultramaksimum-temperatuuri peale oleneb nende ühenduste võimest läbi tsütoplasma pinnakihi tungida, kusjuures mainitud kiht neutraalsoolade suhtes proteiinolluste omadusi ei avalda. Seda tõendab asjaolu, et esiteks kõik need soolad, mis munavalgeaineid hästi koaguleerivad, plasma koagulatsioonitemperatuuri vähem muudavad kui soolad, mis harilikult munavalge peale nõrgalt mõjuvad. Teiseks, neutraalses, lehelises ja hapus keskkonnas sünnib K. T. muutumine lehelismetallsoolade lahundis ühe ja sellesama anioonrea $\text{CNS} > \dots \text{SO}_4$ järel. Seda fakti ei saa mitte munavalge kolloidkeemia andmetega kokkukõllasse viia, eeldades, et elusaine pinnakihil proteiini iseloom on.

1) Lepeschkin, l. c. lk. 102.

Referat:

Über den Einfluss der Neutralsalze auf die Temperatur des Ultramaximums bei *Tradescantia zebrina*.

Die vorliegenden Versuche streben eine Erweiterung unserer Kenntnisse über die Beziehungen des Pflanzenplasmas zu den Neutralsalzen, bei der gleichzeitigen Einwirkung hoher Temperatur.

Die Versuche wurden an Blattepidermisschnitten (untere Seite) von *Tradescantia zebrina* ausgeführt.

Die Schnitte wurden in die zu untersuchende Lösung, in eine kleine Glaswanne (20×3×20 mm) gebracht, die in ein mit einem Thermometer versehenes Wasserbad tauchte, wo das Wasser unter stetigem Umrühren erwärmt wurde.

Die Beobachtungen über die Veränderungen in den Zellen wurden mittels eines Horizontal-Mikroskops gemacht¹⁾.

In den Neutralsalzlösungen geht die Hitzekoagulation der Tradescantiaprotoplasten auf zweierlei Weise vor sich.

1. In den Lösungen von Rhodaniden, Jodiden, Bromiden, Nitraten, Chloriden und Azetaten der Alkalien schwillt der Plasmaschlauch während der Erwärmung stark an, bis er zuletzt, bei einer bestimmten Temperatur, die von der Natur und Konzentration des Salzes abhängig ist, platzt, wobei durch einen entstandenen Riss der sämtliche Inhalt der Vakuole herausgeschleudert wird und die Plasmamembran zu einem kleinen Klumpen zusammenschrumpft.

2. In den Lösungen von Sulfaten, Zitraten und teilweise auch Tartraten der Alkalien, ferner von Chloriden des Strontiums, Bariums und Magnesiums bleibt das Platzen der Plasmamembran aus (sie kommt bisweilen nur ausnahmsweise vor), die plasmolysierten Zellen behalten in diesem Falle ihre Kugelgestalt auch bei den höheren Temperaturen bei.

Die ermittelten Koagulationstemperaturen der Plasmamembran bei verschiedenen Konzentrationen der Lösungen (0,2 n—0,8 n)²⁾ sind in der

1) Vgl. W. W. Lepeschkin, Ber. der Deutsch. Bot. Ges. 28, 99. 1910.

2) Bei den Versuchen sind Äquivalent-Normallösungen angewandt.

Übersichtstabelle XI (= Ülevaate-tabel) angeführt, wo jede Zahl einen Mittelwert aus fünf Bestimmungen darstellt.

Die Versuche ergaben folgende Resultate.

I. Die Alkalisalze fördern die Hitze-koagulation des Plasmas den untenangeführten lyotropen Reihenfolge nach, wobei auf den ersten Stellen die die Koagulation am meisten begünstigenden Ionen angeordnet sind.

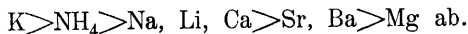
Kation	Anion
Kalium	— CNS > Br > J > NO ₃ > Cl > CH ₃ COO > Tartrat > Zitrat > CO ₄
Ammonium	— CNS > J > Br > NO ₃ > Cl > SO ₄ .
Natrium	— CNS > Br > J > NO ₃ > Cl > CH ₃ COO > SO ₄ .

II. Die Unterschiede in der Wirkung der Alkalkationen sind weniger ausgeprägt, als die der Anionen.

In den Lösungen von Chloriden des Strontiums, Bariums und Magnesiums liegt die Koagulationstemperatur des Plasmas höher, als in denen der Alkalien.

Chorkalzium nimmt eine Zwischenstellung ein.

Die koagulationsfördernde Wirkung der Kationen nimmt in der Reihe



III. Im alkalischen Medium liegt die Koagulationstemperatur des Plasmas höher, als im neutralen¹⁾.

Die OH-Ionen bestreben, im allgemeinen, die Differenzen zwischen den Anionenwirkungen der Neutralsalze auszugleichen: die Temperaturunterschiede zwischen den Endgliedern der lyotropen Reihe sind hier kleiner, als bei der neutralen Reaktion der Lösungen.

Bei den Kaliumsalzen (Salz 0.8 n, bzw. +0,001 n NaOH) sind die Temperaturdifferenzen alkalisch-neutral folgende.

CNS	J	NO ₃	Cl	CH ₃ COO
+ 4,7°	+ 3,2°	+ 2,4°	+ 0,5°	+ 1,5°

Also, bei denjenigen Salzen, die im neutralen Medium die Koagulationstemperatur am meisten erniedrigen, wie Rhodanide und Jodide, wird sie bei der Gegenwart von OH-Ionen relativ am stärksten erhöht.

IV. Im sauren Medium (0,001 n COOH—COOH) liegt die Koagulationstemperatur, im allgemeinen, etwas niedriger, als im neutralen¹⁾.

1) Die Tatsache, dass die Koagulationstemperatur von Pflanzenplasma im alkalischen Medium etwas höher, im sauren aber niedriger liegt, wurde bekanntlich von W. W. Lepeschkin zuerst festgestellt (l. c. S. 101 ff.).

Der koagulationsfördernde Einfluss der Säure macht sich bei den wirksamsten Gliedern der lyotropen Reihe (CNS, J, Br) mehr geltend, als bei den übrigen.

Die H-Ionen lassen, im Gegenteil zu den OH-Ionen, die Aktivitätsunterschiede der Anionen der Salze schärfer hervortreten.

V. Die lyotropen Einflüsse, die sich bei den Neutralsalzwirkungen geltend machen, sind auf die Permeabilität des Pflanzenplasmas für diese Salze zurückzuführen. Die am besten permeierenden Salze erniedrigen die Koagulationstemperatur am stärksten.

Der stärkste Beweis für diese Annahme wurde damit erbracht, dass Stoffe, die fast momentan in das Plasma eindringen, wie z. B. die einwertigen Alkohole, Äther und and., in gewissen Konzentrationen die Koagulationstemperatur sehr stark herabsetzen (s. Tab. XVI). Beispielsweise bei den Epidermiszellen von *Rhoeo discolor* (Blattunterseite) ist die Koagulationstemperatur der Plasmamembran in 12⁰/₀-iger Rohrzuckerlösung 74,4⁰ C (Mittelwert aus 5 Versuchen).

Nach der Zufügung von	16 ⁰ / ₀	Äthylalkohol	sinkt sie auf	39,8 ⁰
" " " "	0,4 ⁰ / ₀	Chloroform	" " "	38,4 ⁰
" " " "	0,04 ⁰ / ₀	Thymol	" " "	38,8 ⁰
" " " "	2,4 ⁰ / ₀	Äther	" " "	63,2 ⁰

Die Abhängigkeit der Koagulationstemperatur von der Konzentration der angeführten Verbindungen ist auf der Abb. 1 (= Joon. 1) durch die Kurven dargestellt.

VI. Den höheren Konzentrationen der Neutralsalze entspricht, im allgemeinen, eine niedrigere Koagulationstemperatur des Plasmas.

Die Temperaturerniedrigung geschieht hier aber in keinem Falle in allen Salzlösungen gleichmässig, sondern sie geht der Aktivität der Salze parallel, d. h. bei den wirksamsten, Rhodaniden, Jodiden und and., fällt die Temperatur mit der Konzentrationserhöhung relativ stärker, als bei den Tartraten, Zitraten und Sulfaten.

In den Lösungen von Kaliumsalzen z. B. fällt die Koagulationstemperatur (K. T.) des Plasmas in folgender Weise, wenn wir die Konzentration 0,3 n durch 0,8 n ersetzen (s. die Kurven auf der Abb. 2).

Bei	CNS	J ₂ ⁺	NO ₃	Cl	CH ₃ COO	SO ₄
fällt die K. T. um	5,0 ⁰	4,1 ⁰	3,2 ⁰	2,5 ⁰	1,6 ⁰	0 ⁰

Diese lyotrope Änderung der Koagulationstemperatur liefert einen weiteren Beweis für die Annahme, dass die Aktivität der Neutralsalze

bei den vorliegenden Versuchen in erster Linie von der Eindringungsfähigkeit derselben in das Plasma abhängig ist, denn bei den gutpermeierenden Salzen wächst die aufgenommene Menge derselben mit der Konzentrationserhöhung progressiv, was wohl die Ursache der grösseren Beeinflussung der Hitzekoagulation des Pflanzenplasmas in diesem Falle ist.

Heidelberg, Mai 1921.

TARTU ÜLIKOOLI TOIMETUSED ilmuvad kolmes seerias:

A: Mathematica, physica, medica. (Matemaatika-loodusteaduskonna, arstiteaduskonna, põllumajandusteaduskonna ja loomaarstiteaduskonna tööd.)

B: Humaniora. (Usuteaduskonna, filosoofiateaduskonna ja õigusteaduskonna tööd.)

C: Annales. (Aastaruanded.)

Ladu: Ülikooli Raamatukogus, Tartus.

LES PUBLICATIONS DE L'UNIVERSITÉ DE TARTU (DORPAT) se feront en trois séries:

A: Mathematica, physica, medica. (Mathématiques, sciences naturelles, médecine, agronomie, sciences vétérinaires.)

B: Humaniora. (Théologie, philosophie, linguistique, histoire, jurisprudence.)

C: Annales.

Dépôt: La Bibliothèque de l'Université de Tartu, Esthonie.
